

ESTADO DEL ARTE DE TECNOLOGÍAS EN REDES INTELIGENTES RESIDENCIALES

ANDRÉS ESTEPA ROJAS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2013**

ESTADO DEL ARTE DE TECNOLOGÍAS EN REDES INTELIGENTES RESIDENCIALES

ANDRÉS ESTEPA ROJAS

Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de
Ingeniero Electricista

Director del Proyecto
GABRIEL ORDÓÑEZ PLATA
Co-Director del Proyecto
MANUEL JOSÉ ORTIZ RANGEL

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2013**

Dedicatoria

Este trabajo esta dedicado a mi familia, en especial

A mi madre Flor Elba

A mi padre Pedro Jesús

A mis hermanos Fernando y Leonardo

A mis cuñadas Paola y Marcela

Porque sin su apoyo y comprensión no hubiese sido posible concluir este proyecto.

Índice General

1. METODOLOGÍA	18
1.1. SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS PARA EL PROYECTO DE GRADO	18
1.2. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	19
1.3. DEPURACIÓN Y CLASIFICACIÓN	21
1.4. CLASIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES TECNOLÓGICOS	21
1.5. ESTRUCTURA DEL PROYECTO	22
1.6. IDENTIFICACIÓN DE LOS MÓDULOS BÁSICOS E INDEPENDIENTES.	22
1.7. REDACCIÓN Y SÍNTESIS DEL DOCUMENTO	22
2. SISTEMAS DE POTENCIA Y TELECOMUNICACIONES EN SMART GRIDS	24
2.1. EL SISTEMA DE POTENCIA.	24
2.2. INFRAESTRUCTURA	24
2.3. MANTENIMIENTO	27
2.4. MANTENIMIENTO Y ANÁLISIS DENTRO DEL SISTEMA DE POTENCIA	31
2.5. LAS REDES DE TELECOMUNICACIONES.	39
2.6. DESCENTRALIZACIÓN EN LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA.	44
3. COMPONENTES TECNOLÓGICOS	47
3.1. Tecnologías	47
3.2. Metodologías	71
4. CARACTERÍSTICAS DE DESARROLLO DE LAS SMART GRIDS EN EL MUNDO	80
4.1. LAS EMPRESAS QUE SE HAN DESTACADO A LO LARGO DEL 2012	80
4.2. REUTILIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS	87
4.3. LA EXPERIENCIA DE GNU/LINUX APLICADA A LAS SMART GRIDS	88
4.4. LA PRIVATIZACIÓN	90
5. ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS SMART GRIDS EN COLOMBIA.	92
5.1. LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA	92
5.2. INCORPORACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN EL PAÍS	92
5.3. EL TRANSPORTE ELÉCTRICO EN COLOMBIA	95
5.4. INTEGRACIÓN DE LAS SMART GRIDS Y LAS ENERGÍAS RENOVABLES.	100
5.5. TENDENCIA HACIA LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS	100
5.6. GENERACIÓN DISTRIBUIDA	119
5.7. EL PROYECTO COLOMBIA INTELIGENTE	136
5.8. IMPACTO SOCIAL, AMBIENTAL Y CULTURAL	138
Bibliografía	146
ANEXOS	152

Índice de figuras

1.	Estructura de documento	16
2.	Una visión global de las redes inteligentes	25
3.	Transporte actual de la energía en Colombia	26
4.	Nueva red mallada para las implementación de las redes inteligentes en el sector residencial	27
5.	Cableado desordenado, Levantamiento analizado para el programa de Distribuciones Eléctricas.	28
6.	Las FARC y el Ejército de Liberación Nacional (ELN) han cometido al menos 73 ataques contra el sistema eléctrico y la red vial durante el 2013	28
7.	Configuración de un Esquema de un sistema típico Scada	38
8.	Casos generados en el centro de incidencias en telefónica durante una semana en promedio.	43
9.	Red eléctrica actual en Colombia	44
10.	Eficiencia en el sistema de potencia eléctrico colombiano	45
11.	Eficiencia en los sistema de energías	46
12.	Terminales de una casa inteligente	47
13.	Estructura de una red inteligente vista desde los servicios	48
14.	Interacción de las plataformas con los elementos del sistema de una casa inteligente	49
15.	Visión general de la arquitectura con OSGi	50
16.	Modelo de "Casa inteligente" construida alrededor del gateway OSGi con la conectividad LONWORKS	51
17.	Plataforma de servicios OSGi	52
18.	Arquitectura LONKWORK OSGi	53
19.	Servicio para la administración de la energía eléctrica	54
20.	Solución de IBM de una red inteligente basada en LONWORKS OSGi	55
21.	Master/Slave	56
22.	Descripción de la tecnología HVAC en una casa inteligente	58
23.	Topología estrella	64
24.	Topología de malla	64
25.	Topología de árbol	65
26.	3.1.5 Transmisión de un 'alto' y un 'bajo' lógicos en X10	70
27.	Representación Controlador Serie	76
28.	Arquitectura básica de dispositivo TSSC	77
29.	Arquitectura básica de un dispositivo TSSC	78
30.	Arquitectura básica de dispositivo SSVC	79
31.	Redes inteligentes en Colombia, EPRI, SG Cost Benefit, 2011	93

Índice de figuras

32. Porcentaje De participación De la Generación Distribuida en Colombia y otros países de referencia	95
33. Ventajas de los vehículos eléctricos en el sector residencial	96
34. Embalse Calderas	101
35. Embalse de Amoyá	102
36. Embalse Río Manso	103
37. Embalse Porce II	104
38. Embalse El Quimbo	105
39. Represa de Ranchería	106
40. Embalse Calima	107
41. Hidroeléctrica en los hogares inteligentes	108
42. Generador hidroeléctrico en los hogares Colombianos	109
43. Equipo generador de TRAXCO para el mercado Colombiano	110
44. Tipos de turbinas usadas para la generación eólica	112
45. Celda fotovoltaica	113
46. Composición de materiales tipo n y tipo p	114
47. Panel fotovoltaico de la compañía Sharp	114
48. Eficiencia de una celda solar fotovoltaica	115
49. Sistema fotovoltaico	116
50. Sistema fotovoltaico conectado a red	116
51. Generación distribuida	120
52. Estructura de una empresa comercializadora de energía	122
53. Aplicaciones del medidor inteligente	123
54. Evolución de las tecnologías de la medición	124
55. Medidor híbrido	124
56. Medidor digital de consumo y wattímetro Power Meter.	126
57. Medidor de consumo eléctrico wattímetro Pc Lcd de DustDevil.	126
58. Contador eléctrico bidireccional 5CTM	127
59. Contador eléctrico 5CTD	128
60. Contador bi direccional CERM 1	129
61. EPRI, Componentes AMI, 2005	134
62. Demanda energética en el mundo	152
63. Demanda energética en el mundo	153
64. Estructura de la arquitectura CAMAS	154
65. Descripción de la arquitectura Jini	157
66. Descripción de la arquitectura Master/Slave	158
67. Descripción de la arquitectura SOA	159
68. Arquitectura UPnP	161
69. Arquitectura UPnP AV	162
70. Modelo de interacción de la arquitectura UPnP AV	163
71. Metodo adaptativo de cancelación	166
72. Concepción: neuronas naturales	167
73. Señales digitales análogas	172
74. Familia de Algoritmos Ziv	176
75. Entrada con correlación para BPSK	177
76. Algoritmo Minimax	178

Índice de figuras

77.	Modelo: modulador QAM	180
78.	Modelo: modulador QAM	181
79.	Modelo: modulador QPSK	181
80.	Modelo RFD	182
81.	Enrutamiento AODV	188
82.	Infraestructura básica red GSM	195
83.	Estructura de una HomeRF	197
84.	Interacción de una aplicación JMS	198
85.	Estructura del árbol LDAP	200
86.	Implementación de SOAP Y XML	204
87.	Tecnología UPnP en las redes inteligentes	208
88.	Estructura de la red 3G	211
89.	Topología ADSL en Telefónica, Colombia	212
90.	Frecuencias análogas y digitales para DSL	214
91.	Descripción de la tecnología HVAC en una casa inteligente	215
92.	Tecnologías de comunicación e información	216
93.	MIMO para una configuración 2x2	217
94.	Tecnología NFC	218

Índice de figuras

ANEXOS

ANEXO A. ARQUITECTURAS	153
ANEXO A1. CAMAS	153
ANEXO A2. GENA	155
ANEXO A3. OSI	155
ANEXO A4. Jini	156
ANEXO A5. Master / Slave	157
ANEXO A6. MyServer	158
ANEXO A7. OSCAR	159
ANEXO A8. SOA	159
ANEXO A9. UPnP	160
ANEXO A10. UPnP AV	161
ANEXO B. METODOLOGÍAS	162
ANEXO B1. ACHE	163
ANEXO B2. AEP	164
ANEXO B3. AGGIR	164
ANEXO B4. AI	164
ANEXO B5. ALZ	165
ANEXO B6. ANC	165
ANEXO B7. ANN	166
ANEXO B8. ARIMA	167
ANEXO B9. ASM	168
ANEXO B10. ATL	168
ANEXO B11. Bayesian	168
ANEXO B12. CBR	168
ANEXO B13. CMR	169
ANEXO B14. CSMA	169
ANEXO B15. CSMA/CD	169
ANEXO B16. CT	170
ANEXO B17. DAMI+OIL	170
ANEXO B18. DCD	170
ANEXO B19. ED	170
ANEXO B20. EPC	171
ANEXO B21. FEC	171
ANEXO B22. FIP	171
ANEXO B23. FIPA	171
ANEXO B24. FSK	172
ANEXO B25. GMSK	173
ANEXO B26. HMM	173
ANEXO B27. HOQ	173
ANEXO B28. INVTP	174
ANEXO B29. IPT	174
ANEXO B30. Katz ADL	174
ANEXO B31. Lawton ADL	174
ANEXO B32. LDA	175
ANEXO B33. LeZi-update	175

Índice de figuras

ANEXO B34. LZ78	176
ANEXO B35. Márkov	176
ANEXO B36. M-ary PSK	177
ANEXO B37. M-ary QAM	177
ANEXO B38. Minimax	177
ANEXO B39. MSK	179
ANEXO B40. OFDM	179
ANEXO B41. OT	179
ANEXO B42. OWL	179
ANEXO B43. PCA	179
ANEXO B44. PPM-style	179
ANEXO B45. PSK	180
ANEXO B46. QAM	180
ANEXO B47. QPSK	181
ANEXO B48. RDF	181
ANEXO B49. Red neuronal	183
ANEXO B50. ROI	183
ANEXO B51. SEC	183
ANEXO B52. SHIP	183
ANEXO B53. SS	183
ANEXO B54. SVM	184
ANEXO B55. SWRL	184
ANEXO B56. TDMA	184
ANEXO B57. TMM	185
ANEXO B58. UDDI	185
ANEXO B59. UML	185
ANEXO B60. UT- AGENT	185
ANEXO B61. VEC	185
ANEXO B62. VLAN	185
ANEXO B63. VMM	186
ANEXO B64. VOR	186
ANEXO B65. Weka	186
ANEXO B66. Wizard-of-Oz Study	187
ANEXO B67. WTL	187
ANEXO C. PROTOCOLOS	187
ANEXO C1. ANSI / EIA-709.1	187
ANEXO C2. AODV	187
ANEXO C3. ARCNET	188
ANEXO C4. BACnet	189
ANEXO C5. BatiBUS	189
ANEXO C6. Bluetooth	190
ANEXO C7. WS-BPEL	190
ANEXO C8. CAN	191
ANEXO C9. CEBus	191
ANEXO C10. CORBA	192
ANEXO C11. DHCP	192
ANEXO C12. DSDV	193

Índice de figuras

ANEXO C13. DSR	193
ANEXO C14. FTP	193
ANEXO C15. GSM	194
ANEXO C16. HAVi	194
ANEXO C17. HDMI	194
ANEXO C18. HomeRF	296
ANEXO C19. HTTP	296
ANEXO C20. JMS	297
ANEXO C21. Kerberos	298
ANEXO C22. Konnex	299
ANEXO C23. L2CAP	299
ANEXO C24. LDAP	299
ANEXO C25. MPEG7	200
ANEXO C26. NNTP	201
ANEXO C27. POP3	201
ANEXO C28. RFCOMM	202
ANEXO C29. RMI	202
ANEXO C30. SIP	203
ANEXO C31. SMTP	203
ANEXO C32. SNMP	203
ANEXO C33. SOAP Y XML	204
ANEXO C34. SQL	205
ANEXO C35. SSDP	205
ANEXO C36. Estructura	206
ANEXO C36. TCP	206
ANEXO C37. TCP/IP	207
ANEXO C38. UDP	208
ANEXO C39. UPnP	208
ANEXO C40. WAP	209
ANEXO C41. WiMAX	209
ANEXO D. TECNOLOGÍAS	210
ANEXO D1. 3G	210
ANEXO D2. 4G	211
ANEXO D3. ADSL	211
ANEXO D4. Bluetooth	212
ANEXO D5. Cisco Inter- net Home	213
ANEXO D6. DDC	213
ANEXO D7. DRM	213
ANEXO D8. DSL	213
ANEXO D9. HOMEROS	214
ANEXO D10. HVAC	214
ANEXO D11. ICT	215
ANEXO D12. Knopflerfish	216
ANEXO D13. MIMO	216
ANEXO D14. NFC	217
ANEXO D15. PLC	218

Índice de figuras

ANEXO D16. SCA	218
ANEXO D17. UVB	218
ANEXO D18. Xerox PARC's	218

RESUMEN

TÍTULO

ESTADO DEL ARTE DE TECNOLOGÍAS EN REDES INTELIGENTES RESIDENCIALES

AUTOR

ANDRÉS ESTEPA ROJAS

PALABRAS CLAVES

Redes inteligentes, sistemas de potencia, sistemas de telecomunicaciones, análisis en tiempo real, componentes tecnológicos, algoritmos de predicción, generación distribuida, medición inteligente.

CONTENIDO

Las redes inteligentes se forman a partir de un conjunto de desarrollos tecnológicos en diversas disciplinas que se aplican a los sistemas eléctricos, principalmente en los sistemas de generación, la electrónica y las telecomunicaciones. Dentro del sector energético residencial, las redes inteligentes modifican el paradigma de los sistemas eléctricos actuales, la dirección del desarrollo energético, así como la percepción de las personas sobre el consumo energético.

La utilización de la electrónica en los sistemas eléctricos hace cada vez más complejo diseñar, analizar, implementar y controlar estos sistemas. Para superar estas barreras es necesario conocer los componentes tecnológicos. Una de las características más importantes que nace de las redes inteligentes es la capacidad de realizar análisis en tiempo real de las redes haciendo posible predecir eventos y garantizar la calidad del sistema eléctrico residencial.

Este documento plantea una síntesis de los componentes tecnológicos que relacionados a las redes inteligentes tienen incidencia en las redes inteligentes residenciales, con una caracterización pertinente hacia la aplicación en el contexto colombiano. El enfoque del trabajo está dirigido hacia la infraestructura de medición avanzada, los dispositivos de control y gestión de potencia eléctrica en usuarios residenciales.

*Proyecto de grado.

**Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica Electrónica y Telecomunicaciones.

Director: Gabriel Ordóñez Plata. Co-director: Manuel José Ortiz

RESUME

TITLE*

STATE OF THE ART OF TECHNOLOGIES IN RESIDENTIAL SMART GRIDS

AUTHOR**

ANDRÉS ESTEPA ROJAS

KEYWORDS

Smart Grids, power electric systems, telecommunication systems, real-time analysis, technological components, prediction algorithms, electrical installations, distributed generation, smart metering.

ABSTRACT

Smart grids are formed from a series of technological developments in various disciplines which are applied to electrical systems, mainly in generation systems, electronics and telecommunications. Within the residential energy field, smart grids change the paradigm of current electrical systems, the direction of energy development and people's perception about energy consumption.

The use of electronics in power systems makes more complex designing, analyzing, implementing and monitoring these systems. It is necessary to know the technology components in order to overcome these barriers. One of the most important characteristics of Intelligent Networks is the ability to perform real-time analysis of network events. The previous characteristic makes possible to predict and guarantee the quality of residential electrical system.

This paper presents a synthesis of technological components which connected to smart grids have influence in residential smart grids. It also has an appropriate characterization for implementation in the Colombian context. The focus of the work is directed toward advanced metering infrastructure, control devices and electrical power management residential users.

**Degree project.

**Faculty of Physic-mechanical Engineering, Electrical, Electronics and Telecommunications Engineering School.

Director: Gabriel Ordóñez Plata. Co-director: Manuel José Ortiz

INTRODUCCIÓN

En la última década el sector eléctrico ha sufrido cambios importantes en la utilización e implementación de una diversidad de nuevas tecnologías con el propósito de permitir un mejor aprovechamiento con una mayor eficacia y eficiencia en la generación, transmisión y distribución para el consumo final de la energía eléctrica en los hogares, en consecuencia la mayoría de los lugares donde se ha implementado estos cambios han culminado con la aparición de un mercado eléctrico más abundante. En este nuevo contexto, el manejo y operación de los sistemas de distribución no depende de los procedimientos centralizados, ahora el enfoque se da en la descentralización de las decisiones de las entidades que participan en la distribución cuyos objetivos van con el fin de maximizar sus propios beneficios. Por tanto, las empresas encargadas en la distribución de la energía eléctrica están expuestas a mayores riesgos, debido a esto, surge la necesidad de modelos cada vez más confiables. Tradicionalmente los modelos de generación, transmisión y distribución están en contraposición a las nuevas necesidades de comportamiento del mercado. La aparición de nuevas áreas de investigación como las Smart Grids[59] o redes inteligentes en el mercado de distribución de la energía eléctrica buscan como objetivo la fragmentación de decisiones además de: la automatización, sistematización y supervisión de las redes eléctricas y que a su vez es una opción interesante para la industria eléctrica; ya que abre muchas posibilidades para desarrollar mercados de energía eléctrica con modelos adaptados al nuevo contexto competitivo. Colombia no está exenta al cambio y aparición de estas nuevas tecnologías, en la actualidad se llevan a cabo proyectos que tienen como objeto la penetración de las redes inteligentes en el sector colombiano, en especial en el sector residencial ya que es un nuevo mercado capaz de integrar a la sociedad colombiana.

Alrededor del mundo se llevan a cabo investigaciones de nuevas tecnologías que sean aplicables a las redes inteligentes mientras que paralelamente se realizan procesos de adaptación a las tecnologías existentes en la mayoría de áreas en las que tienen acción las redes inteligentes. Estas tecnologías se relacionan con una serie de metodologías y lenguajes que a su vez se relacionan con una variedad de protocolos, servicios y sistemas que en conjunto permiten que se lleve a cabo la gestión necesaria para el ejercicio de las redes inteligentes. Este libro muestra las tecnologías que se han estado llevando a cabo desde finales del siglo pasado y la última década.

Con el proyecto Colombia Inteligente[5], el país ha tomado una iniciativa real de comenzar a implementar estas redes, para ello es necesario el acondicionamiento de la infraestructura eléctrica en la transmisión distribución así como de la infraestructura de los hogares colombianos. Es necesario contar con las herramientas de análisis y mantenimiento así como todos los elementos necesarios para realizar estas acciones.

La adaptación hacia las redes inteligentes se encuentra en una etapa muy joven aún. Este libro muestra el proceso que se llevará a cabo en Colombia en diversos aspectos desde la descentralización hasta la introducción de las energías renovables tomando aspectos como el impacto ambiental y cultural, entre otros. Otro paso importante que se está llevando a

Índice de figuras

cabo por las empresas electrificadoras colombianas como la Electrificadora de Boyacá con la implementación de la medición avanzada comenzando con la infraestructura AMI¹ y EPM con la integración de las energías renovables en los sistemas de potencia[63]. Además, los proyectos pilotos visan también a la integración de las energías renovables en el transporte con la implementación de vehículos eléctricos en las ciudades de Bogotá y Medellín así como de otra clase de vehículos que tienen un gran potencial como los impulsados con hidrógeno como lo muestra General Motors² y Honda Motor³.

El desarrollo de las redes inteligentes está tomando muchos y variados caminos, en este libro se hace una analogía con el desarrollo que ha tenido el sistema GNU/Linux⁴ basada en la similitud de características como la descentralización del desarrollo, la diversificación de dispositivos, la conciencia colectiva, así como el fenómeno del monopolio dentro del concepto de libertad aun con una pronta gestión en la regulación anti-monopolios a las grandes industrias[22].

El estado de las redes de telecomunicaciones en Colombia y la geografía colombiana son un obstáculo que se debe superar para la implantación de las nuevas tecnologías, en este trabajo se realiza un análisis de cómo funciona el mantenimiento de estas redes. Por otro lado, la privacidad es un derecho que tiene la población colombiana y es inviolable, la seguridad es el factor que hace que este derecho se cumpla. Es necesario que el camino que se lleve a cabo en el desarrollo de las redes inteligentes garantice la privacidad y la seguridad de las personas.

Este documento se centra en dar una visión de las tecnologías con el fin de la lograr una red inteligente y aplicarlas así en los sistemas de distribución de energía eléctrica en el sector residencial colombiano, dado que la tecnología “Smart Grid” es en general, un tema muy concluyente. Se pretende analizar la complejidad de las publicaciones en especial en los últimos años, haciendo un análisis global de las tecnologías, arquitecturas, métodos, sistemas, protocolos y servicios así como también las compañías y los proyectos que han intervenido en el desarrollo de las redes inteligentes. El objetivo de este trabajo es ayudar a identificar, clasificar y caracterizar la diversidad de enfoques que se pueden encontrar en la literatura técnica sobre Smart Grid, y analizar la posible introducción en un sistema de distribución. El trabajo presenta un estudio de las publicaciones más pertinentes en relación con el desarrollo y utilización de estas nuevas redes.

Finalmente, con la implementación de estas redes en el país, es necesario que se tome en cuenta a los hogares colombianos como empresas ya que de una u otra forma realizan el ejercicio de comercializar la energía.

OBJETIVOS Y ALCANCE

Objetivo general

Realizar una síntesis del estado del arte de los componentes tecnológicos de hardware y software en el enfoque de la infraestructura de medición avanzada y los dispositivos de

¹Ver más en <http://www.aisladores.com.co/NOTICIAS/imprimir.php?idnoticiasn=2600¬tip=1>

²Ver mas en “<http://www.gm.com>”, sección Vehicles.

³Ver mas en <http://automobiles.honda.com/fcx-clarity/how-fcx-works.aspx>

⁴<http://www.gnu.org/gnu/linux-and-gnu.es.html>

control y gestión de potencia eléctrica en usuarios residenciales.

Objetivos específicos

Para el cumplimiento del objetivo general del proyecto se establecieron las siguientes acciones:

- Compilar y clasificar la información vinculada a la temática de la investigación.
- Compendiar la información clasificada correspondiente al objeto de la temática.
- Elaborar un artículo que describa los componentes del estado del arte en el enfoque de la temática.

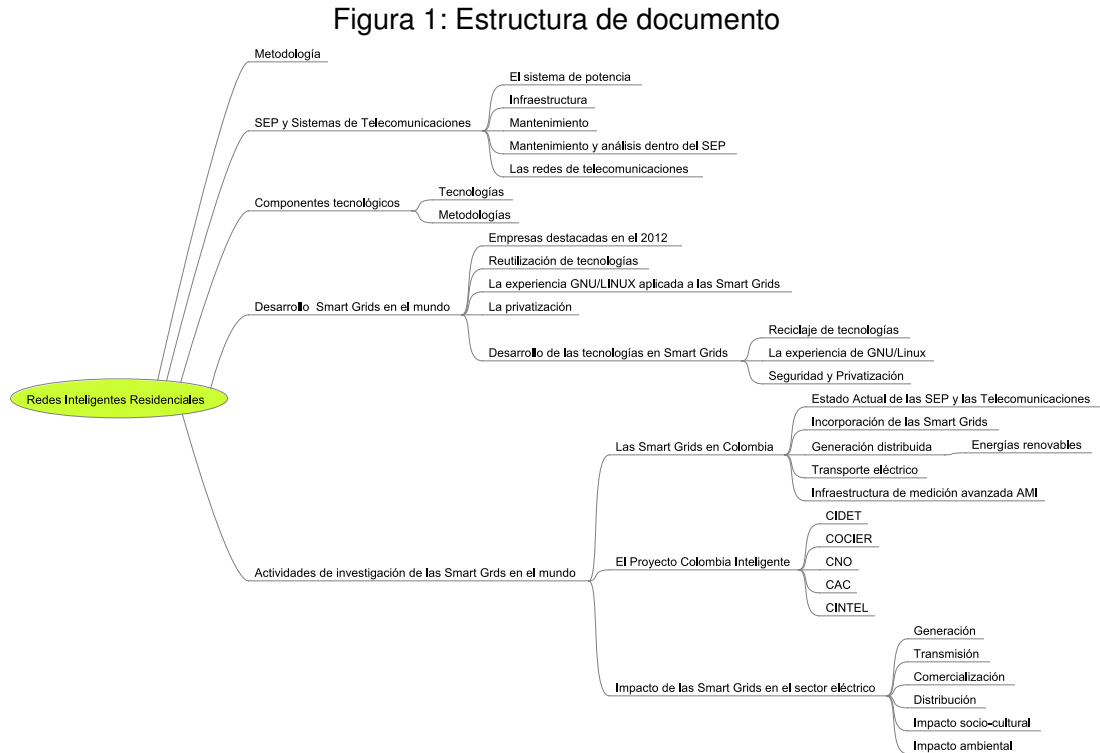
Alcance

El propósito principal de este Trabajo de Grado es la elaboración de una síntesis de los componentes tecnológicos existentes y en proceso de desarrollo en el ámbito de las redes inteligentes. Como estrategia de socialización se propone la elaboración de un artículo de carácter científico. Un enfoque de la caracterización de los componentes tecnológicos es establecer la pertinencia de su aplicación en el contexto colombiano. Existen diversas restricciones que impiden la implementación de algunas tecnologías en nuestro país. Para efectos de este proyecto se contemplarán restricciones de tipo transitorio y de tipo permanente como criterio de selección de los componentes tecnológicos que se investigaran en este trabajo. Algunas restricciones de tipo transitorio son la falta de normatividad, financiación, infraestructura eléctrica, proveedores locales de tecnología, aspectos culturales o problemas de orden público. Es claro que estos factores pueden impedir el éxito de un proyecto que implique el uso de redes inteligentes, no obstante, son limitadores de tipo transitorio ya que la tendencia global por adoptar estrategias que permitan hacer un uso más eficiente de los sistemas de energía es clara y apunta a la actualización y optimización de los sistemas eléctricos lo cual implica que este tipo de limitaciones se resolverán gradualmente. La posición geográfica o condiciones climáticas propias de nuestro país son factores que pueden llegar a impedir plenamente la implementación de algunas tecnologías por lo cual las llamaremos restricciones de tipo permanente. A partir de los criterios descritos queda claro que en este trabajo no se analizarán tecnologías que presenten restricciones de tipo permanente. En cuanto a los componentes tecnológicos que no presenten limitadores para su implementación o que presenten impedimentos de tipo transitorio se clasifican en el contexto colombiano analizando las posibles soluciones a las restricciones que se presenten.

El concepto de red inteligente ha evolucionado en los últimos años y actualmente es bastante complejo abarcando todos los campos del sector eléctrico: generación, transmisión, distribución, comercialización, etc. Por lo tanto es necesario mencionar que los componentes temáticos que se analicen en el desarrollo de este proyecto se limitan a aquellos escenarios en los cuales el usuario residencial pueda adoptar un papel más activo en cuanto a control y gestión de potencia se refiere.

Estructura del documento

La Figura 1 muestra la estructura simplificada del trabajo de grado.



Fuente: autor

Descripción del contenido

- En el Capítulo 1 se describe la metodología que se utilizó para el desarrollo del trabajo de grado de acuerdo a lo planteado en el plan de Trabajo de Grado.
- En el Capítulo 2 se describe la infraestructura de los sistemas eléctricos de potencia, los sistemas de distribución y los sistemas de telecomunicaciones, se realiza un análisis del mantenimiento de las redes de energía eléctrica enfatizando en los sistemas de protección y de las redes de transmisión.
- En el Capítulo 3 se describen los componentes tecnológicos de las redes inteligentes en el sector residencial enfatizando en las principales tecnologías desarrolladas en este ámbito, su evolución, las metodologías que se han implementado a lo largo de los últimos años, así como las arquitecturas y los protocolos asociados a las mismas.
- En el Capítulo 4 se enfatiza en el desarrollo que han llevado las tecnologías en las redes inteligentes en general, enfatizando en el reciclaje de las tecnologías así como el camino que han adquirido algunas como el sistema operativo GNU/Linux muy usado en la actualidad para este propósito. También se acentúa en la seguridad y la privatización de las tecnologías en especial de telecomunicaciones. Se describen también

los proyectos que han tenido éxito a lo largo de los últimos años y en concreto del año 2012.

- En el Capítulo 5 se presenta el desarrollo de las redes inteligentes en Colombia visto desde el estado actual de las redes en el país y las propuestas que se están llevando a cabo en las principales ciudades de Colombia. Se destaca el proyecto Colombia Inteligente el cuál es el proyecto más ambicioso de redes inteligentes en Colombia, además se presenta los principales actores para el desarrollo y actuación de este proyecto. Finalmente, se presenta el impacto que tiene el desarrollo de las redes inteligentes en la sociedad colombiana y en el medio ambiente.

CONCEPTO DE RED INTELIGENTE

Una red inteligente es una red eléctrica que integra de manera eficiente el comportamiento y las acciones de todos los usuarios que intervienen en ella, tanto de generadores como consumidores y aquellos que hacen ambas cosas, con el fin de garantizar la eficiencia económica, el sistema de energía sostenible con bajas pérdidas y altos niveles de calidad y la seguridad del suministro y la seguridad. Para propósitos de este trabajo se toma como base el concepto generado por la IEA⁵ el cuál es presentado a continuación:

Según la Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés) una Smart Grid es:

Una red eléctrica que:

- Utiliza tecnologías y formas avanzadas de supervisión y gestión del transporte de electricidad desde todas las fuentes de generación para satisfacer la diferentes demandas de los usuarios.
- Coordina las necesidades y potencial de todos los generadores, operadores de red, consumidores y participantes del mercado para operar todo el sistema.
- Lo más eficientemente posible. Maximizando la confiabilidad, la resistencia y la estabilidad del sistema.

⁵<http://www.iea.org/>

1 METODOLOGÍA

Este capítulo describe la metodología usada para la construcción y realización del proyecto de grado.

1.1. SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS PARA EL PROYECTO DE GRADO

Inicialmente se realizó una búsqueda de las posibles herramientas a usar en la creación del trabajo de grado. Primero se comenzó a buscar la forma en la que los documentos de se debían almacenar y que tuviera las siguientes características

- Facilidad de acceso desde diferentes equipos y puntos de acceso a Internet.
- Seguridad en el acceso de la información para evitar alteraciones o pérdida de información.
- Disponibilidad de opciones para compartir los archivos y la información de la base de datos.

1.1.1. Selección de alternativa de almacenamiento

Se descartó la alternativa de almacenamiento en carpetas locales (en el computador personal) o por medio de servicios virtuales como SkyDrive, GDrive, Droxbox, etc. La opción local no cumple los criterios de facilidad de acceso y no permite compartir archivos con otros equipos y puntos de acceso. La opción de almacenamiento de archivos por medio de servicios virtuales se revisó por medio de una conexión genérica de acceso Internet y no arrojó un resultado oportuno en los tiempos de carga y descarga.

Dentro de la búsqueda de herramientas para facilitar el acceso y manejo de información bibliográfica se evaluó la herramienta Mendeley¹. Se destacan de esta herramienta y para el propósito de la investigación las siguientes características:

- Facilidad de nombrar los documentos con un título independiente del título del documento almacenado del archivo almacenado en la base de datos en línea. Esta funcionalidad facilita la identificación de archivos sin necesidad de disponer de tablas intermedias

¹Mendeley es una aplicación residente que combina servicios en línea con un programa residente localmente. Su propósito es administrar y compartir información y artículos de carácter científico. La compañía Mendeley fue fundada en el 2007 con una base de operaciones en Londres, Inglaterra y la primera versión fue liberada en agosto de 2008. Una de sus funcionalidades más importantes es la capacidad de creación de citas y referencias bibliográficas en los editores de texto de uso genérico como MS Word, OpenOffice, L^AT_EX, etc.

1 METODOLOGÍA

- La aplicación permite la organización de documentos por proyecto con la opción de creación de carpetas interiores.
- La información vinculada mediante referencia está disponible por medio de computadores y dispositivos móviles con acceso a Internet, lo cual permite el análisis y procesamiento simultáneo de la información.
- Compartir los resultados de la investigación con usuarios vinculados a un grupo de trabajo.

De acuerdo a los criterios expuestos se definió la herramienta Mendeley como la adecuada para el análisis y la administración de la información recopilada.

1.1.2. La herramienta Mendeley

Se realizó un análisis de aplicaciones que pudieran manejar información dentro de las cuales se optó por utilizar la herramienta Mendeley. Mendeley es un gestor de referencias libre y red social académica que puede ayudarle a organizar su investigación, colaborar con otras personas en línea, y descubrir las últimas investigaciones².

Dentro de las características de Mendeley se encuentra que:

- Facilidad de nombrar los trabajos escritos a partir del título interno del documento y no del nombre con el cual se encuentra almacenado, esto facilita la tarea en gran medida ya que no es necesario saber el nombre del documento para ordenarlos.
- Capacidad de ordenar los documentos mediante la creación de carpetas por proyecto.
- Opción de sincronizar la información desde diferentes dispositivos como portátiles, celulares y Tablets a través de Internet, garantizando el acceso a la información en caso de pérdida del equipo en que se esté trabajando, además de poder trabajar en equipo simultáneamente (en este trabajo de grado no se utilizó esta característica).
- Capacidad de difusión de información del trabajo realizado además de todos los documentos fácilmente en la red gracias a que Mendeley funciona también como una red social dedicada a la ciencia. Sin embargo. En la aplicación no es posible compartir documentos como los trabajos de la IEEE debido a que se estaría violando las leyes de derecho de autor.

A partir de estas y otras características irrelevantes para este trabajo, se seleccionó esta herramienta y almacenar toda la información aquí.

1.2. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

La recopilación de información se realizó a partir de recursos bibliográficos accesibles en la Universidad Industrial de Santander, recursos de la red Internet, noticias y páginas web oficiales tanto de las empresas que manejan los bienes y servicios relacionadas con las Smart Grids como de páginas científicas respaldadas por la comunidad científica.

²Ver mas en: "<http://www.mendeley.com/>"

1 METODOLOGÍA

1.2.1. Recursos bibliográficos

La mayor búsqueda se realizó en la base de datos de la IEEE³, se establecieron dos nombres que abarcaran la temática del proyecto.:

- “Smart Grid”
- “Smart Home”

Se utilizó la herramienta de Mendeley en un iPad⁴ aprovechando la interfaz y a la interacción que tiene este dispositivo con la página de la IEEE es más sencillo incluir los trabajos en la herramienta.

1.2.2. Recursos de la red de Internet

Existen documentos que tanto por su antigüedad como por su naturaleza se encuentran libres en Internet, a partir de diferentes buscadores como Google⁵, Bing⁶, Yahoo⁷, entre otros. Fue posible una recopilación de estos documentos.

1.2.3. Noticias

Se utilizaron diversos recursos para la adquisición de noticias destacándose diarios y periódicos del país como El Tiempo, y El Espectador. Se consultaron noticias en Internet basadas en las características de actualización y respaldo de búsqueda, además que esta suele ser significativamente más rápida. Las secciones de noticias como Google Noticias de la empresa Google Inc⁸ poseen el servicio de búsquedas personalizadas con mucha sensibilidad que resulta efectiva si se quiere hacer una búsqueda de este tipo. Finalmente, en los diarios oficiales como no oficiales suelen salir noticias cada cierto tiempo relacionadas con las redes inteligentes, aunque no se tomaron como base para el proyecto, se tomaron en cuenta para realizar búsquedas objetivas. Las noticias se consultaron con el propósito de validar las tendencias y el uso de nuevas tecnologías, no constituye de manera predominante la base conceptual de los componentes expuestos.

1.2.4. Páginas Web

Las páginas Web oficiales de las empresas que participan en el desarrollo de las redes inteligentes poseen información valiosa. Partiendo del hecho que es una información oficial de las entidades, debido a la credibilidad y la relación con componentes tecnológicos de la red inteligente se tomaron como una de las columnas vertebrales de este trabajo.

³IEEE es la asociación profesional más grande del mundo dedicada al avance de la innovación tecnológica y excelencia en beneficio de la humanidad

⁴El iPad es el primer dispositivo tipo Tablet que se creó para el mercado el 3 de abril de 2010 por la empresa Apple Corp.. Es un dispositivo híbrido entre un teléfono móvil y un computador personal.

⁵Ver más en www.google.com

⁶Ver más en <http://www.bing.com/>

⁷Ver más en <http://co.yahoo.com/>

⁸Ver más en: <https://news.google.es/>

1.3. DEPURACIÓN Y CLASIFICACIÓN

La clasificación de la información este trabajo se realizó en una base de datos, este planteamiento se hizo desde los inicios del proyecto ya que es la forma mas efectiva y consistente de realizar. La herramienta Microsoft Acces⁹ ofrece mayor facilidad de uso y accesibilidad ya que en la actualidad la mayoría de computadores poseen esta herramienta ya que se encuentra dentro del paquete de Microsoft Office¹⁰.

La depuración de la base de datos consta de características:

- Título de los documentos: A partir de la revisión de los títulos de los libros se descartaron aquellos que no corresponden con el proyecto de grado como la robótica, etc. Inicialmente se contó con 700 documentos.
- Componentes tecnológicos: Se descartaron documentos que no poseían componentes tecnológicos o que no iban de acuerdo al trabajo de grado.

1.4. CLASIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Los componentes tecnológicos se clasificaron inicialmente en una hoja de Excel para algunos documentos relevantes donde se observó cuales componentes son fundamentales en el desarrollo de las redes inteligentes, se encontró que las telecomunicaciones poseen una extensa intervención a diferencia de las redes de energía y los sistemas de generación. La clasificación tomando como base los documentos y realizando la integración de estos así:

- Arquitecturas: Se registró el nombre y una breve descripción de cada una.
- Tecnologías: Se registró el nombre, año de creación si fue posible, y una breve descripción de cada una.
- Sistemas: Se registró el nombre y una breve descripción de cada uno.
- Servicios: Se registró el nombre y una breve descripción de cada uno.
- Metodologías: Se registró el nombre y una breve descripción de cada una.
- Compañías: Se registró el nombre y la asociación de la pagina web principal de la empresa si existe.
- Protocolos: Se registró el nombre, año de creación y una breve descripción de cada uno.

⁹Acces es un sistema de gestión de bases de datos incluido en el paquete de programas de Microsoft Office.

¹⁰Microsoft Office es una suite de oficina que abarca e interrelaciona aplicaciones de escritorio, servidores y servicios para los sistemas operativos Microsoft Windows y Mac OS X. El objetivo es brindar las características para realizar trabajos de oficina como documentos, presentaciones y cálculos matemáticos. Se creó en el año 1989 para Mac y en 1990 para Windows. Las diferentes versiones de Microsoft Office son usadas por más del 80 % de las empresas alrededor del mundo.

1 METODOLOGÍA

- Dispositivos: Se registró el nombre y una breve descripción de cada uno.
- Software: Se registró el nombre de componentes de software que no se clasificaron anteriormente y no poseen relevancia dentro del documento junto con una breve descripción de cada uno.
- Hardware: Se registró el nombre de varios componentes físicos que referenciaban los documentos y una breve descripción de cada uno.

Dentro de la base de datos están relacionados los documentos con cada componente así como cada uno con uno o varios documentos según sea el caso. La base de datos final cuenta con 91 documentos.

1.4.1. Objetivos

Posteriormente a la elaboración de la base de datos se descartó los documentos que no están encaminados con los objetivos del proyecto y que no se descartaron anteriormente como equipos médicos, etc. Sin embargo, algunos se tuvieron en cuenta para el documento porque hacen parte de la red inteligente dentro del sector residencial pero no se entra en detalles.

1.4.2. Depuración en detalle

Finalmente, se realizó una depuración a partir de los componentes tecnológicos por los cuales hacen redundancia de información o sólo se hace referencia de ellos y que no son parte esencial de este trabajo.

1.5. ESTRUCTURA DEL PROYECTO

Se realizó un bosquejo teniendo presente la información inicial de la base la base de datos y los conocimientos técnicos y de ingeniería por parte del autor, el diagrama definitivo se muestra en la Figura 1.

1.6. IDENTIFICACIÓN DE LOS MÓDULOS BÁSICOS E INDEPENDIENTES

Los módulos se identificaron a partir de la naturaleza de la red, la clasificación de los componentes tecnológicos, el sistema eléctrico colombiano, la geografía colombiana, el impacto cultural y social de las redes inteligentes en el país y el desarrollo tecnológico de Colombia.

1.7. REDACCIÓN Y SÍNTESIS DEL DOCUMENTO

El documento se redactó a partir del objetivo que representaba cada módulo y finalmente se compiló en un solo documento, posteriormente se realizaron modificaciones en los módulos para enlazarlos en un todo con un único sentido y significado. Se realizó una búsqueda

1 METODOLOGÍA

de herramientas ofimáticas y de diseño que fuera pertinente para la realización de la mejor forma la redacción del documento. Se destacan las herramientas: Microsoft Word¹¹, Libre Office¹², Open Office¹³, KWord¹⁴ de KOffice¹⁵, Pages¹⁶ y LyX¹⁷ para el computador personal, Quickoffice Pro¹⁸ para el sistema operativo Android¹⁹ y iWorks²⁰ para el iPad. Se eligió LyX debido a la portabilidad, calidad y que está estrechamente relacionado documentos científicos de gran calidad ya que se basa en el lenguaje de escritura Latex²¹.

Para la edición de dibujos se eligieron dos programas que forman parte del conjunto de software libre:

- Gimp: Para la edición y mejora de imágenes.
- Inkscape: Para realizar los gráficos vectoriales de alta calidad con poco espacio.

Finalmente para los gráficos estadísticos se eligió Microsoft Excel²² debido a la experiencia con la cuál se cuenta en este programa y que viene dentro de la Suit ofimática Microsoft Office.

¹¹Microsoft Word es el procesador de textos de la suite ofimática Microsoft Office. Tiene como objetivo facilitar la creación de documentos.

¹²Es una suite ofimática libre y multi plataforma que surgió con la compra de Open Office, ver mas en: <http://es.libreoffice.org/>

¹³Open Office Es una suite ofimática gratis y multi-plataforma propiedad de Oracle. Se creó con el objetivo de hacer competencia Microsoft Word. Se desarrolló en 1994 y su primera versión fué publicada en el 2000.

¹⁴Es el procesador de textos de la suit ofimática KOffice.

¹⁵KOffice es una suite de ofimática de código abierto para KDE que proporciona un conjunto amplio de aplicaciones y funcionalidad, combinado con una baja demanda de recursos.Se desarrolló en 1997, su primera versión fué publicada en el año 2000.

¹⁶Pages es una aplicación de procesador de textos y layout desarrollada por Apple Inc. como parte del set de productividad iWork. Pages 1.0 fue anunciado a inicios de 2005 y empezó a ser vendido en febrero de 2005.

¹⁷LyXes un programa gráfico multiplataforma, permite la edición de texto usando \LaTeX . Se basa un procesador de textos en el que el usuario no necesita pensar en el formato final de su trabajo, sino sólo en el contenido y su estructura (WYSIWYM). Fue desarrollado desde 1995.

¹⁸Es una suite de productividad para dispositivos móviles.

¹⁹<http://www.android.com/>

²⁰<http://www.apple.com/es/iwork/>

²¹Latex es un sistema de composición de textos, orientado especialmente a la creación de libros, documentos científicos y técnicos que contengan fórmulas matemáticas. Fué escrito con la intención de facilitar el uso del lenguaje de composición tipográfica en 1994.

²²Es la herramienta de cálculo de la suit ofimática Microsoft Office.

2 SISTEMAS DE POTENCIA Y TELECOMUNICACIONES EN REDES INTELIGENTES

2.1. EL SISTEMA DE POTENCIA

El aumento de la capacidad del sistema eléctrico es uno de los principales objetivos de las redes inteligentes para hacer frente a las necesidades cambiantes de los servicios públicos y sus usuarios así como del aumento poblacional. Los nuevos sistemas de distribución a ser implementados en el sistema de distribución deben tener la topología en malla o mallada. Las razones por las cuales es necesaria se describen a continuación:

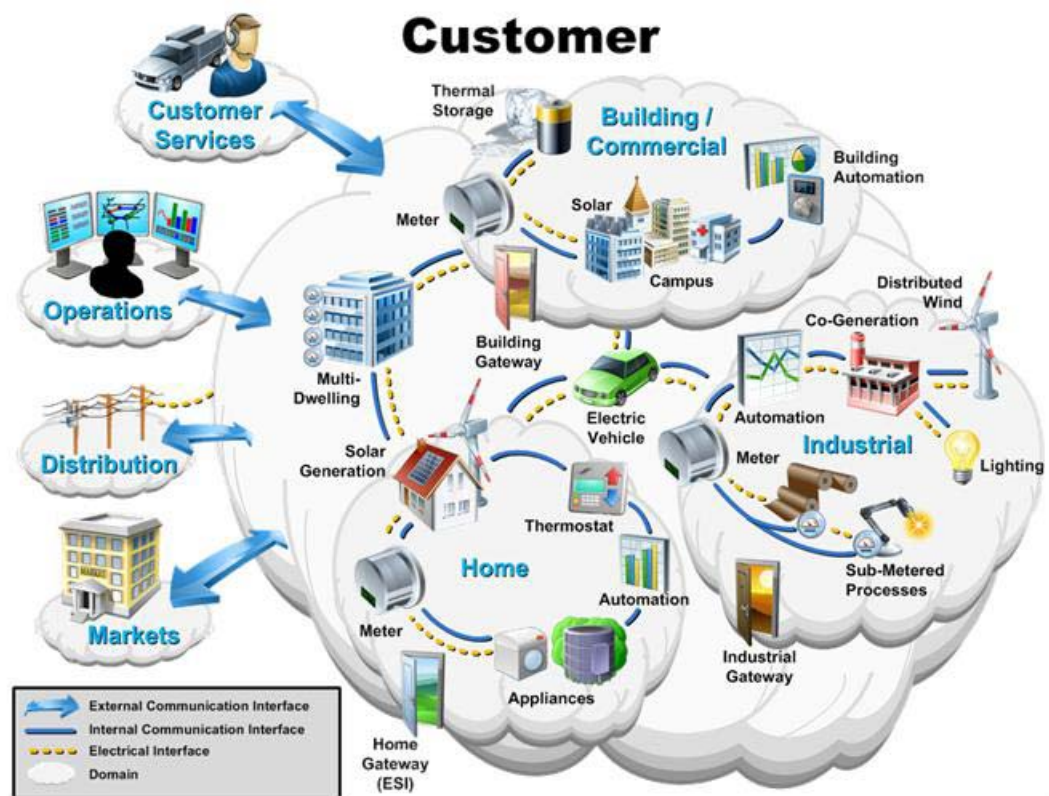
- Mayor confiabilidad y calidad de la energía.
- Un sistema robusto frente a ataques en la red.
- Diversidad en los recursos energéticos, (Gran cantidad de agua y radiación solar, vientos elevados en algunas regiones, etc.).
- Almacenamiento de la energía eléctrica
- Optimización en los recursos energéticos de manera local y remota.
- Optimización de costos en la operatividad y mantenimiento.
- Redes auto recuperables.

A partir de estas características, surgen algunas preguntas importantes: ¿estas redes impactan el modo en el que los sistemas de transmisión y distribución son diseñados? y, si es así, ¿cómo debe comenzar a realizar estos cambios en la sociedad colombiana y, si los sistemas de distribución existentes tienen la capacidad de ser transformados en grandes redes inteligentes a corto plazo?.

2.2. INFRAESTRUCTURA

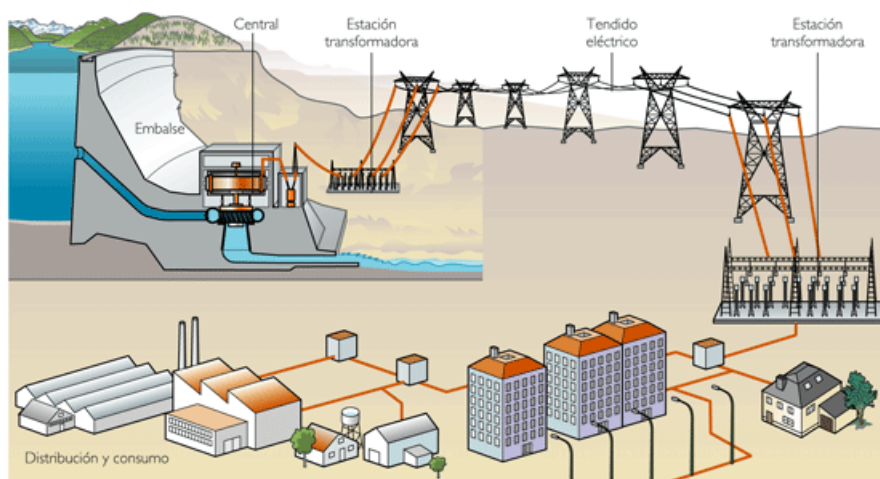
Una red inteligente es en sí, un conjunto de elementos y procedimientos que están conectados y organizados de modo tal que los hogares tengan una mejor gestión sobre las redes energéticas, utilizando recursos medioambientales para satisfacer las necesidades energéticas. Para sustentar, soportar y mantener este modelo energético es necesario modificar la infraestructura eléctrica existente. La Figura 2 muestra el sistema de interacción cuatro grandes áreas de las que se compone un sistema de potencia y de cómo a partir de

Figura 2: Una visión global de las redes inteligentes



Recuperado de <http://emileglorieux.blogspot.com/2011/04/smart-grid-report-1.html>

Figura 3: Transporte actual de la energía en Colombia



Fuente: “Generación transporte y distribución”, 2013.

las energías renovables se pueden usar en el mundo para el sostenimiento energético y de como es posible usarlo en Colombia.

Se observa que la interacción de las energías renovables, la interacción de estas grandes áreas así como los elementos de cada una hacen que una red inteligente sea más compleja que las redes eléctricas existentes.

Las redes de transmisión y distribución en su mayoría no están condicionadas para abrir el nuevo nicho de mercado energético, debido a que la medición eléctrica en las redes se hace únicamente en el sentido de consumo, debido a dos razones principalmente. La primera es la topología radial para los hogares y telescópica para el alumbrado público, no son topologías robustas ante un sistema de redes inteligentes. La segunda es la condición unidireccional en la medición, solamente es posible realizar la medición de la energía consumida por los usuarios finales y no la generada por ellos, esto hace que sea imposible establecer un nicho de micro mercados de energía. La Figura 3 muestra una visión sencilla del transporte de la energía eléctrica hasta los hogares colombianos, omitiendo la interconexión eléctrica de ISA¹ que une todas las centrales de energía a lo largo de la geografía Colombiana

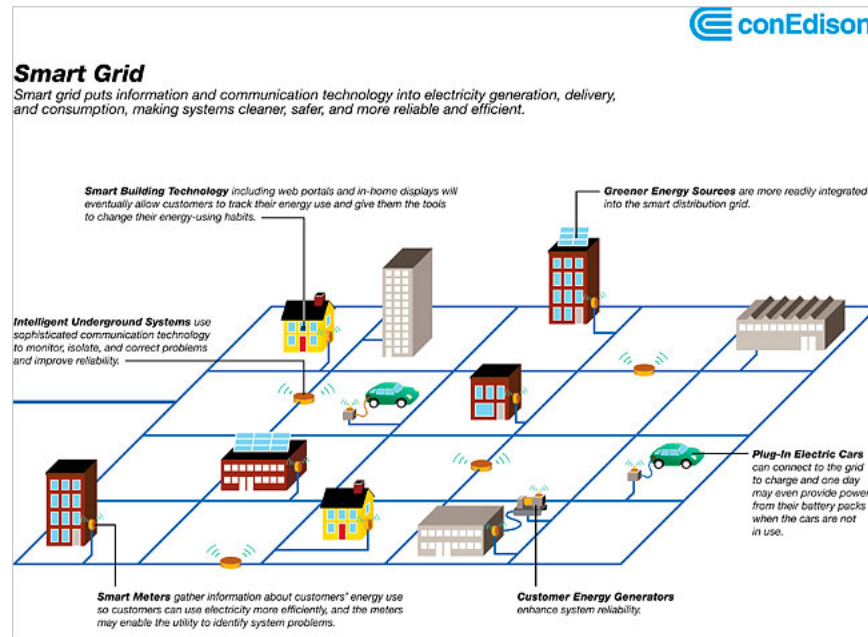
Con las nuevas redes de energía es necesario volver las redes de distribución radial y/o telescópica a una red en forma de malla así como lo muestra la Figura 4.

Construir una red de tal magnitud genera una gran inversión no solo para las electrificadoras sino en general para todas las entidades involucradas con el mercado energético, también para el gobierno y otras entidades y para los usuarios finales ya que son finalmente quienes asumirán la mayor parte del coste de estas. Además, en las principales ciudades

¹ISA es un participante importante en los sectores de energía y telecomunicaciones en Latinoamérica. Se dedica al transporte de electricidad. Posee una red de transmisión de alta tensión de cerca de 39.000km, desplegada en Colombia, Perú, Bolivia y Brasil, e interconexiones entre Venezuela y Colombia, Colombia y Ecuador, y Ecuador y Perú. Su participación en el mercado asciende al 80% en Colombia, 77% en Perú, 35% en Bolivia y 17% en Brasil. Grupo ISA, también trabaja en el área de las telecomunicaciones, a través de Internexa, empresa que está presente en Colombia, donde está ubicada su matriz, en Ecuador, Perú y Brasil. ISA tiene su sede central en Medellín en el estado de Antioquia.

2 SISTEMAS DE POTENCIA Y TELECOMUNICACIONES EN REDES INTELIGENTES

Figura 4: Nueva red mallada para las implementación de las redes inteligentes en el sector residencial



Fuente: Con Edison, "Smart grid in northwest Queens"

las redes energéticas no se encuentran en el mejor momento debido a que no se ha llevado a cabo una expansión responsable tanto por parte de las electrificadoras, las empresas de telecomunicaciones así como de los usuarios finales. En la Figura 5 se observa como está el cableado eléctrico en el centro de Bogotá

En las poblaciones pequeñas la organización es mucho mayor pero existen otros factores que afectan en menor medida ya que son mucho más vulnerables ante las condiciones climáticas (debido a la longitud de las líneas de transmisión), los ataques de orden público. La Figura 6 muestra el estado de una torre de transmisión por un ataque de fuerzas armadas al margen de la Ley.

Es por esta razón que es gran reto para Colombia realizar la incorporación de las redes inteligentes al sistema ya que, se necesita la colaboración de prácticamente todas las entidades relacionadas con la energía para llevar a cabo este proceso que a futuro generará el sostenimiento energético de nuestro país.

2.3. MANTENIMIENTO

Debido a que la red está constituida por un gran conjunto de elementos activos y pasivos, es necesario realizar un estudio del mantenimiento de las redes inteligentes para que se garantice la preservación de la continuidad del servicio de energía eléctrica y es fundamental para el ejercicio de la comercialización. Todos los elementos de la red necesitan un mantenimiento, y en especial para el sistema de generación.

Las redes de transmisión y distribución son mucho más robustas que las redes de teleco-

2 SISTEMAS DE POTENCIA Y TELECOMUNICACIONES EN REDES INTELIGENTES

Figura 5: Cableado desordenado, Levantamiento analizado para el programa de Distribuciones Eléctricas.



Fuente: autor

Figura 6: Las FARC y el Ejército de Liberación Nacional (ELN) han cometido al menos 73 ataques contra el sistema eléctrico y la red vial durante el 2013



Recuperado de <http://m.eltiempo.com/colombia/bogota/extraa-cada-de-una-torre-de-energa-en-el-sur/12166208>

2 SISTEMAS DE POTENCIA Y TELECOMUNICACIONES EN REDES INTELIGENTES

municaciones, realizar un mantenimiento preventivo a las dos garantiza que el servicio de energía permanezca constante, esta es una característica importante dentro de los parámetros de calidad del sistema eléctrico. Por otro lado, el costo de mantenimiento es alto ya que es necesaria la presencia de personal técnico en el área y este desplazamiento le cuesta a las empresas asociadas una gran cantidad de dinero². Estos análisis se realizarán con el desarrollo de este capítulo.

La política de prevención no se encuentra en la vida cotidiana de las personas, desde la salud hasta las tareas simples requieren que exista un nivel de prevención que generalmente no se lleva a cabo por parte de las personas. Para cambiar a este paradigma, todas las decisiones se deben tomar basados en esta política ya que de no ser así sería ineficiente.

La gestión de la prevención no es una tarea simple ni intuitiva.

- En ocasiones requiere la aplicación de procedimientos para los que se requiere un apoyo especializado.
- Exige que se cuente con la participación de los trabajadores.
- La aplicación de medidas preventivas requiere organización e inversiones.

De no hacerlo, se corre el riesgo de embarcarse en acciones sin sentido e inversiones ineficaces. La prevención en una red inteligente no es diferente al que se debiera llevar a cabo en las instalaciones residenciales actuales, es necesaria que haya participación del personal técnico tanto en el área de los hogares como en la distribución y transmisión de la energía y las telecomunicaciones. Este proceso se puede sistematizar por parte de las electrificadoras ó las empresas que presten el soporte de incidencias haciendo que el servicio esté en un nivel satisfactorio.

2.3.1. Tipos de mantenimiento

Existen tres tipos de mantenimientos los cuales son aplicados en la mayoría de las compañías con maquinaria y equipos que se extiende a los SEP y a las redes de telecomunicación. Estos deben extrapolarse al sistema eléctrico residencial sobre las redes inteligentes ya que el “modus operandi” se asimilará ahora al industrial a una escala más pequeña, a continuación se indican los tipos de mantenimiento.

2.3.1.1. Mantenimiento predictivo

Consiste en el análisis de parámetros de funcionamientos cuya evolución permite detectar un fallo antes que este tenga consecuencias más graves. Este se usa para estudiar la evolución temporal de parámetros y evoluciones de fallas para así determinar en qué periodo de tiempo ese fallo va a tomar una relevancia importante, para así poder planificar todas las intervenciones con tiempo suficiente para que ese fallo nunca tenga consecuencias graves. El tiempo de actuación en el mantenimiento preventivo es de especial interés en las redes inteligentes ya que cuando un sistema eléctrico posee algún fallo, la afectación de este hacia todo el sistema puede hacerse en un tiempo significativamente corto.

²Entidades como telefonica tercerizan a otras empresas para enviar personal técnico, el precio del personal técnico ronda los 80.000 pesos por mantenimiento y desplazamiento en Colombia

2 SISTEMAS DE POTENCIA Y TELECOMUNICACIONES EN REDES INTELIGENTES

Una de las características más importantes de este tipo de mantenimiento es que no debe alterar el funcionamiento normal de las redes mientras se realizan las actividades.

La inspección de los parámetros se puede realizar de forma periódica o de forma continua, dependiendo de diversos factores como son: el tipo de sistema, los tipos de fallos a diagnosticar la inversión que se quiera realizar. Existen algunas ventajas al realizar este tipo de mantenimiento:

- Reduce el tiempo de parada al conocerse exactamente que órgano es el que ha producido esta.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- Requiere una plantilla de mantenimiento más reducida.
- La verificación del estado de los dispositivos, tanto activos como pasivos, realizada de forma periódica como de forma accidental, permite confeccionar un archivo histórico del comportamiento.
- Toma de decisiones sobre la parada de una línea de momentos críticos.
- Confección de formas internas de funcionamiento o compra de nuevos equipos.
- Permitir el conocimiento del historial de actuaciones, para ser empleada por el mantenimiento correctivo.
- Facilitar el análisis de averías.
- Permite el análisis estadístico de la red y del sistema en general.

2.3.1.2. Mantenimiento preventivo

Es una actividad programada para inspeccionar, en el funcionamiento y en la seguridad de los ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben establecerse en forma periódica según el plan establecido. El propósito es prever desperfectos ó averías en estado inicial y realizar acciones de corrección para mantener la instalación en completa operación a los niveles de eficiencia óptimos.

El mantenimiento preventivo “permite detectar fallos repetitivos” comúnmente vistos en los sistemas eléctricos, disminuir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil de equipos, disminuir costos de reparaciones, detectar puntos débiles en la instalación entre una larga lista de ventajas.

2.3.1.3. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo o mantenimiento por rotura fue el diseño de lo que se conoce hoy en día como mantenimiento. Esta etapa del mantenimiento va precedida del mantenimiento planificado.

2 SISTEMAS DE POTENCIA Y TELECOMUNICACIONES EN REDES INTELIGENTES

Históricamente con la sociedad de consumo, donde producir mucho a bajo costo comenzó a ser un estilo de mercado, reparar y mantener eran sinónimos y el servicio de mantenimiento ya que las empresas eléctricas no estaban muy mecanizadas. Las políticas de la empresa era la de minimizar el costo de mantenimiento.

Este mantenimiento agrupa las acciones a realizar en el software (programas, bases de datos, documentación, etc.) ante un funcionamiento incorrecto, deficiente o incompleto que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo.

Estas acciones, que no implican cambios funcionales, se limitan a corregir defectos técnicos de las aplicaciones. Es necesario un marco de colaboración que contemple las actividades que corresponden a la garantía del actual proveedor y las actividades objeto de este contrato.

La corrección de los defectos funcionales y técnicos de las aplicaciones cubiertas por el servicio de mantenimiento, incluyen analizar el problema, realizar un análisis de soluciones, desarrollar las actividades de desarrollo de modificaciones a los sistemas, pruebas del sistema y finalmente realizar un mantenimiento a los documentos y manuales del funcionamiento del sistema.

2.4. MANTENIMIENTO Y ANÁLISIS DENTRO DEL SISTEMA DE POTENCIA

La visión de las redes inteligentes debe tener incluida la característica de auto-recuperación del los sistemas ante diversos tipos de contingencias, así como el desarrollo en la confiabilidad y en la calidad del suministro. Un aspecto clave para garantizar este escenario es la mejora en la capacidad de localización y corrección de fallas en los sistemas de transmisión y distribución.

“La continuidad y la calidad del servicio son dos requisitos íntimamente ligados al funcionamiento satisfactorio de un Sistema Eléctrico de Potencia (SEP)”³.

La continuidad hace referencia al hecho que el SEP debe garantizar que la energía producida en los centros de generación se suministra de forma ininterrumpida a los centros de consumo. Esta característica adquiere especial importancia si se tiene en cuenta que la energía eléctrica, a diferencia de otros tipos de energía no puede ser almacenada en forma significativa, por lo que una interrupción del suministro de repercusiones directas e inmediatas sobre los procesos que se desarrollan a partir del consumo de energía eléctrica.

En el momento en que ocurre una falla relacionada con el SEP, este alcanza valores anormales en el funcionamiento cómo niveles de tensión altos o bajos en los generados así como una des-compensación de la potencia reactiva. Si no se estima ninguna medida en contra, la falla se propaga a través de la red y sus efectos se irán extendiendo. Como consecuencia de todo ello, zonas sensibles de la red de energía pueden quedar sin servicio y la calidad del suministro se vería afectada incluso en lugares aledaños a la falla.

Hacer un sistema 100 % robusto es imposible debido a razones especialmente económicas y limitaciones técnicas. Entonces, durante el diseño se contempla la aparición de diversos tipos de fallas cómo es el análisis de cortocircuito, etc. Los sistemas de protección son entonces fundamentales en la minimización de efectos derivados de estas fallas.

³Ing. Margil S. Ramírez Alanis, M. Sc., “Protección de sistemas eléctricos de potencia”, 2005

2 SISTEMAS DE POTENCIA Y TELECOMUNICACIONES EN REDES INTELIGENTES

Los sistemas de protección tienen consecuencia tanto en la calidad como en la continuidad del servicio, se deben diseñar de modo que estas características se recientan lo mínimo posible y durante un corto lapso de tiempo. Es necesario que existan otros caminos que alimenten todos los puntos de consumo aunque se produzcan fallas en la generación, transmisión y distribución de la energía.

Las fallas en los SEP pueden aparecer en todos los elementos que lo componen. Sin embargo, las fallas ocurren en un 90 % en las líneas aéreas y siendo la falla monofásica (fase a tierra) la más común. Esto es debido a que las líneas de transmisión abarcan gran extensión de terreno sometidas a las condiciones naturales de la zona como cambios de temperaturas, vientos, lluvias, entre otros. En cambio, en el sistema de generación y en las subestaciones las condiciones de operación son más controlables.

Para que un sistema de protección tenga un efecto positivo sobre los SEP, se debe tener en cuenta algunas características que satisfagan el funcionamiento de las mismas.

- **Sensibilidad:** El sistema debe diferenciar si el sistema está o no ante una falla para hacer actuación del sistema de protección. Para ello es necesario establecer las condiciones límites (mínimos y máximos) del normal funcionamiento del sistema.
- **Selectividad:** La propiedad que tienen los sistemas de protección para saber si la falla se encuentra dentro o fuera del área de acción. (Es igual de importante que una protección actúe o no ante una falla).
- **Rapidez:** El tiempo de falla influye directamente en el área afectada. Si el tiempo de acción es corto, el área afectada es mucho menor que si el tiempo de actuación es largo y este tiempo depende directamente de la tecnología que se tenga en las protecciones y en el sistema de protecciones (algunas protecciones tienen retardos para poder hacer una sincronización adecuada para el aislamiento de la falla).
- **Fiabilidad:** Hace referencia a que el sistema de fallas del SEP responda siempre correctamente. Esto depende claramente de las características anteriores en especial la selectividad y rapidez. Es necesario un mantenimiento preventivo para que esto se lleve a cabo siempre.
- **Economía:** En un sistema capitalista, los sistemas de protección al igual que el SEP deben estar justificados económicamente, deben ser simples pero a su vez efectivos.

Por otro lado, la calidad del servicio depende directamente del tipo de mantenimiento que se le haga al sistema eléctrico de potencia. Los mantenimientos que se hagan tienen el objetivo de evitar o reducir las fallas sobre los elementos del SEP en especial los elementos más costosos, también es necesario disminuir la gravedad de las fallas que no se logren evitar, todo esto sin realizar detenciones inútiles de dispositivos y máquinas. También es importante evitar los accidentes y aumentar la seguridad de las personas, además de conservar los bienes productivos en óptimas condiciones de seguridad de operación.

Para llevar a cabo el mantenimiento y hacerlo factible económicamente, es necesario realizar un balance de costo de mantenimiento con la utilidad de la empresa. Además que con un adecuado mantenimiento se prolonga la vida útil de los elementos del sistema.

Una red inteligente consta de métodos y dispositivos que mejoren el desempeño y los parámetros técnicos de un sistema eléctrico. Dentro de los métodos más prometedores de

encuentran los basados en técnicas de inteligencia artificial como las redes neuronales para la detección de fallas. Las redes neuronales están compuestas por una serie de dispositivos y métodos que ayudan a la detección y localización de fallas rápidamente, a continuación se dará a conocer las características para el mantenimiento y análisis de las redes de energía.

2.4.1. Análisis en tiempo real (ATR)

Para el sector eléctrico se tiene cada vez la necesidad de controlar y analizar mejor los sistemas de distribución, y para una red inteligente esta es una de las principales prioridades. La planificación y el funcionamiento de las redes es cada vez más complejo. El ATR es necesario para lograr la eficiencia operativa y una aceptable calidad del servicio. A través de circuitos computarizados de análisis de medidas en tiempo real de los parámetros de la red (tensión y corriente en la red) y las salidas (consumo del cliente) es posible lograr. Con los sistemas de control, instrumentación, entre otros, el ATR permitirá que operadores red gestionen la red de forma activa para lograr una mayor eficiencia operativa y para anticipar y evitar interrupciones del servicio y otros problemas de funcionamiento. La mayoría de las herramientas necesarias para el ATR ya están disponibles. "Equipos de análisis del flujo de carga han sido utilizados por empresas de servicios públicos de transporte y distribución por décadas para simular y analizar la tensión, corriente, y el flujo de potencia real y reactiva del sistema para la planificación y las operaciones. SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) ha llegado a ser de uso casi universal de las empresas de transporte y distribución y hace posible el seguimiento y control en línea de los generadores, las líneas de transmisión, subestaciones, líneas de distribución, y de equipos y dispositivos"⁴. Los medidores Inteligentes hoy en día se han convertido en una importante herramienta y son altamente usados no solamente para la lectura de medidas residenciales y comerciales, sino también en la adquisición de datos sobre el sistema de distribución. Los Desafíos para el ATR y la gestión activa de la red incluyen la consecución del pleno despliegue de SCADA, contadores inteligentes, la obtención del ancho de banda necesario y velocidad de las comunicaciones de datos, la integración de datos provenientes de distintas partes de la red y distintos de hardware y software, el perfeccionamiento de los métodos programados sobre computadores, y aprender a utilizar el resultados para la planificación y operación de la red, logrando la transformación del diseño de la red de distribución para aprovechar al máximo el control.

2.4.2. Análisis en tiempo real de la red de distribución de energía

EL análisis ATR de la red es una combinación de modelado y análisis a través de circuitos informáticos, el consumo de clientes y datos de las fuentes de alimentación en tiempo real para determinar las tensiones y corrientes en todos los elementos (líneas, equipos, dispositivos) de la red. El Análisis se hace de manera continua para determinar en tiempo real de las características de la red. El análisis es el medio para un fin: la gestión activa de la red. Los datos en tiempo real y los resultados de cálculo se utilizan para facilitar el despacho de la generación, cambios de línea, el control en línea de equipos y dispositivos, y el control de la carga del cliente para alcanzar las metas operacionales. El ATR proporciona dos

⁴Diego Miranda Perez, "ESTADO Y DESARROLLO DE LA TECNOLOGIA SMART GRID EN COLOMBIA", 2008

importantes resultados:

- Cálculo del presente y futuro a muy corto plazo los valores de tensión y corriente para los elementos de red que no son medidos y controlados en tiempo real.
- Muestra e Informa datos medidos y calculados en varios formatos y plataformas, pueden ser entendidos y utilizados por operadores de sistemas, analistas para hacer gestión de forma activa la red.

2.4.3. Determinación de futuros estados en los sistemas de generación y las redes de transmisión

Los centros de control usan ampliamente la estimación del estado transmisión y generación, además de calcular en tiempo real la condición de la generación y transmisión en la red, sirve para estimar la condición de la red en un futuro cercano. La capacidad de realizar una extrapolación confiable sobre el estado actual para el futuro inmediato, junto al diseño de un sistema de controles pertinente, permite la gestión pro-activa para lograr metas operacionales tales como la economía, eficiencia, impacto ambiental, confiabilidad, etc. El análisis de redes de la generación y distribución eléctrica tiene complicaciones y dificultades asociadas, sin embargo, cuenta con una ventaja significativa sobre el control de los sistemas de distribución. Los sistemas de generación y transmisión, tienen un número pequeño de grupos de generadores, líneas de transmisión, equipos, aparatos y dispositivos económicamente viables para realizar la medición y comunicación a un servidor central todos los datos requeridos para todos los nodos y elementos trascendentales en los sistemas de generación y transmisión.

2.4.4. Determinación de futuros estados en la red de distribución

El ATR para distribución es un requerimiento para la estimación de estado en distribución, o el proceso de predecir condiciones futuras del sistema de distribución. Debido a la cantidad de nodos y elementos del sistema de distribución (muchos más comparados con los sistemas G&T, es difícil obtener de manera continua el modelo de la red de en tiempo real. Incluso si los modelos son técnicamente viables, es excesivamente costoso[44].

2.4.5. Gestión activa de un sistema de distribución dinámico

Todos los sistemas eléctricos son dinámicos y variantes en el tiempo, en especial el de distribución ya que las condiciones de la red de distribución cambian continuamente debido a una serie de factores. La demanda y consumo de energía varían continuamente con el tiempo, en ocasiones con grandes y frecuentes cambios en la magnitud. Algunos cambios son poco frecuentes y previsibles, como los derivados de las acciones del personal (de conmutación para la construcción y el mantenimiento, la conexión de nuevos clientes, y la desconexión de los clientes existentes). Otros más frecuentes y menos previsibles son resultado de cambios automáticos en la regulación de la tensión, la compensación de potencia reactiva, etc. Si bien los sistemas eléctricos de distribución son dinámicos y no cuentan con supervisión, análisis y control en tiempo real, el sistema debe ser planificado, construido y

2 SISTEMAS DE POTENCIA Y TELECOMUNICACIONES EN REDES INTELIGENTES

operado como un sistema estático. La planificación especialmente junto con la construcción y operación debe basarse en probabilidades de predicción sobre las condiciones y situaciones de contingencia basados en la topología de la red y en condiciones de cargas actuales y futuras. Un análisis en tiempo real a la red permite que ingenieros y operadores pasen de realizar operaciones de cambio estático a la supervisión activa y al control de la red de distribución. Este cambio permite la toma de decisiones y el control de equipos y dispositivos basados en la información completa del sistema tal como existe en ese mismo momento, o incluso poco antes, así como a la condición de del sistema en un tiempo muy corto en el futuro.

Es así como los medidores Inteligentes, en la última década, se han vuelto una importante y amplia herramienta usada tanto para la lectura de medidas residenciales y comerciales, como para la adquisición de datos sobre el sistema de distribución. Los desafíos para el ATR y la gestión activa de la red incluyen la consecución del pleno despliegue de SCADA , contadores inteligentes, la obtención del ancho de banda necesario y velocidad de las comunicaciones de datos, la integración de datos provenientes de distintas partes de la red y distintos de hardware y software, el perfeccionamiento de los métodos computacionales, y aprender a utilizar el resultados para la planificación y operación de la red, logrando la transformación del diseño de la red de distribución para aprovechar al máximo el control.

2.4.5.1. Mejorar la planificación del sistema

La capacidad de determinar y documentar la potencia del sistema y las condiciones de tensión casi en tiempo real proporciona datos para usar en la planeación del crecimiento del sistema. La planeación del sistema ya no se limita a prever del futuro sobre la base de las condiciones de un conjunto de escenarios históricos de carga. Aún más importante, el ATR y la gestión activa de la red configurará una utilidad para planificar el futuro con más precisión y flexibilidad, En lugar de utilizar métodos redundantes y el exceso de capacidad, los operadores serán capaces de planificar con más precisión y flexibilidad. La capacidad de observar el rendimiento real de cada área del sistema permitiría revisar periódicamente el sistema de planificación en busca de mejorar, retrasar o acelerar según sea necesario.

2.4.6. Proporcionar la capacidad de responder a nuevos requisitos de servicio al cliente

Antes de la última década, ha habido pocos cambios en los criterios básicos de la planeación y funcionamiento de los sistemas de distribución. La potencia del sistema, ha cambiado tanto en densidad como en magnitud, la capacidad de los equipos y la eficiencia de estos también ha cambiado, sin embargo los fundamentos de la planificación y las operaciones del sistema siguen siendo los mismos. En la última década, los requerimientos de los usuarios han variado y se han incrementado afectando la planeación y el funcionamiento de las redes eléctricas. Estas cuestiones incluyen:

- Control y calidad de la potencia (armónicos, flicker, interrupciones momentáneas, regulación de voltaje, la conexión a tierra, etc.).
- Confiabilidad del servicio (cero interrupción del servicio).

2 SISTEMAS DE POTENCIA Y TELECOMUNICACIONES EN REDES INTELIGENTES

- Flexibilidad del servicio.
- Las ofertas de energías renovables (que proporciona opciones a los clientes a comprar una parte o la totalidad de sus necesidades de energía "verde").
- Instalaciones de generación distribuida (solar, eólica, pilas de combustible, los motores convencionales o CT) instalados por los clientes en función de la economía, la fiabilidad, o de impacto ambiental.
- La generación distribuida instalada en las instalaciones del cliente (en lugar de T&D de construcción, para reducir las pérdidas, para regular la tensión, aumentar la fiabilidad, para tomar ventaja de los combustibles renovables, etc).
- Opciones almacenamiento Distribuidos utilizados por los clientes (vehículos eléctricos híbridos, tecnología avanzada de pilas, UPS).

Si bien no es una certeza de que cualquiera de estos temas tendrá un impacto grande en los sistemas de distribución, es probable que estos y otros cambios se produzcan con más frecuencia y con mayor impacto acumulativo. El Análisis en tiempo real es la única forma completa y manejable que permitirá dar cabida a esos nuevos requerimientos y tomar ventaja de ellos mismos[44].

2.4.7. Convergencia de proyectos pilotos

Las redes inteligentes no se crean de una forma que queden listas para funcionar. Al igual en la inmersión de nuevas tecnologías, existe una curva de aprendizaje. Las empresas de distribución y transmisión no pueden avanzar a lo largo de la curva de aprendizaje hasta empezar a utilizar el ATR y la gestión activa de la red. Los desarrolladores de T&D para el análisis de circuitos trabajan con los principales proveedores de SCADA y AMR en proyectos piloto sobre el tema. Milsoft Solutions⁵ administra un proyecto piloto con Cannon Technologies AMR en Kentucky⁶. Este proyecto piloto incluye la tecnología existente que más cerca está de completar el ATR. Uno de los resultados más importantes del proyecto es establecer un punto de partida para el número mínimo de medidores en línea con SCADA, sumamente importante cuando se quiere realizar un proyecto piloto a gran escala.

2.4.8. Necesidades para lograr el análisis en tiempo real

El ATR distribución no es posible hoy en día. La situación más cercana son análisis automatizados de gestión de corte basados en un circuito eléctrico detallado de modo que se adapte a cambios según el historial de datos de SCADA y AMR. La gestión activa de la red solo se hace durante eventos de contingencia.

⁵<http://milsoft.com/>

⁶<http://www.prnewswire.com/news-releases/cannon-technologies-milsoft-utility-solutions-pass-multispeak3-interopability-test-55276112.html>

2.4.9. Un modelo de circuito detallado

Equipos de análisis del flujo de carga han sido utilizados por empresas de servicios públicos de transporte y distribución por décadas para simular y analizar la tensión, corriente, y el flujo de potencia real y reactiva del sistema para la planificación y operaciones de la red. Precisar y detallar un modelo de circuito es la base del análisis en tiempo real, mientras que algunas variables necesarias son medidas para lograr la precisión en tiempo real. Parte del reto de análisis en tiempo real será el desarrollo de algoritmos que puedan establecer un nivel aceptable de exactitud sin conocer la impedancia de los principales transformadores a los lugares de medición.

2.4.10. La aplicación SCADA

Es una aplicación basada en software diseñada para correr (funcionar) sobre computadores para el control de producción, proporciona la comunicación entre el operario y los controladores autónomos para controlar el proceso de forma automática desde la pantalla del computador. Además provee información derivada del proceso productivo a todos los usuarios del sistema, comenzando por el nivel de operador así como otros usuarios supervisores dentro de la empresa (control de calidad, de producción, almacenamiento de información, etc.). Comprende las soluciones de aplicación que se exponen al ejercicio de aprehender la información en un proceso o planta, para que, a partir de esta información, fuese posible realizar una serie de análisis o estudios con los cuales se pueda obtener valiosos indicadores que permitan una realimentación sobre un operador o sobre el propio proceso, como⁷:

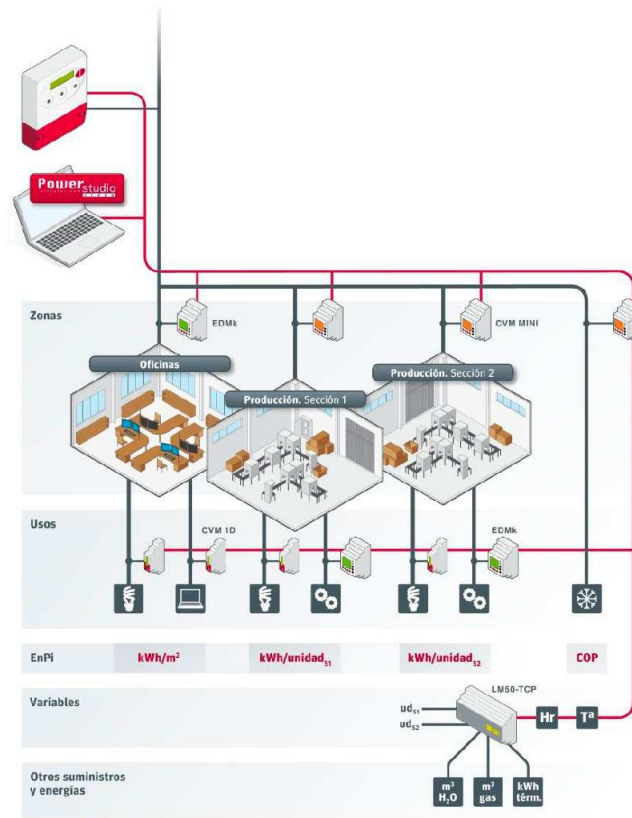
- Indicadores sin realimentación inherente (no afectan al proceso, sólo al operador):
 - Estado actual del proceso. Valores instantáneos;
 - Desviación o deriva del proceso. Evolución histórica y acumulada;
- Indicadores con realimentación inherente (afectan al proceso, después al operador):
 - Generación de alarmas;
 - HMI Human Machine Interface (Interfaces hombre-máquina);
 - Toma de decisiones:
 - Mediante operatoria humana;
 - Automática (mediante la utilización de sistemas basados en el conocimiento o sistemas expertos)

la Figura 7 muestra la utilización un sistema Scada típico en un hogar inteligente.

El ATR requiere datos medidos en las fuentes (generadores, subestaciones, líneas de transmisión) de potencias y energía. Favorablemente, SCADA ha sido usado prácticamente universalmente en las empresas de servicios públicos y de transporte. Esto hace probable el seguimiento y control de los generadores, las líneas de transmisión, subestaciones, líneas de distribución, en línea de equipos y dispositivos. EL ATR requiere información de las subestaciones y cada tramo de distribución:

⁷Diego Miranda Perez, "ESTADO Y DESARROLLO DE LA TECNOLOGIA SMART GRID EN COLOMBIA", 2008

Figura 7: Configuración de un Esquema de un sistema típico Scada



Fuente: III Seminario de Eficiencia Energética en Servicios Públicos, ANDESCO - UPME, Bogotá, 19 de Febrero 2013

2 SISTEMAS DE POTENCIA Y TELECOMUNICACIONES EN REDES INTELIGENTES

- Estado de encendido-apagado o cambiar el estado actual del dispositivo ;
- Corriente para cada fase;
- Factor de potencia (fp) de cada fase;
- Tensión de fase

A medida que se va obteniendo información de SCADA para algunos componentes de la red de distribución, estos pueden ser incorporados en el ATR para mejorar la utilidad y precisión de los resultados. “Los sistemas SCADA en la mayoría de los sistemas de distribución pueden proporcionar lecturas por lo menos cada quince minutos inclusive con mucha más frecuencia, tan a menudo como cada pocos segundos”⁸.

2.4.11. Datos de los Medidores inteligentes

El ATR necesita la medición en la carga (usuario final) de potencia y energía. Los medidores inteligentes se han convertido en un dispositivo - herramienta usados considerablemente en países desarrollados no solamente en uso residencial y comercial, sino también en la adquisición de datos sobre el sistema de distribución. Infortunadamente, en nuestro país es escasa o nula la utilización de este tipo de medidores. Uno de los mas grandes desafíos para el ATR es la adquisición de la información necesaria. La mayoría de las entidades de servicios públicos no disponen de AMR plenamente desplegados, e incluso si lo hacen, la gran parte de los sistemas AMR no cuentan con el ancho de banda para hacer que esta información esté disponible en tiempo real. La mayoría sólo será capaz de proporcionar datos almacenados durante un período concreto[44].

2.4.12. Un software Rápido y fácil utilizar

Es necesario desarrollar un enfoque pertinente para el modelado de circuitos eléctricos y un sistema computarizado para ofrecer una rapidez de cálculo apropiada para lograr el ATR. El ATR también necesita nuevas formas para representar datos, visualizaciones, análisis y condiciones de los sistemas de distribución para así lograr una gestión adecuada y de esta manera es posible tomar ventaja de los resultados. Se deben superar dos barreras de software. Se requiere la integración de datos de varios proveedores de sistemas SCADA y AMR, y de toda una diversidad protocolos de telecomunicaciones. También, el desarrollo del software necesario para manejar grandes cargas de paquetes de datos desde múltiples fuentes en tiempo real⁹.

2.5. LAS REDES DE TELECOMUNICACIONES

Las redes de telecomunicación que llevan los servicios de Internet y datos hacia las casas necesitan mantenimiento al igual que los sistemas eléctricos de potencia. Sin embargo,

⁸Diego Miranda Perez, “ESTADO Y DESARROLLO DE LA TECNOLOGIA SMART GRID EN COLOMBIA”, 2008

⁹S. Huang; “Application of immune-based optimization method for faultsection estimation in a distribution system”. IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 17, Issue 3, July 2002 Page(s):779 – 784

2 SISTEMAS DE POTENCIA Y TELECOMUNICACIONES EN REDES INTELIGENTES

funcionan en una capa superior ya que dependen de los SEP para funcionar. Debido a esto, y a que los sistemas de telecomunicaciones son mucho menos robustos que los sistemas de potencia tienden a fallar más veces. A continuación se realizará una descripción del sistema de telecomunicaciones que presta telefónica en Colombia.

2.5.1. Servicios de telecomunicaciones e Telefónica

En la actualidad la empresa de telecomunicaciones telefónica presta el servicio a la mayoría de empresas en Colombia en el sector de las telecomunicaciones, incluyendo los demás operadores como lo es, Telebucaramanga, Une, ETB, Claro Colombia, Ola, Comcel, Tigo, las entidades del estado como las alcaldías, juzgados, etc. Las Universidades incluyendo la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad Industrial de Santander, la Universidad de los Andes, entre otras. Telefónica presta los servicios de:

- Líneas análogas o líneas telefónicas básicas.
- Servicio de Banda Ancha.
- Canales dedicados de datos e Internet.
- E1 de Voz
- Puestos de trabajo.
- Gestión de Abonados.

Cada servicio tiene ciertos parámetros para la satisfacción del cliente, según lo establecido en el contrato para mantener el nivel de prestación del servicio, la prioridad del servicio está determinada por la capacidad del servicio así como la facturación del mismo. A continuación se detallará como se realiza la gestión en el centro de incidencias para solucionar los inconvenientes de las redes de telecomunicación.

2.5.1.1. Líneas análogas o líneas telefónicas básicas

Son las líneas telefónicas que llevan con los usuarios colombianos desde hace mucho tiempo, las líneas telefónicas antiguas. Estas prestan el servicio de voz tanto para las empresas como para el sector residencial, además. Pueden prestar el servicio de Internet con una frecuencia de 64kbps y que, aunque la tasa de transferencia es mucho más baja que los servicios de banda ancha o los canales dedicados, es posible la utilización en los sistemas de redes inteligentes. Esto con la ventaja que cada servicio de telefonía análoga cuenta con un par específico haciendo más seguro la comunicación.

Cuando se presenta un inconveniente con una línea telefónica en el sector empresarial, telefónica dispone de 24 horas hábiles para solucionar el inconveniente. Lo que puede llegar a tardar hasta 5 días cuando se presenta un jueves o un viernes antes de un fin de semana que contenga un lunes festivo. Aunque en la realidad no se tarda más de dos días en la reparación, debido a causas del invierno se presentan muchos casos por los cuales el sistema sufre encolamiento por carencia de personal cuando suceden estos picos.

2.5.1.2. Servicio de Banda Ancha

El servicio de banda ancha presenta la mayoría de las incidencias en Telefónica, diariamente se manejan alrededor de 500 casos, la mayoría de estos es por causa de corte o desgaste de conductores (el par de cobre). Una de las principales causas es el invierno, otras razones como la alta salinidad de la zona costera o las altas temperaturas también influyen significativamente en el desgaste de los mismos. El servicio de banda ancha no tarda más de dos días en solucionarse, aunque la mayoría de los casos se solucionan el mismo día existen casos que tarda mucho más en especial cuando se trata de lugares lejanos como lo es el Amazonas en los lugares cercanos a Leticia donde solamente existe un Dslam para esa zona y que ya presenta saturación.

El servicio de banda ancha tiene varias prestaciones como lo son el servicio de IPs estáticas cuando se requiere cámaras o acceso remoto a los equipos de cómputo por parte del usuario así como también IPs dinámicas. Cuando se obtienen IPs fijas generalmente se utiliza un Pool de 6 IPs fijas por las cuales solamente es posible conectar 5 equipos por servicio y una para el "Modem"(Modulator Demodulator)¹⁰ la cual es la puerta de enlace hacia telefónica. Para estas se puede configurar que los equipos tomen una automáticamente (DHCP encendido) o que se conecte de manera manual, se hace énfasis en esta característica debido a que algunos de los problemas que se presentan diariamente es debido a la des configuración de esta característica y en las redes inteligentes es fundamental el modo en que los dispositivos obtengan el direccionamiento IP.

El procedimiento que se sigue para solucionar los inconvenientes de banda ancha se muestra a continuación:

1. Se genera la llamada por parte del usuario indicando el tipo de falla y donando los datos de contacto para que telefónica haga la gestión, el personal que recibe este proceso se encarga de hacer el diagnóstico inicial para determinar la falla y donde se puede encontrar la misma.
2. A partir de esta información, el personal de soporte realiza el escalamiento a la contratista de la zona para que envíe el personal técnico y, según la falla se envía a los dispositivos de telefónica o directamente al cliente.
3. El personal técnico hace las revisiones correspondientes y si es necesario, la reparación correspondiente para que el servicio quede funcionando correctamente.
4. Se confirma la operatividad del servicio con el cliente y se cierra el caso generado para el proceso.

Ese es el proceso que se realiza normalmente. Sin embargo, no siempre la falla se determina inmediatamente, o la falla vuelve a recaer nuevamente

2.5.1.3. Canales dedicados de datos e Internet

Las empresas que manejan sistemas de información importante como los bancos o que por su ubicación es difícil obtener un servicio de banda ancha, utilizan este servicio. El modo

¹⁰El Modem es el dispositivo que convierte las señales digitales en analógicas (modulación) y viceversa (demodulación) para datos y voz.

2 SISTEMAS DE POTENCIA Y TELECOMUNICACIONES EN REDES INTELIGENTES

en que se maneja se realiza de forma similar a como se usa los servicios de banda ancha. Sin embargo, debido a que estos servicios tienen diferentes medios de transmisión como radialmente, es necesario que el diagnóstico sea un poco más tedioso, a continuación se mostrara el modo en el que telefónica gestiona las incidencias de los canales dedicados de Internet.

1. Se genera la llamada por parte del usuario indicando el tipo de falla y donando los datos de contacto para que telefónica haga la gestión, el personal que recibe este proceso se encarga de hacer el diagnóstico inicial para determinar la falla y donde se puede encontrar la misma. Este diagnóstico consta de una verificación exhaustiva de los parámetros del canal partiendo del último reinicio del equipo de la red metro, pasando por la verificación del ancho de banda y realizando el seguimiento de ruta hacia el cliente.
2. A partir de esta información, el personal de soporte realiza el escalamiento a la contratista de la zona para que envíe el personal técnico y, según la falla se envía a los dispositivos de telefónica o directamente al cliente.
3. El personal técnico hace las revisiones correspondientes y si es necesario, la reparación correspondiente para que el servicio quede funcionando correctamente.
4. El canal se deja en supervisión por un máximo de 24 horas hábiles para establecer que el servicio quede funcionando correctamente.
5. Se confirma la operatividad del servicio con el cliente y se cierra el caso generado para el proceso.

Cuando un canal dedicado de datos e Internet se cae generalmente se debe a una falla masiva que afecta a muchos usuarios y generalmente es un corte de fibra.

No se detallarán los demás servicios como el E1 de voz ya que son servicios que las redes inteligentes no usan.

2.5.2. El estado de las redes de telecomunicación de telefónica

Durante el mes de Junio de 2013 se generaron 32833 casos en el sector empresarial de los cuales el 40 % se refiere a servicios de banda ancha ¹¹, es decir que se generaron 13133 casos de banda ancha. Es una cantidad muy grande para servicios empresariales. La Figura 8 muestra la curva de casos generados en el centro de incidencias en Telefónica durante una semana en promedio.

En la figura 8 se observa que el lunes es el día que más se registran casos debido a que en el fin de semana la mayoría de empresas no trabajan y por esta misma razón se presenta una baja en la creación de casos ya que, en sí, las fallas también se presentan estos días.

Analizando el modelo y el comportamiento así como el número de incidencias que se presentan en las telecomunicaciones se concluye que estas no están preparadas para la inclusión y masificación de las redes inteligentes en Colombia en el momento ya que no se cuenta con el soporte necesario para que estas se lleven a cabo con un nivel de servicio adecuado para los usuarios.

¹¹Herramienta TRS de Telefónica

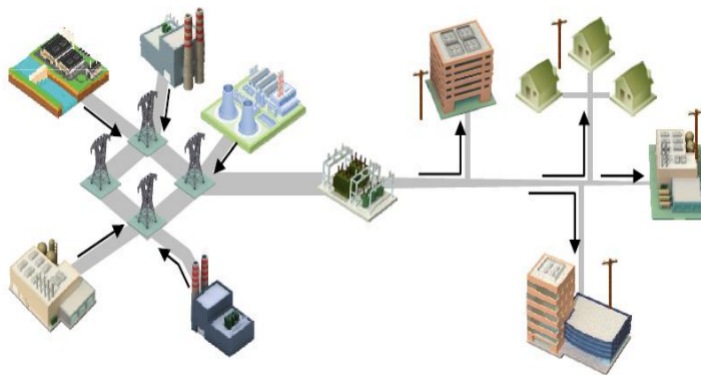
2 SISTEMAS DE POTENCIA Y TELECOMUNICACIONES EN REDES INTELIGENTES

Figura 8: Casos generados en el centro de incidencias en telefónica durante una semana en promedio.



Fuente: autor

Figura 9: Red eléctrica actual en Colombia



Fuente: III Seminario de Eficiencia Energética en Servicios Públicos, ANDESCO - UPME, Bogotá, 19 de Febrero 2013

2.6. DESCENTRALIZACIÓN EN LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

La electricidad hoy en día se distribuye a través de sistemas de potencia. Los sistemas de potencia constan de varios generadores de gran potencia y desde estas centrales se distribuye la energía hacia el resto del país. Generalmente los sistemas eléctricos constan de una interconexión, Colombia cuenta con la interconexión hecha por ISA, gracias a estas interconexiones es posible obtener cierta estabilidad en el sistema ante contingencias. Con las redes inteligentes se busca cambiar los sistemas de potencias (mostrados en la figura 9) a muchos sistemas de baja potencia (sistemas de energía) con respaldo por parte de las grandes centrales energéticas, con un recorte en las centrales termoeléctricas principalmente, buscando finalmente la generación de energía solamente con las centrales hidráulicas.

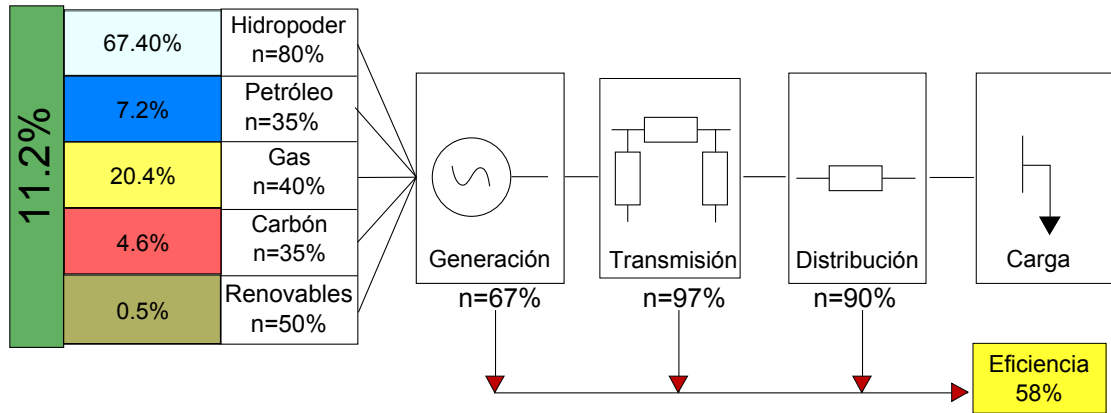
Las redes inteligentes en su forma o modo de operación en realidad no tiene una diferencia significativamente grande con respecto al actual. Existe una generación de energía eléctrica que es transformada a las condiciones de operación del sistema eléctrico colombiano como es la tensión a $120V$ y la frecuencia $60Hz$, es transmitida al sistema y distribuida hacia una o un conjunto de cargas y cada proceso posee ciertas pérdidas el cuál es medida comúnmente a través de la eficiencia del sistema, la Figura 10 muestra una aproximación de la eficiencia para las diferentes clases de energías así como la eficiencia en la transmisión y distribución hacia las cargas.

Debido a que existe una continuidad prácticamente lineal desde los sistemas de generación hasta las cargas, la eficiencia final es el producto de las eficiencias en cada sector correspondiente a la generación, transformación y distribución de la energía eléctrica. La Figura 10 muestra la eficiencia para los diferentes sistemas de generación dependiendo de la energía que se use, y la eficiencia desde el generador eléctrico hasta la carga es independiente de los recursos energéticos.

Sin embargo, una importante diferencia entre los sistemas de potencia y los sistemas de energía es la magnitud tanto de la potencia como de la distancia ya que es significativamente

2 SISTEMAS DE POTENCIA Y TELECOMUNICACIONES EN REDES INTELIGENTES

Figura 10: Eficiencia en el sistema de potencia eléctrico colombiano



Fuente: III Seminario de Eficiencia Energética en Servicios Públicos, ANDESCO - UPME, Bogotá, 19 de Febrero 2013

grande y esto afectará en forma positiva a las redes eléctricas. Las pérdidas de potencia activa están determinadas por la intensidad de la corriente al cuadrado y de la resistencia propia del conductor, que a su vez está relacionada con la distancia del mismo. Entonces, matemáticamente se determina de la siguiente manera:

$$P = I^2 \sigma l$$

Donde I es la magnitud de la corriente eléctrica, σ es la resistividad del conductor por unidad de longitud y l es la longitud del terreno.

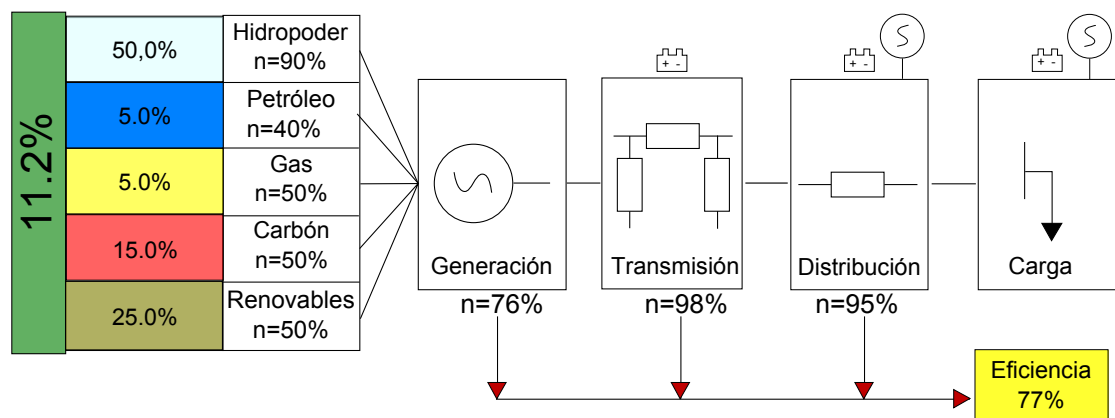
Ahora, con los sistemas de potencia la longitud de transmisión y distribución se disminuyen de cientos de kilómetros a unos cuantos metros en especial en el sector residencial debido a que las casas están juntas unas a otras, haciendo que la longitud sea mucho más pequeña (de cientos de kilómetros a unos cuantos metros). Por otro lado, la corriente si aumentaría ya que la transformación se hace a nivel de distribución y no de transmisión, aún así las pequeñas longitudes compensan gran parte de las pérdidas de la corriente haciendo que la eficiencia aumente en un gran porcentaje. La Figura 11 muestra la proyección de la eficiencia después establecer los sistemas energéticos.

Se observa que la eficiencia tiene un aumento bastante grande:

$$\frac{n - \text{ sistemas - energeticos}}{n - \text{ sistema - actual}} = \frac{77}{58} = 1,33$$

Equivalente al 33% Lo cual es un buen índice de entrada para los nuevos sistemas.

Figura 11: Eficiencia en los sistema de energías



Fuente: III Seminario de Eficiencia Energética en Servicios Públicos, ANDESCO - UPME, Bogotá, 19 de Febrero 2013

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

En este capítulo se describen los principales componentes que conforman las redes inteligente residenciales, basada en la base de datos descrita en la metodología. Esta se compone de aspectos relevantes con los componentes tecnológicos de las redes inteligentes residencias se describen a continuación: arquitecturas, sistemas, servicios, metodologías, material, protocolos y estándares, dispositivos, software y hardware no clasificados anteriormente. Todos los aspectos se han tomado de proyectos e investigaciones alrededor del mundo partiendo desde cero para no sesgar el trabajo hacia una tecnología ó componente específico. La base de datos hace de este capítulo una síntesis de componentes y metodologías que contribuyen al desarrollo de las redes inteligentes. Además, de hacer un amplio estudio sobre las tecnología de gestión de perfiles y de los principales dispositivos que se han usado como base para el ejercicio de las redes inteligentes. Los demás componentes tecnológicos se encuentran en los Anexos.

3.1. Tecnologías

Las redes inteligentes residenciales integran una variedad de dispositivos y procedimientos segun las capacidades informáticas y de comunicaciones ubicuas que proporcionan un enorme potencial para aumentar el confort y la comodidad de los usuarios disminuyendo el impacto ambiental. Los estudios de investigación buscan aplicaciones y soluciones potenciales para el desarrollo de estas manteniendo siempre esos dos patrones[29]. Se usan técnicas basadas en minería de datos¹ para identificar patrones regulares en la interacción usuario-dispositivo con el fin de automatizar el dispositivo de control[15]. El objetivo es ofrecer las casas inteligentes con la capacidad de consciencia con sus habitantes. Un importante número de contribuciones (por ejemplo, [34] [55]) se centran en el estudio del reconocimiento de la ubicación, por ejemplo, la gestión de los recursos pro-activa y la activación/desactivación automática de dispositivos.

Para describir la estructura de una casa inteligente es necesario hacerlo desde diferentes puntos de vista. Por una parte se encuentran los terminales de la casa tal como lo muestra la Figura 12

Figura 12: Terminales de una casa inteligente

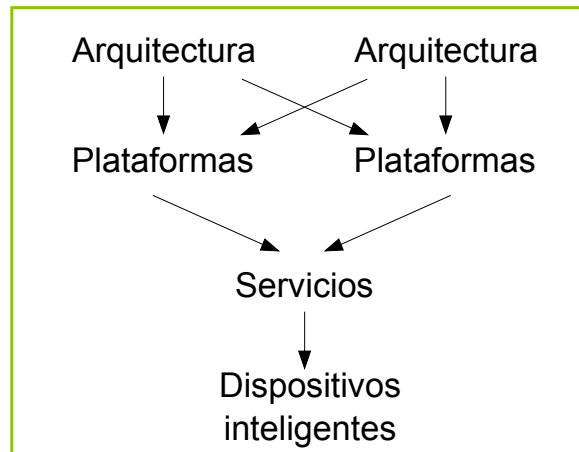


Fuente del autor

¹Es un campo de las ciencias de la computación referido al proceso que intenta descubrir patrones en grandes volúmenes de conjuntos de datos.

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Figura 13: Estructura de una red inteligente vista desde los servicios



Fuente: autor

Donde, por un lado se encuentran las grandes cargas de potencia como son: los sistemas de generación y vehículos eléctricos, la infraestructura de medición avanzada AMI, entre otros. Por otra parte se encuentra la infraestructura telecomunicaciones y los dispositivos inteligentes que permiten la interacción de las empresas de energía con los usuarios finales así como de estos con los dispositivos inteligentes.

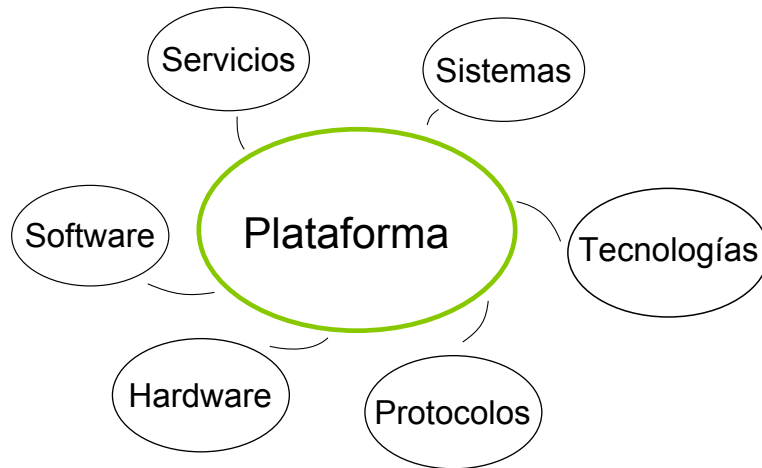
Los servicios que prestan los dispositivos están estrechamente relacionadas con las tecnologías que se usan así como de la plataforma sobre la que esté en funcionamiento dichos dispositivos, para ello existe una gran variedad de arquitecturas que son las encargadas de definir la estructura. En una casa inteligente pueden existir y coexistir varias arquitecturas así como varias plataformas sobre diferentes arquitecturas las cuales prestan los servicios a los dispositivos. La Figura 13 muestra como es posible esta interacción en una casa inteligente.

Para que este proceso se lleve a cabo y los usuarios finalmente obtengan los beneficios de los servicios usados, es necesaria una integración sistematizada de todos los componentes del sistema. Existe una diversidad de sistemas para que esto se lleve a cabo. Sin embargo, el hecho de que se use uno u otro depende de las tecnologías que se usen y de la compatibilidad que estas tengan con los dispositivos tanto en software como en hardware, para solventar los inconvenientes de compatibilidad existe una serie de protocolos de telecomunicaciones que se han venido utilizando. La Figura 14 muestra los elementos que actúan en las plataformas de las casas inteligentes. Muchas compañías han apostado por la re-utilización de todos los elementos usados en otras aplicaciones ajenas a las redes inteligentes, con algunas falencias pero que satisfacen las necesidades del usuario final.

Dentro de las arquitecturas más utilizadas en las redes inteligentes se destaca OSGi (Iniciativa abierta para puertas de enlace de servicios) [27], no solamente como arquitectura sino como un sistema de servicios abiertos, desde un comienzo se creó para la aplicación en redes domésticas. OSGi no sólo es una iniciativa, también son las plataformas en si y un conjunto de tecnologías. Existe una variedad de plataformas basadas en la arquitectura OSGi

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Figura 14: Interacción de las plataformas con los elementos del sistema de una casa inteligente



Fuente: autor

3.1.1. OSGi

El Open Services Gateway Initiative (OSGi) es una organización desarrollada por varias industrias del sector energético, sin ánimo de lucro, se formó en California, EE.UU realizando su incorporación en mayo del 99. En sus comienzos se inició por las compañías Ericsson, Sun e IBM. El número de miembros inicialmente fue de 15 personas, actualmente este número se ha incrementado a más de 80 personas[59]. OSGi tiene como objetivo definir y promover la apertura de especificaciones de los servicios a través de redes de área local, a redes y dispositivos."El papel de OSGi para enlazar diferentes redes de área amplia (WAN) con diversas redes de área local (LAN)"². La Figura 15 describe la arquitectura básica OSGi[12].

OSGi pretende ser un S.O. y un lenguaje de programación independiente. Sin embargo, Java³ de Oracle Corporation⁴ tiende a ser la plataforma técnicamente viable para una implementación independiente del sistema operativo.

Las redes inteligentes hacen uso de varias plataformas que deben estar interconectadas entre sí, esto es posible a partir de la implementación de OSGi con otras arquitecturas como Master-Slave⁵ o Maestro-Esclavo. Esto hace posible la expansión del sistema, para esto es necesario establecer el modelo tomando como base la jerarquía en la toma de decisiones similar a lo que ocurre en una organización actual donde una persona se encarga de tomar

²Timo Honkanen, OSGi, Open Services Gateway initiative

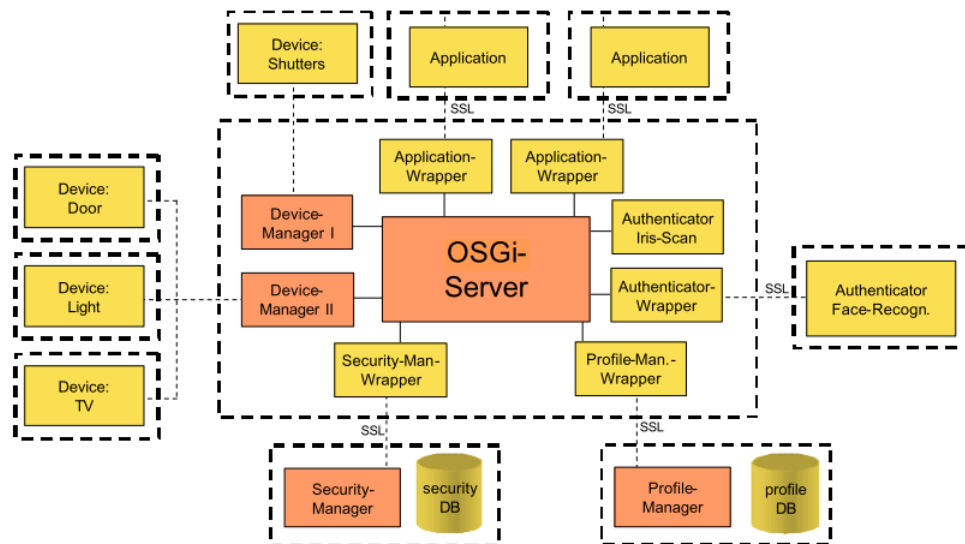
³Java es un lenguaje de programación de propósito general, concurrente, orientado a objetos y basado en clases que fue diseñado específicamente para tener tan pocas dependencias de implementación como fuera posible.

⁴Es una empresa dedicada al manejo de base de datos, posee su propio lenguaje de base de datos especiales llamada Oracle.

⁵Maestro/esclavo es un modelo de comunicación donde uno dispositivo o proceso de control unidireccional tiene más de uno o más de otros dispositivos.

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Figura 15: Visión general de la arquitectura con OSGi



Secure Profile Management in Smart Home Networks, Paderborn University / C-LAB, 2005

las decisiones generales de la compañía y a partir de estas se toman decisiones por parte de los subordinados con afectación en menor cantidad.

Echelon Corporation⁶ creó e implementó la versión de OSGi 1.0 y con la comunicación LONWORK⁷ generó la llamada LONWORK OSGi y básicamente consiste en la adaptación de OSGi al propósito del proyecto de Echelon ya que es la compañía más interesada en el desarrollo de OSGi.

Los componentes de una casa inteligente piloto poseen básicamente: un dispositivo de red con electrodomésticos inteligentes, una plataforma de servicios de alojamiento y un centro de servicio con las funciones de implantación de servicios de gestión de red.

Una posible aplicación de un sistema de automatización puede ser construida en torno a un servidor de aplicaciones basado en la Plataforma de Servicios OSGi, un dispositivo de red LONWORKS con servicios de red LONWORKS (LNSTM) basado en la gestión de la red. Una implementación típica de un sistema de automatización como en casa tendrá un aspecto similar a la Figura 16. Este sistema de automatización podría disfrutar de todos los beneficios del entorno de programación Java™ multiplataforma, y puede ser fácilmente complementado por otros protocolos a nivel de dispositivo deben LONWORKS vez no sea suficiente. También se puede ampliar con la mejora de los componentes podría decirse que su facilidad de uso⁸.

A continuación se detallará como funciona una red inteligente OSGi para una casa inteligente

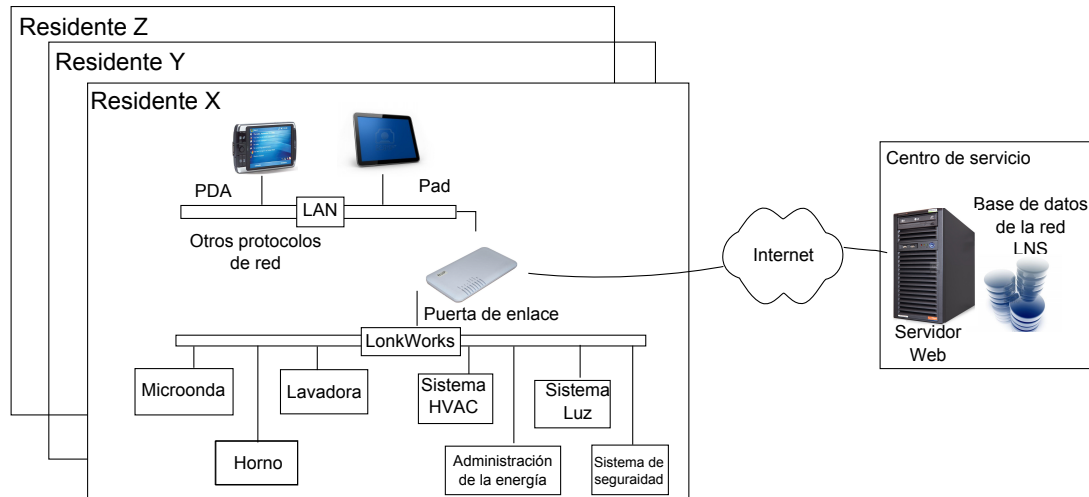
⁶Es una empresa que provee soluciones para las redes inteligentes al rededor del mundo, puede ver mas en <http://www.echelon.com/>

⁷Es una plataforma de red creada específicamente para satisfacer las necesidades de aplicaciones de control.

⁸Building smart services for smart home, Chemishkian S, 2001

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Figura 16: Modelo de "Casa inteligente" construida alrededor del gateway OSGi con la conectividad LONWORKS



Tomado de: Figura 1, Building Smart Services for Smart Home, "Smart Home built around an OSGi gateway with LONWORKS connectivity"

3.1.1.1. La plataforma de servicios OSGi

En general, la plataforma OSGi funciona con Java ya que Java aloja un conjunto dinámico de componentes binarios ínter-funcionamiento. La OSGi se puede describir desde varios ángulos posibles: seguridad, gestión, representación dispositivo, bootstrapping, inicial aprovisionamiento, etc. Básicamente lo que el framework OSGi especifica es:

- Un servidor de aplicaciones (basado en la plataforma Java 2), ejecutando en un entorno (en Java 2), complementado cuando sea necesario con código nativo (utilizando Jini).
- Una arquitectura basada en componentes, con una completa gestión del ciclo de vida de componentes (start/stop, instalar/desinstalar/ actualizar) de instalación y activación.
- Los componentes de aplicación de interfaz de usuario a través de servlets Java organizada por el mismo servidor de aplicaciones, en una forma de HTML⁹, DHTML¹⁰, XML¹¹ o páginas, con "embedded JavaScript"¹².

⁹Hace referencia al lenguaje de marcado para la elaboración de páginas web para la definición de contenido de una página web, como texto, imágenes, etc.

¹⁰DHTML (del inglés Dynamic HTML) designa el conjunto de técnicas que permiten crear sitios web interactivos utilizando una combinación de HTML estático y Java.

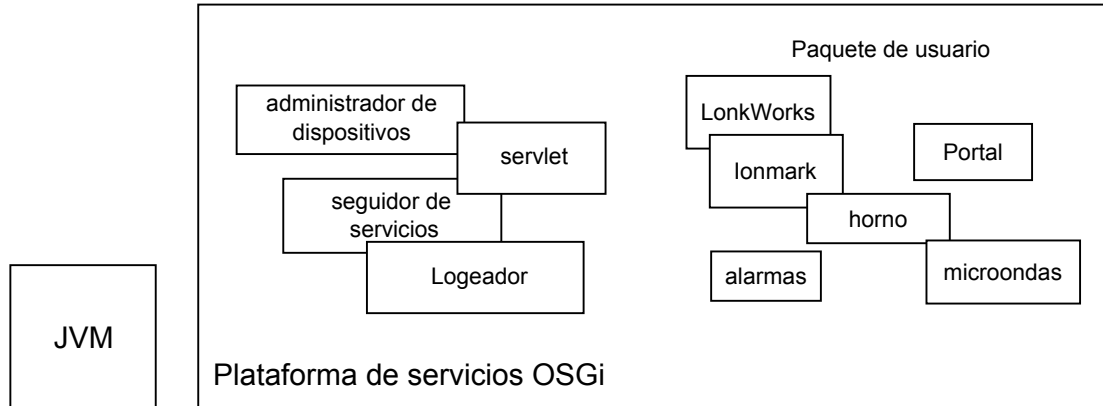
¹¹XML (eXtensible Markup Language por sus siglas en inglés) Es un lenguaje de marcas desarrollado por el World Wide Web Consortium (W3C) utilizado para almacenar datos en forma legible

¹²Hace referencia al código de Java embebido ó empotrado dentro del formato HTML, DHTML, XML o páginas Web

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Figura 17: Plataforma de servicios OSGi

Sistema operativo / plataforma de servidor



Fuente: Building Smart Services for Smart Home, OSG SP representation at the bundle level.

Para el 2001 se realizaron varias implementaciones en Java con la plataforma OSGi 1.0 por ejemplo:

- Plataforma (GDSP) v3.0 Servicio Distribuido de Gatespace de Gatespace¹³;
- EmBedded Server 5.0 desde ProSyst (www.prosyst.com)
- Embedded Java Server (JES) 2.01 from Sun Microsystem;
- EmBedded Server 5.0 from ProSyst (www.prosyst.com);
- entre otros.

La plataforma de servicios como tal se muestra a continuación

3.1.1.2. Arquitectura LONWORKS OSGi

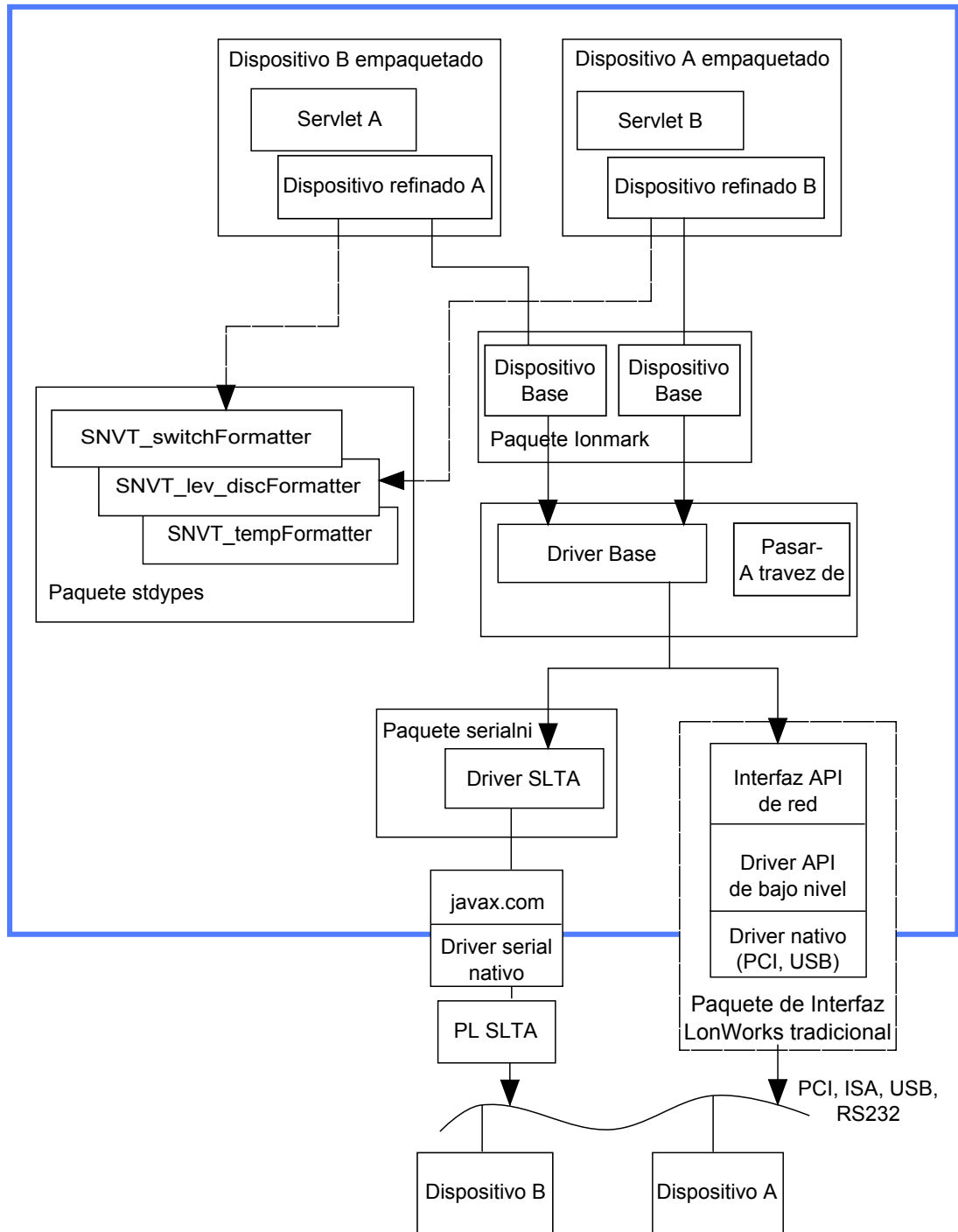
La corporación Echelon fabrico un software de manejo denominado LONWORKS OSGi el cuál maneja, administra y gestiona el sistema OSGi, para ello utilizó el protocolo ANSI / EIA-709.1 el cuál puede correr varios tipos de medios. Para este año los más adecuados para la automatización del hogar fueron las líneas de alimentación (PL-20) y el par trenzado (FT-10) debido a que el costo de la fibra óptica era muy grande. Para efectos de este trabajo no se detallaran los componentes de la arquitectura LONKWORKS OSGi aunque en la Figura presenta la generalidad de la arquitectura, se presentará para dos dispositivos.

Esta arquitectura admitió en principio:

¹³Ver más en www.aatespace.com.

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

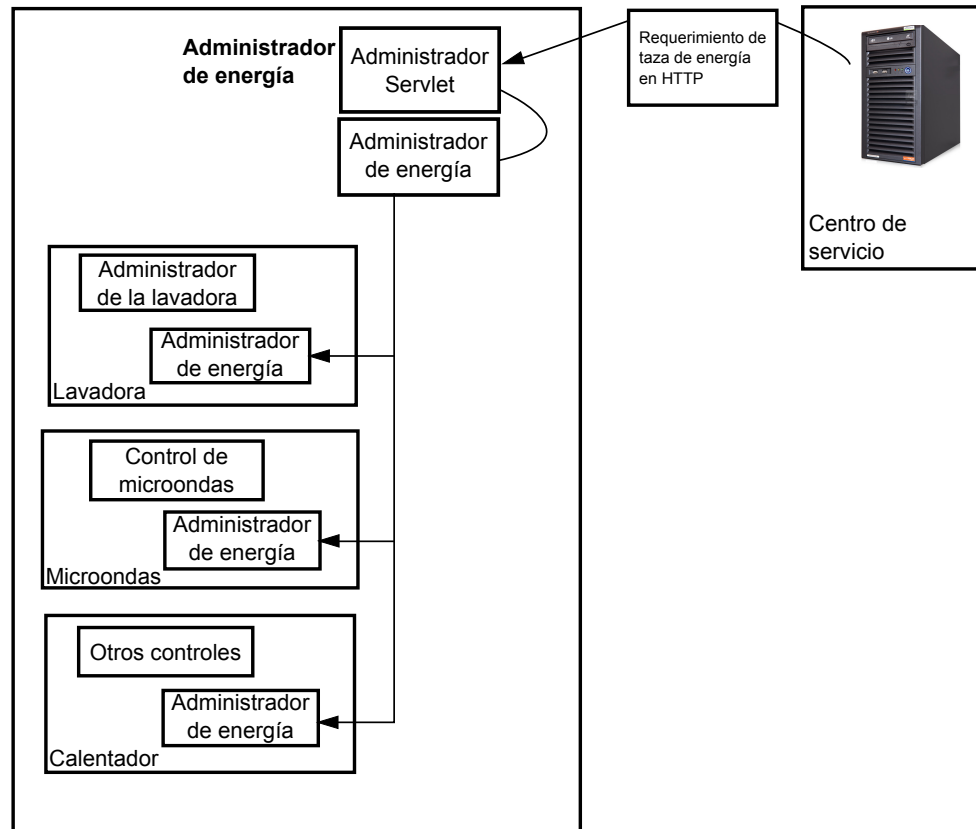
Figura 18: Arquitectura LONKWORK OSGi



Fuente: Building Smart Services for Smart Home, Echelon Corporation

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Figura 19: Servicio para la administración de la energía eléctrica



Fuente: Building Smart Services for Smart Home, Echelon Corporation

- Los ports¹⁴ de Sun Microsystems para SolarisTM¹⁵ y Microsoft WindowsTM
- Los ports de IBM sobre Linux, MS WindowsTM, y QNX Neutrino;
- El port RXTX para Linux.

El manejo de energía es fundamental en una casa inteligente, para ello se usa la estandarización, la infraestructura y la integración. La Figura 19 muestra un ejemplo sobre un servicio para la administración de la energía eléctrica

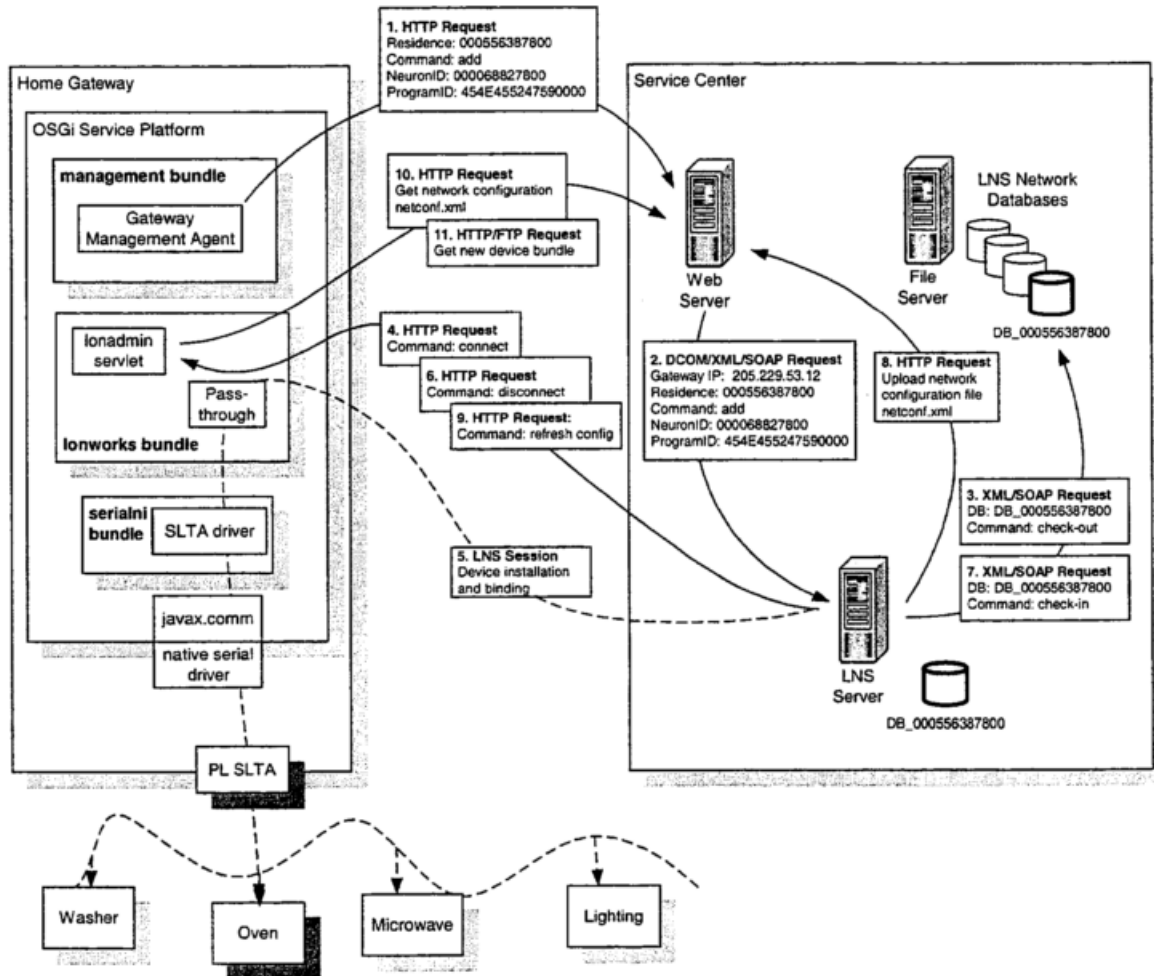
El procedimiento se especifica claramente donde la administración se realiza a partir de la web haciéndolo posible realizar desde diferentes dispositivos de telecomunicación, la integración de un servidor como administrador de la red y los diferentes procesos que se va a realizar. Finalmente la Figura 20 muestra lo que fue la solución que implementó IBM basada en la tecnología de Echelon para la introducción de OSGi a las redes inteligentes en el sector residencial

¹⁴Se denominan a paquetes de software instalables en un sistema operativo generalmente basado en Unix.

¹⁵Solaris fue un sistema operativo que desarrolló Sun basado en el núcleo BSD, actualmente se encuentra sin soporte.

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

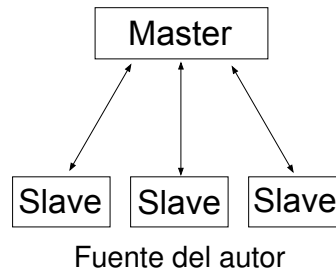
Figura 20: Solución de IBM de una red inteligente basada en LONWORKS OSGi



Fuente: Building Smart Services for Smart Home, Echelon Corporation

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Figura 21: Master/Slave



Para poder realizar la implementación de OSGi de la forma en que la desarrolló tanto Echelon como las demás empresas es necesario la jerarquía sobre las decisiones que se tome por parte del servidor y los demás elementos de control, es por esta razón que se implementó la arquitectura Master/Slave a esta solución, a continuación se hablará sobre lo que es la arquitectura Master-Slave y su aplicación en las redes inteligentes en el sector residencial.

3.1.1.3. La aplicación de la arquitectura Master/Slave en las redes inteligentes

La Master/Slave (Maestro/Esclavo) es una arquitectura de telecomunicaciones donde un dispositivo o proceso posee un control unidireccional sobre uno o más dispositivos, la arquitectura Master/Slave en sí implica sólo el software en ambos equipos maestro y esclavo. Eso significa que también maestro y el esclavo puede ser un softswitch o el medio de medios. Software responsable de manejar esta arquitectura se llama Centrala (tanto en el maestro o esclavo). El diseño consiste en tener siempre por lo menos un maestro y opcionales de uno o más esclavos.

Centrala Master siempre está iniciando la conexión TCP¹⁶ a los esclavos configurados, actuando como cliente TCP. Centrala esclavo actuará como servidor TCP con el fin de aceptar la conexión de maestro, que actúa como un servidor TCP. Firewall debe estar abierto para esta puertos TCP. La gráfica 21 muestra a continuación una breve descripción sobre la arquitectura Master/Slave

La arquitectura Master/Slave hace posible que se pueda ejecutar tanto en la misma máquina o en otras máquinas diferentes. En caso de que se ejecutan en la misma máquina, Señalización Toda la señalización de control de llamada (por ejemplo, SIP, H323, SS7 sobre SIGTRAN) es manejado únicamente por el maestro. Esta es la razón por la mayor tasa de llamadas simultáneas de un servidor PC dedicado se utiliza como maestro llamado también "softswitch". Slave sólo recibe órdenes del maestro, por ejemplo, para abrir y cerrar canales de medios o envíe dígitos DTMF etc esclavo también puede informar maestro de dígitos DTMF recibidos en el canal de los medios de comunicación u otros tonos de fax detectados. El protocolo de comunicación entre el maestro y el esclavo es Topex específico.

En la jerarquía de la administración, un maestro puede administrar varios equipos. Cada maestro / esclavo sólo puede tener un equipo propio. Es decir, un equipo que se puede gestionar directamente, sin tener que definir en otro esclavo y enviar comandos a través del

¹⁶Ver anexos TCP/IP

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

socket al mismo. Así que el punto es que cada maestro tenga un equipo de gestión local y si usted necesita más equipos para manejar puede agregar a través de la comunicación directa socket. Cada equipo puede tener uno o más grupos dependiendo de su tipo. Cada grupo puede tener hasta 16 tarjetas en función del tipo de grupo. Cada tarjeta puede tener un máximo de 128 puertos en función del tipo de tarjeta¹⁷.

Ya teniendo desglosado la utilización del sistema LONWORKS OSGi y a partir de la aplicación de diferentes arquitecturas así como de la plataforma Java, a comienzos de este nuevo siglo, surge una tecnología bastante importante la cuál ha sido trascendental a partir de los próximos años hasta la actualidad, denominada HVAC que, aunque esté referenciada más al confort que al manejo de la energía, de igual importancia las dos para la vida cotidiana de las personas, ha sido adoptada por las instituciones relacionadas con las redes inteligentes en el sector residencial especialmente. A continuación se describirá en que consiste la tecnología HVAC y cuál es la finalidad dentro de los hogares inteligentes.

3.1.1.4. La tecnología HVAC dentro de los hogares inteligentes

HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado) se refiere a la tecnología de confort ambiental interior y la automatización.

Es la tecnología de la cubierta y vehicular confort ambiental. Diseño del sistema HVAC es una sub-disciplina de la ingeniería mecánica, basada en los principios de la termodinámica, mecánica de fluidos y transferencia de calor. A veces se añade la abreviatura del campo como HVAC & R o HVACR o ventilación se cae como en HACR (tales como la designación de HACR valorados interruptores automáticos). La Figura muestra un ejemplo de la implementación de la tecnología HVAC en una casa inteligente.

HVAC no solamente ha sido importante en el hogar, también lo es en el diseño de medianas y grandes edificios industriales y de oficinas, tales como los rascacielos y en ambientes marinos, tales como acuarios, donde seguro y saludable de construcción se regulan las condiciones con respecto a la temperatura y la humedad, el uso de aire fresco del exterior.

3.1.1.5. La flexibilidad de OSGi

Teniendo presente que el grado en que este control es ejercido es variable, siendo una función del costo, las preferencias del dueño de la casa, y el tipo de la construcción en la que se instala la tecnología. Una casa que se puede ajustar automáticamente la temperatura y el nivel de seguridad y de manera eficiente la comunicación con el mundo exterior, es de evidente beneficio siempre y cuando no vaya demasiado lejos al limitar la libertad de elección del residente[68]. OSGi muestra flexibilidad de actuación ya que a partir de otros protocolos y demás herramientas es posible dar diferentes soluciones.

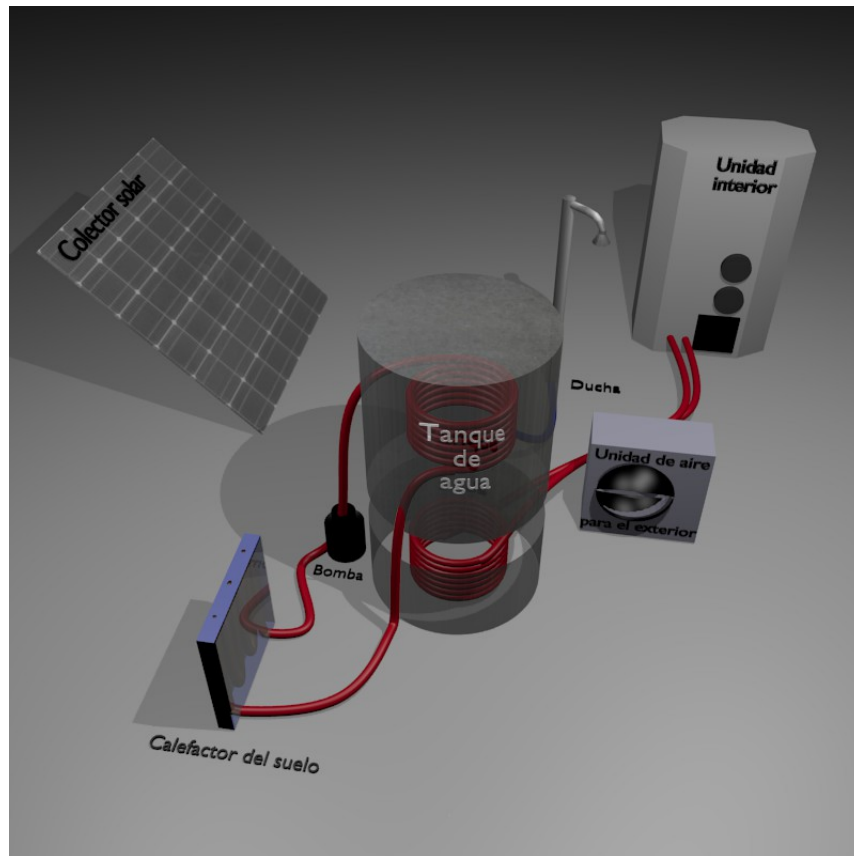
Debido a que cada sistema tiene diferentes capacidades de velocidad, distancia, y el volumen de datos, diferentes medios de comunicación Phys-Cos son adecuados para diferentes propósitos. Los siguientes soportes físicos están actualmente en uso:

- Redes de energía existentes. Esto se refiere a la instalación eléctrica ya se encuentra en el hogar para proporcionar energía a las luces y los electrodomésticos. Una ventaja es que ya hay puntos de venta en toda la casa. Las limitaciones que se tienen es

¹⁷http://wiki.topex.ro/index.php/Master/Slave_architecture

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Figura 22: Descripción de la tecnología HVAC en una casa inteligente



Fuente: autor

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

la baja frecuencia y en consecuencia baja transferencia de paquetes de datos. Estas limitaciones están relacionadas directamente con la capacidad de ancho de banda del cable. Actualmente la red eléctrica se utiliza para aplicaciones con requisitos de baja frecuencia (en esencia porque hay menor pérdida de energía), cómo son los electrodomésticos y la iluminación, y algunas aplicaciones de seguridad. Hay nuevos desarrollos tecnológicos que permiten la transferencia de información y datos a través de la red eléctrica a una velocidad mucho mayor. Los principales protocolos de comunicación pro de líneas eléctricas son X10¹⁸, CEBus¹⁹, LonWorks²⁰, HomePlug²¹ y EHS²².

- Líneas telefónicas existentes: En Colombia, la mayoría de los hogares tienen varias tomas de teléfono. Las líneas telefónicas pueden manejar señales con gran ancho de banda, tales como voz y comunicación de datos. Incluso las redes de entretenimiento puede ser implementado, el uso de nuevas tecnologías y aplicaciones desarrolladas recientemente.
- Red inalámbrica. Hay varias soluciones inalámbricas diseñadas para su uso en este tipo de red, y protocolos de este grupo incluyen red inalámbrica LAN²³, HomeRF²⁴, Bluetooth²⁵ y IrDA²⁶. Nuevo cableado. Sistemas "Cableado Estructurado" instalados específicamente para las comunicaciones de datos incluyen RG-6 (coaxial) Cable para sistemas multi-sala de esparcimiento; CAT 5 cable de datos, audio, vídeo y comunicaciones, y el cableado especial para altavoces, controles de origen, y así sucesivamente. El cable de fibra óptica también se está instalando en algunos hogares para proporcionar la capacidad futura adicional.

OSGi muestra una flexibilidad bastante considerable debido puede usar prácticamente cualquier medio e incluirlo dentro del sistema para que se lleve a cabo el funcionamiento del mismo.

Para la implementación de arquitecturas como OSGi es necesario algún tipo de comunicación ya sea cableada, inalámbrica, radial o por otras tecnologías como Bluetooth. Para esto es necesario usar una serie de protocolos. El cuadro muestra las principales tecnologías de telecomunicación usadas para las casas inteligentes en el sector residencial.

¹⁸Es un protocolo de comunicaciones para el control remoto de dispositivos eléctricos. Utiliza la línea eléctrica (220V o 110V) para transmitir señales de control entre equipos de automatización del hogar en formato digital. Se desarrolló en 1975, ver más en "www.x10.org"

¹⁹Es un estandar vigente en los Estados Unidos que ha sido desarrollado por la Asociación de Industrias Electrónicas (EIA-Electronic Industries Association), se desarrolló alrededor de 1984, ver más en "www.cebus.org"

²⁰Es un satandard abierto, fue desarrollada para resolver un problema de las redes de control tradicional , ver más en "www.eche-lon.com"

²¹Es el nombre de la familia de diversas comunicaciones de la línea de energía que las especificaciones de soporte de red a través de cableado eléctrico del hogar existente, ver más en "www.homeplug.org"

²²European Home Systems (EHS) es un protocolo para aplicaciones de control del hogar y comunicación, ver más en "www.ehsa.com"

²³Red de área local, red local LAN (Local Area Network por sus siglas en inglés) es en si una interconexión de varios dispositivos, se comenzó a usar entre los años 1973 y 1975. Ver más en anexos.

²⁴Es un estándar de comunicación basado en el teléfono inalámbrico digital mejorado. Se desarrolló en el 2003. Cómo característica principal transporta voz y datos por separado.

²⁵Es una especificación industrial para transmitir voz y datos, se desarrolló en 1998 y está orientado a toca clase de dispositivos principalmente a dispositivos móviles como teléfonos inteligentes.

²⁶Asociación de datos por infrarrojo (IrDA por sus sigla en inglés) es un estándar de transmisión y recepción de datos por infrarrojo. Se desarrolló en 1993 por IBM

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Tabla 1: Tecnologías más relevantes de telecomunicaciones en una casa inteligente

Inalámbricas	Cableadas	Mixtas
Wi-Fi	HomePlug	X10
Bluetooth	LonWorks	INSTEON
ZigBee	LAN	
Z-Wave		

En el trabajo de grado conjunto a este de nombre “Caracterización Tecnológica de la Topología de un Sistema de Gestión Energética Residencial, Trabajo de investigación”[56] se eligió a ZigBee²⁷ como el conjunto de protocolos que posee menor consumo del cuál se hablará a continuación. Por otro lado, la gran acogida de la tecnología Bluetooth ha hecho que sea ya un estándar en comunicaciones a corta distancia, a continuación se hablará sobre Bluetooth, ZigBee y se realizará una comparación entre las dos.

3.1.2. Bluetooth

Actualmente, la tecnología Bluetooth ya se utiliza para soportar una gran variedad de aplicaciones de energías inteligentes, y permite a los dispositivos con conectividad inalámbrica, que van desde simples sensores de energía hasta las redes de malla complejas que controlan las matrices solares. La tecnología Bluetooth puede proporcionar soluciones en energía inteligente en particular para aplicaciones en las que la operación robusta, la eficiencia de transmisión de datos, y la capacidad coexistir con otras tecnologías son muy importantes, y el rendimiento de las aplicaciones puede ser pequeña. Ejemplos de estos dispositivos son el control remoto y dispositivos de automatización del hogar, incluyendo electrodomésticos.

Bluetooth es una especificación que define redes de área personal inalámbricas (WPAN por sus siglas en inglés) formalizada en sus niveles más bajos –el nivel físico (PHY) y el control de acceso al medio (MAC)–, en el estándar IEEE 802.15.1

Las comunicaciones se realizan por radiofrecuencia, entre un máximo de 8 dispositivos, en la banda ISM libre de 2,4 GHz –entre 2,4 y 2,48 GHz para ser precisos–, empleando modulación FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) o de salto en frecuencia. Dichos saltos de frecuencia se producen entre un total de 79 frecuencias con intervalos de 1 MHz, lo cual proporciona seguridad y robustez.

Al establecerse la comunicación por radiofrecuencia, los dispositivos no tienen que estar alineados y pueden, incluso, estar en habitaciones separadas si la potencia de transmisión lo permite. Se definen tres tipos de dispositivos como refleja la Tabla 2, compatibles entre sí, con diferentes rangos de acción:

Los dispositivos Bluetooth también pueden clasificarse según su ancho de banda:

²⁷Es el nombre de la especificación de un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica para su utilización con radiodifusión digital, se desarrolló alrededor del 2004. En comienzo se usó para la domótica pero ha sido adaptado a la utilización en las redes inteligentes.

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Tabla 2: Clases de dispositivos Bluetooth en función de su potencia de transmisión

Clase	Potencia máxima permitida	Rango aproximado
I	100mW	100m
II	2,5mW	25m
III	1mW	1m

Tabla 3: Dispositivos Bluetooth en función de su ancho de banda

Versión	Ancho de Banda
1.0	1 Mbit/s
2.0	3 Mbit/s
UBW Bluetooth (propuesto)	53 - 480 Mbit/s

3.1.3. ZigBee

Es un conjunto de protocolos basados en radio-fusión digital de bajo consumo (Novel Wireless Mesh Networking Architectures for Future Smart Homes por sus siglas en inglés). Los protocolos son de alto nivel de comunicación inalámbrica. En principio, el ámbito donde esta tecnología tomó mayor importancia fue en la domótica, La razón de ello son diversas características que lo diferencian de otras tecnologías ²⁸²⁹.

ZigBee ha sido desarrollado para satisfacer la creciente demanda de capacidad de red inalámbrica entre varios dispositivos de baja potencia, con pequeños transmisores en cada dispositivo, lo que permite la comunicación entre dispositivos a un ordenador central.

Los encargados de desarrollar el estándar necesario para llevar a cabo este sistema, es un grupo de trabajo llamado Alianza ZigBee (ZigBee Alliance) el cual está formado por varias industrias, sin fines de lucro, la mayoría de ellas fabricantes de semiconductores. La alianza de empresas está trabajando conjuntamente con IEEE para asegurar una integración, completa y operativa. Esta alianza en las cuales destacan empresas como Invensys³⁰, Mitsubishi, Philips y Motorota trabajan para crear un sistema estándar de comunicaciones, vía radio y bidireccional, para usarlo dentro de dispositivos de automatización hogareña (domótica), de edificios (inmótica), control industrial, periféricos de PC, sensores médicos, etc[79, ?].

Específicamente ZigBee es el nombre de la especificación de un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica para su utilización con radiodifusión digital de bajo consumo, basada en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal (Wireless Personal Area Network, WPAN).

Su objetivo son las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de sus baterías, además de tratar de solucionar los problemas de interoperabilidad y costos de los protocolos propietarios en las aplicaciones de domótica (home automation).

²⁸<http://www.domodesk.com/a-fondo-zigbee>

²⁹<http://www.zigbee.org>

³⁰Invensys es una empresa de tecnología global que trabaja en colaboración con un amplio rango de clientes industriales y empresariales para diseñar y suministrar tecnología avanzada optimiza que su rendimiento y rentabilidad operativa, ver más en <http://www.invensys.com/en>

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Tabla 4: Tabla comparativa

	ZigBee	Bluetooth
Rango	10-100m	10m
Tasa de datos	20-250Kbps	1Mbps
Perfil de tiempo	Años	Días
Frecuencia de Operación	868Mhz, 902-928Mhz, 2,4 GHz	2.4GHz
Número de dispositivos por red	2 a 65000	8
Topología de la red	Árbol, estrella, malla	Picoredes
Consumo de transmisión	30mA	40mA
Consumo en Reposo	3uA	0,2mA
Seguridad	128bit AES	64 bit, 128 bits
Técnica de Modulación	OQPSK	GFSK
Tamaño de Pila	28kbytes	250kbytes

3.1.3.1. Breve comparación con la tecnología Bluetooth

Haciendo referencia a la diferencia de velocidades, Bluetooth se usa para aplicaciones con mayor carga de información para transmitir, como por ejemplo para teléfonos móviles e informática de hogar, tiene como objetivo acabar con el cableado entre los dispositivos que están muy cerca entre sí, por ejemplo, entre el teléfono móvil y un ordenador portátil o de escritorio o una impresora y una PC(Personal Computer).

La velocidad de ZigBee se hace insuficiente para estas tareas, desviándolo a usos tales como la domótica, productos dependientes de baterías, artículos de juguetería y sensores médicos, en los cuales la transferencia de datos es menor. Éste último caso de utilización de ZigBee garantiza que será un medio idóneo para nuestro proyecto que se basa en la transmisión de datos a partir de medidas capturadas por parte de un conjunto de sensores.

3.1.3.2. Dispositivos

Dispositivos utilizados en la tecnología ZigBee según el rol dentro de la red:

Coordinador ZigBee (ZigBee Coordinator, ZC). El tipo de dispositivo más completo. Debe existir uno por red. Sus funciones son las de encargarse de controlar la red y los caminos que deben seguir los dispositivos para conectarse entre ellos.

Router³¹ ZigBee (ZigBee Router, ZR). Interconecta dispositivos separados en la topología de la red, además de ofrecer un nivel de aplicación para la ejecución de código de usuario. Dispositivo final (ZigBee End Device, ZED).

Posee la funcionalidad necesaria para comunicarse con su nodo padre (el coordinador o un Router), pero no puede transmitir información destinada a otros dispositivos. De esta forma, este tipo de nodo puede estar dormido la mayor parte del tiempo, aumentando la vida media de sus baterías. Un ZED tiene requerimientos mínimos de memoria y es por tanto significativamente más barato.

³¹El Router es un dispositivo cuya función es la interconexión de la red interna o red LAN a la red externa generalmente a una conexión a internet.

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Como ejemplo de aplicación en Domótica, en una habitación de la casa se tendría diversos Dispositivos Finales (como un interruptor y una lámpara) y una red de interconexión realizada con Routers ZigBee y gobernada por el Coordinador.

Funcionalidad

Basándose en su funcionalidad, puede plantearse una segunda clasificación: Dispositivo de funcionalidad completa (FFD): También conocidos como nodo activo. Es capaz de recibir mensajes en formato 802.15.4. Gracias a la memoria adicional y a la capacidad de computar, puede funcionar como Coordinador o Router ZigBee, o puede ser usado en dispositivos de red que actúen de interfaz con los usuarios. Dispositivo de funcionalidad reducida (RFD): También conocido como nodo pasivo. Tiene capacidad y funcionalidad limitadas (especificada en el estándar) con el objetivo de conseguir un bajo coste y una gran simplicidad. Básicamente, son los sensores/actuadores de la red.

Un nodo ZigBee (tanto activo como pasivo) reduce su consumo gracias a que puede permanecer dormido la mayor parte del tiempo (incluso muchos días seguidos). Cuando se requiere su uso, el nodo ZigBee es capaz de despertar en un tiempo ínfimo, para volverse a dormir cuando deje de ser requerido. Un nodo cualquiera despierta en aproximadamente *15ms*. Además de este tiempo, se muestran otras medidas de tiempo de funciones comunes: Nueva enumeración de los nodos esclavo (por parte del coordinador): aproximadamente *30ms*. Acceso al canal entre un nodo activo y uno pasivo: aproximadamente *15ms*.

3.1.3.3. Topologías de red soportadas por ZigBee

En la topología en estrella, la cual se muestra en la siguiente Figura 23, todos los dispositivos en la red sólo pueden comunicarse con el coordinador PAN. Un caso típico en la formación de una red en estrella es que un dispositivo FFD programado para ser un coordinador PAN se activa y comienza a establecer su red. Lo primero que hace el coordinador PAN es seleccionar un identificador único el cual no es utilizado por cualquier otra red dentro del radio de cobertura de ese dispositivo, en otras palabras, se asegura que el identificador no sea utilizado por cualquier otra red cercana.

Topología de estrella

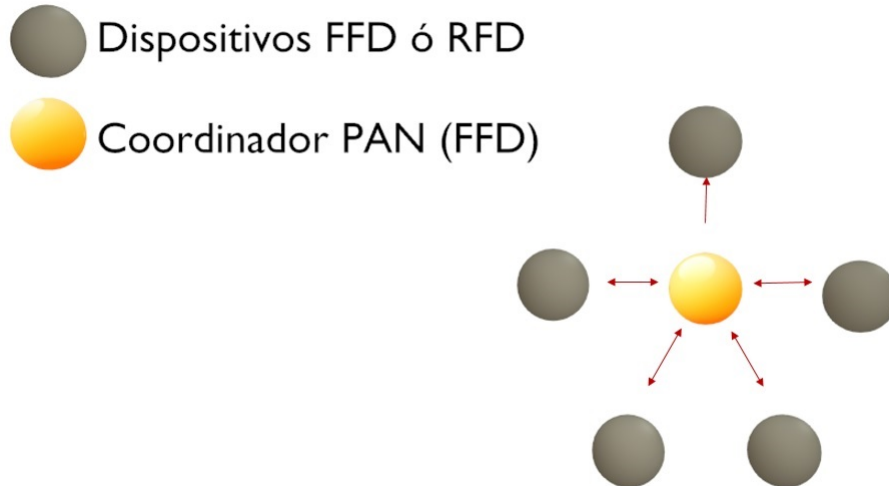
En una topología de punto a punto Figura 24, cada dispositivo puede comunicarse directamente con cualquier otro dispositivo, si estos se encuentran lo suficientemente cerca como para establecer un vínculo de comunicación con éxito. Cualquier dispositivo FFD en una red de punto a punto puede tomar el papel de coordinador PAN, una forma de decidir cual dispositivo sera el coordinador PAN es tomar el primer dispositivo FFD que empiece una comunicación como coordinador PAN. En una red de punto a punto, todos los dispositivos que participan en la transmisión de mensajes son del tipo FFD, ya que los RFD nos son capaces del envío de mensajes, sin embargo los RFD pueden ser parte de la red y comunicarse sólo con un dispositivo en particular (un coordinador o un router) en la red.

Topología de malla:

En la Figura 25 se muestra un ejemplo de cómo transmitir un mensaje puede ayudar a ampliar el alcance de la red e incluso esquivar las barreras que se presenten en el camino. Por ejemplo, el dispositivo A tiene que enviar un mensaje al dispositivo B, pero hay una

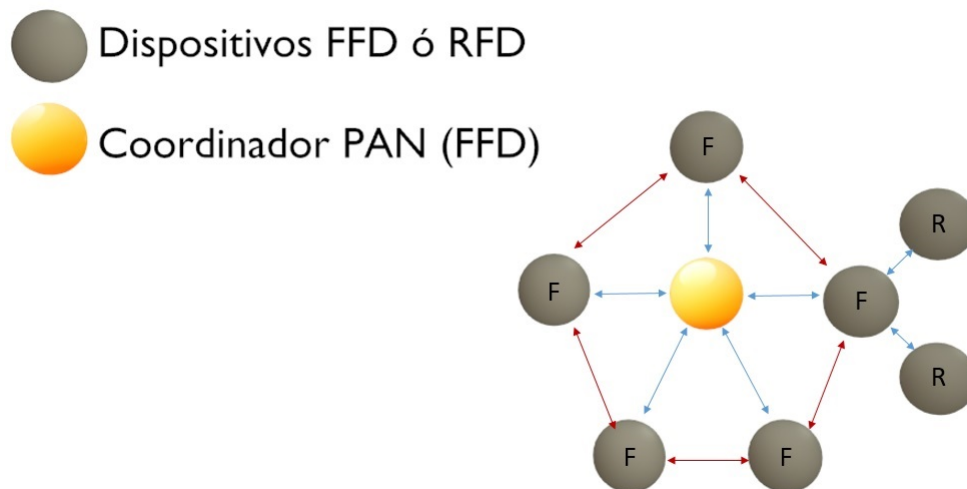
3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Figura 23: Topología estrella



Fuente: Basada en la Figura 4, Comparisons of Home Area Network Connection Alternatives for Multifamily Dwelling Units, 2011

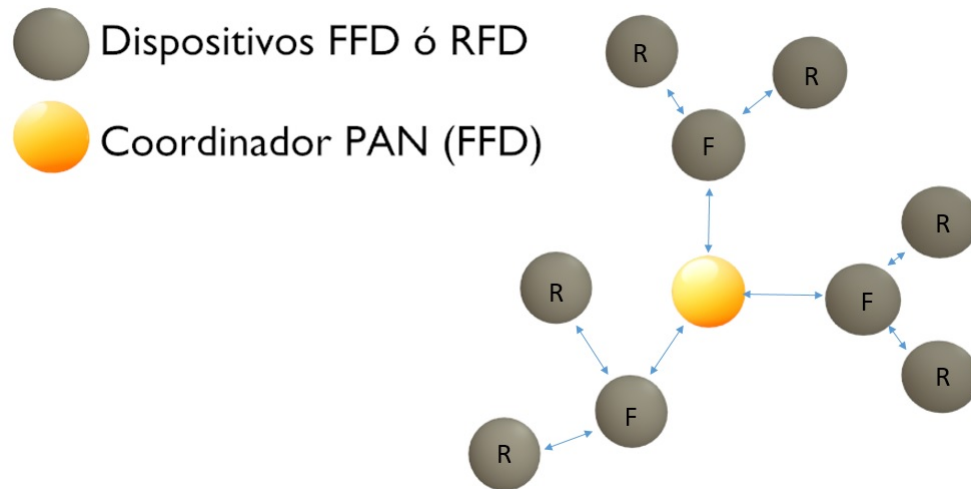
Figura 24: Topología de malla



Fuente: Basada en la Figura 4, Comparisons of Home Area Network Connection Alternatives for Multifamily Dwelling Units, 2011

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Figura 25: Topología de árbol



Fuente: Basada en la Figura 4, Comparisons of Home Area Network Connection Alternatives for Multifamily Dwelling Units, 2011

barrera entre ellos que es difícil de penetrar para la señal. La topología de Árbol ayuda a transmitir el mensaje alrededor de la barrera y poder llegar dispositivo B.

Topología de árbol:

3.1.3.4. Características

A continuación se nombran las características principales de ZigBee

- ZigBee, también conocido como "HomeRF Lite", es una tecnología inalámbrica con velocidades comprendidas entre $20kB/s$ y $250kB/s$.
- Los rangos de alcance son de $10m$ a $75m$.
- Puede usar las bandas libres ISM (6) de $2,4GHz$ (Mundial), $868MHz$ (Europa) y $915MHz$ (EEUU).
- Una red ZigBee puede estar formada por hasta 255 nodos los cuales tienen la mayor parte del tiempo el transceiver ZigBee dormido con objeto de consumir menos que otras tecnologías inalámbricas.
- Un sensor equipado con un Transceiver ZigBee³² pueda ser alimentado con dos pilas AA durante al menos 6 meses y hasta 2 años
- La fabricación de un transmisor ZigBee consta de menos circuitos analógicos de los que se necesitan habitualmente.

³²Es un receptor de ZigBee

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

- Diferentes tipos de topologías como estrella, punto a punto, malla, árbol.
- Acceso de canal mediante CSMA/CA(7) (acceso múltiple por detección de portadora con evasión de colisiones).
- Escalabilidad de red – Un mejor soporte para las redes más grandes, ofreciendo más opciones de gestión, flexibilidad y desempeño.
- Fragmentación – Nueva capacidad para dividir mensajes más largos y permitir la interacción con otros protocolos y sistemas.
- Agilidad de frecuencia – Redes cambian los canales en forma dinámica en caso que ocurran interferencias.
- Gestión automatizada de direcciones de dispositivos - El conjunto fue optimizado para grandes redes con gestión de red agregada y herramientas de configuración.
- Localización grupal – Ofrece una optimización adicional de tráfico necesaria para las grandes redes.
- Puesta de servicio inalámbrico – El conjunto fue mejorado con capacidades seguras para poner en marcha el servicio inalámbrico.
- Recolección centralizada de datos – El conjunto fue sintonizado específicamente para optimizar el flujo de información en las grandes redes.

3.1.3.5. Ventajas y desventajas

Las ventajas de la tecnología ZigBee se basan en el principio del bajo costo sin embargo a base de este principio se sacrifican ciertos parámetros como se vera a continuación.

Ventajas:

- Ideal para conexiones punto a punto y punto a multipunto
- Diseñado para el direccionamiento de información y el refrescamiento de la red.
- Opera en la banda libre de ISM 2.4 Ghz para conexiones inalámbricas
- Óptimo para redes de baja tasa de transferencia de datos.
- Alojamiento de 16 bits a 64 bits de dirección extendida.
- Reduce tiempos de espera en el envío y recepción de paquetes.
- Detección de Energía (ED).
- Baja ciclo de trabajo - Proporciona larga duración de la batería.
- Soporte para múltiples topologías de red: Estática, dinámica, estrella y malla.
- Hasta 65.000 nodos en una red.
- 128-bit AES de cifrado - Provee conexiones seguras entre dispositivos.

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Tabla 5: Características de los protocolos del IEEE 802.11 más usados

Protocolo	Banda ISM	Velocidad
802.11b	2.4 GHz	11 Mbit/s
802.11g	2,4 GHz	54 Mbit/s
802.11n	2.4,5.4 GHz	600 Mbit/s

- Son más baratos y de construcción más sencilla.

Desventajas:

- La tasa de transferencia es muy baja.
- Solo manipula textos pequeños comparados con otras tecnologías.
- ZigBee trabaja de manera que no puede ser compatible con Bluetooth en todos sus aspectos porque no llegan a tener las mismas tasas de transferencia, ni la misma capacidad de soporte para nodos.
- Tiene menor cobertura porque pertenece a redes inalámbricas de tipo WPAN.

En conclusión, la tecnología ZigBee es fundamental para el desarrollo de las redes inteligentes ya como se ha demostrado en proyectos anteriores como el de [56], donde se demostró que esta tecnología no solo es factible sino que también es la mas adecuada para el perfil de una casa inteligente.

Otra tecnología inalámbrica importante y que se encuentra en auge desde hace algunos años especialmente en la comunicación de los computadores personales y los teléfonos celulares es la tecnología WiFi debido a la facilidad de uso gracias a una adecuada estandarización. Esta tecnología también es aplicada a las redes inteligentes.

3.1.3.6. WiFi

WiFi, dada su amplia expansión en el entorno doméstico, la tecnología WiFi es la primera opción que se tiene para integrar los dispositivos a la red inteligente. Se basa en el estándar IEEE 802.11³³, que define los dos niveles inferiores del modelo OSI: capa física y de enlace. Todas las versiones de 802.11x, contribuyen la ventaja de compatibilidad entre sí, de forma en el que el usuario no necesita nada más que su adaptador (modem o router) Wi-Fi, para poder conectarse a la red. Generalmente estos dispositivos suelen tener un alcance de 100 metros aproximadamente. En la actualidad la mayoría de productos son de la especificación B o G, aunque ya ha sido ratificado el estándar 802.11n que eleva el límite teórico hasta los 600 Mbit/s. El cuadro 5 recoge una comparativa de sus características.

Sin embargo, debido a los requisitos de alcance de las redes de área local inalámbricas, Wi-Fi presenta consumos muy superiores a los de otras tecnologías como Bluetooth o Zigbee, que tienen menor alcance y unas tasas de transmisión muy inferiores.

³³Es un protocolo de la rama 802.x, estas definen la tecnología de redes de área local y redes de área metropolitana.

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

3.1.3.7. Z-WAVE

Z-Wave es un protocolo de comunicación inalámbrica diseñado para la automatización del hogar, específicamente para controlar de forma remota las aplicaciones en entornos residenciales y comerciales. La tecnología utiliza una radio RF de baja potencia integrado o modernizado en los dispositivos y sistemas electrónicos para el hogar, como la iluminación, control de accesos residenciales, sistemas de entretenimiento y electrodomésticos.

A diferencia de otros sistemas diseñados originalmente para transmitir grandes flujos de información, Z-Wave opera en una banda distinta a la super-poblada ISM de $2,4GHz$, que varía en función de la ubicación geográfica: $908,42MHz$ en Estados Unidos; $868,42MHz$ en Europa; $919,82MHz$ en Hong Kong; y $921,42MHz$ en Australia y Nueva Zelanda. Esto le permite ser prácticamente inmune a interferencias de otros dispositivos electrónicos presentes en la vivienda. Su ancho de banda ronda los $40kB/s$ con modulación GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying) y presenta un alcance de unos 30 metros en espacios abiertos.

Z-Wave emplea una topología de red mallada con uno o varios maestros que controlan el enrutado y la seguridad. Gracias a ello, los dispositivos pueden comunicarse entre sí utilizando nodos intermedios para salvar obstáculos que impidan un enlace directo por radiofrecuencia. Por ejemplo, un mensaje del nodo A al C puede ser transmitido satisfactoriamente aunque este último no se encuentre dentro de su alcance, siempre y cuando ambos puedan comunicarse con un nodo intermedio B. Por tanto, una red Z-Wave puede expandirse mucho más allá del alcance de un único dispositivo, a costa de introducir un retardo por tener que emplear nodos adicionales.

3.1.4. LAN

Red de Área Local (Local Area Network por sus siglas en inglés), es la tecnología usada para conectar varios dispositivos dentro de una integración de tecnologías para la red de aplicaciones de las casas inteligentes. La red de área local o red LAN fue desarrollada en 1983 para conectar varios computadores dentro de una red pequeña. En general, es la tecnología usada para conectar varios dispositivos dentro de una red³⁴. Antiguamente su extensión estaba limitada físicamente a un edificio o a un entorno de 200 metros, que con repetidores podía llegar a la distancia de un campo de 1 kilómetro, sin embargo, hoy en día y gracias a la mejora de la potencia de redes inalámbricas y el aumento de la privatización de satélites, es común observar complejos de edificios separados a más distancia que mantienen una red de área local estable[58, 25].

3.1.4.1. Características

- Tecnología Broadcast (difusión) con el medio de transmisión compartido.
- Capacidad de transmisión comprendida entre $1Mb/s$ y $1Gb/s$.
- Uso de un medio de comunicación privado.
- La simplicidad del medio de transmisión que utiliza (cable coaxial, cables telefónicos, fibra óptica y WiFi)

³⁴Tomado de Managing and Deployment of Applications with OSGi in the Context of Smart Home

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

- La facilidad con que se pueden efectuar cambios en el hardware y el software.
- Gran variedad y número de dispositivos conectados.
- Posibilidad de conexión con otras redes.
- Limitante de 100 m, puede llegar a más si se usan repetidores. Actualmente la repetición orbital abarca todo el planeta.

Los estándares que ocupa la red LAN usan variados protocolos de telecomunicación y estándares de la IEEE. El estándar IEEE es el que utiliza las dos primeras capas del modelo OSI que son la capa física y la capa de enlace de datos, este tipo de estándar se define como la tecnología de una red de área local LAN. Este tipo de estándar maneja dos tipos de ancho de banda de 2.4Ghz y de 5Ghz para la comunicación los puntos, los inconvenientes más comunes que puede presentar este tipo de estándar es que su comunicación se ve interferidas por hornos microondas, teléfonos inalámbrico y cualquier tipo de dispositivo que utilice una banda de 2.4Ghz³⁵.

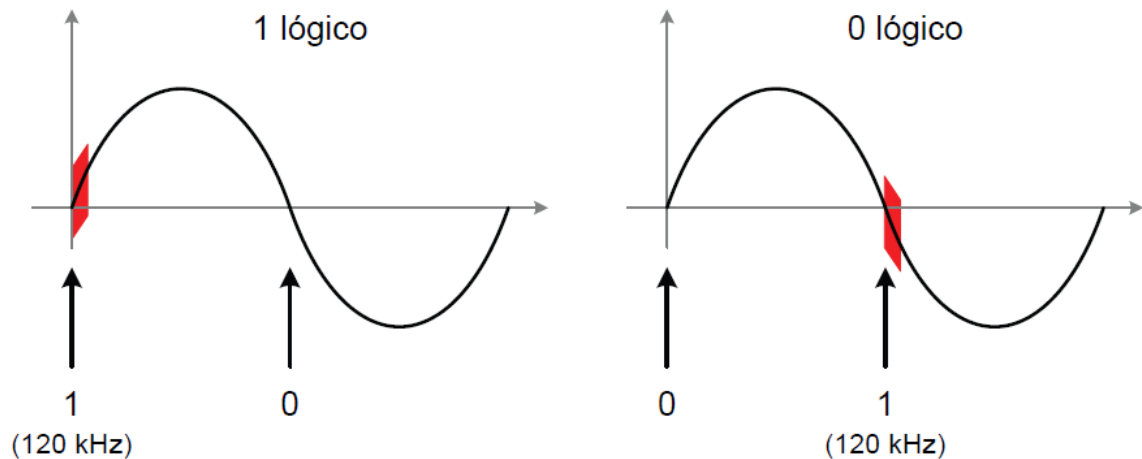
Los estándares que se maneja en las redes LAN se presentan:

- 802.1: Este estándar maneja una velocidad de 48bits.
- 802.2: Encargado del control de enlaces lógicos.
- 802.3: Encargado de la detección de colisiones y el acceso múltiple.
- 802.4: El estándar Token-Bus para redes con un ancho amplio de banda.
- 802.5: Define las interfaces y el cableado para las conexiones Token-Ring.
- 802.6: Este define un protocolo de alta velocidad donde las estaciones comparten un Bus dual de fibra óptica usando un método llamado BusDual de Cola Distribuida (DQDB).
- 802.7: Este es un grupo asesor de anchos de banda.
- 802.8: Este el grupo asesor técnico de fibra óptica.
- 802.9: Trabaja en la integración de voz, datos y video.
- 802.10: Este el grupo asesor técnico de seguridad de redes.
- 802.11: Este trabaja en la definición de estándares para redes inalámbricas.
- 802.12: Este maneja el método estándar de Ethetnet de 100Mbps.

³⁵“TECNOLOGIAS LAN. , SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE”, 2011

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Figura 26: 3.1.5 Transmisión de un 'alto' y un 'bajo' lógicos en X10



Fuente: basada en AUTOMATIZACIÓN DEL HOGAR USANDO EL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN X10, Universidad Austral de Chile

3.1.5. X10

X10 es una tecnología y protocolo de comunicaciones para el control remoto de dispositivos eléctricos. Se desarrolló en 1975 por la empresa escocesa Pico Electronics³⁶. Fue la primera tecnología domótica en aparecer, su popularidad hoy en día hace que esta sea una alternativa real a las redes inteligentes. Funciona tanto por red cableada como inalámbricamente debido a la naturaleza de la transmisión. Las señales de control de X10 se basan en la transmisión, a través de la línea eléctrica de baja tensión, de ráfagas de pulsos a 120kHz , que se sincronizan con el cruce por cero de la señal de la red para aprovechar los momentos de relativa ausencia de ruido de las fuentes de alimentación, ordenadores o fluorescentes. Con la presencia de una ráfaga de 1 ms en el paso por 0o y su ausencia en el semiciclo siguiente, se representa un “alto” lógico, mientras que la transmisión inversa, es decir, si los pulsos se envían con un desfase de 180° en vez de 0° , representa un bajo lógico así como lo muestra la Figura . Además, cada orden se transmite 2 veces para disminuir el riesgo de errores. Así pues, las velocidades de transmisión oscilan en torno a los 20 bit/s, por lo que esta tecnología es tan lenta que su uso se restringe a operaciones muy simples, como pueden ser el encendido o apagado de dispositivos.

Algunos inconvenientes que surgen con la utilización de X10 son que sólo se puede controlar un dispositivo al mismo tiempo para evitar colisiones entre los pulsos y que, dado que únicamente puede direccionar 256 dispositivos, existe la posibilidad de que algún vecino instale dispositivos con la misma dirección cuyas órdenes se confundan entre sí. Finalmente, si una vivienda dispone de una instalación trifásica, las señales de control no pueden llegar a los dispositivos conectados a fases diferentes. Para solucionarlo, se suele colocar condensadores entre las fases a modo de pasarela para la señal.

Para mitigar estos inconvenientes, se desarrolló un protocolo para el X10 el cuál consiste

³⁶Es una empresa dedicada a la producción y distribución de dispositivos como transformadores, inductores, Convertidores DC-DC, AC-DC, entre otros. Ver más en www.picoelectronics.com

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

en enviar pulsos por radiofrecuencia en vez de la línea eléctrica. Estados Unidos se hace a 310 MHz, mientras que en el resto del mundo funciona a 433,92MHz. Es por esta razón que esta tecnología se considera un sistema mixto, ya que transmite tanto por cable como de forma inalámbrica.

Diseñado por SmartLabs Technology, INSTEON es un protocolo propietario concebido para corregir las limitaciones inherentes a X10, preservando la compatibilidad con dicha tecnología. El principio de funcionamiento es básicamente el mismo, con la diferencia de que en cada paso por cero de la tensión de la red se envían paquetes de 24 bits con modulación BPSK (Binary Phase-Shift Keying) utilizando una portadora de 131,65 kHz. Con esta medida se consiguen tasas de transmisión efectivas de unos $2,880kb/s$. Así mismo, transmite por radiofrecuencia en FSK (Frequency Shift Keying) a 904 MHz, con la ventaja respecto a X10 de que todos los dispositivos funcionan como repetidores en una red mallada que puede estar constituida por hasta $16^{777,216}$ nodos. De este modo se consigue un doble objetivo: asegurar que el mensaje llega a su destino y garantizar redundancia para verificar si se han producido errores. Si el destino no confirma la correcta recepción, el mensaje es reenviado.

3.2. Metodologías

En esta parte del capítulo, inicialmente se presentan de manera generalizada los métodos que aprovechan todo tipo de información que se pueda obtener del sistema, que en este documento se denomina genéricamente como “descriptores”. Se presenta por tanto un estado de l arte de los MCBC (métodos basados en el conocimiento) que se pueden adaptar al problema de la localización de fallas. Finalmente se omiten los métodos que estiman la impedancia desde el punto de medida, a partir de los valores eficaces de pre-falta y falta del fundamental de tensión y corriente y los parámetros de la red; denominados como Métodos Basados en el Modelo (MBM) ya que estos son métodos que se reducen a cálculos. Por último se realizar un análisis comparativo de los mismos mediante una tabla.

3.2.1. Aplicaciones de sistemas basados en el conocimiento a la localización de fallas en redes de distribución

En esta parte del capítulo se muestra la síntesis de varios trabajos importantes en el área de las metodologías propias del campo de las redes inteligentes en el sector residencial. Esta Sección tiene como intención, dar una mirada al estado del arte acerca aplicaciones e implementaciones realizadas en el área de localización de fallas.

“Un sistema basado en el conocimiento para localizar interrupciones del servicio usando datos comprensibles de las llamadas de los clientes, sistemas automáticos de medida remotos y sistemas de control supervisado y adquisición de datos (SCADA)”³⁷. El algoritmo usa la capacidad de lectura bajo demanda del sistema de medida, el cual permite una comunicación entre el centro de control y los controles del medidor. El escalamiento involucra la búsqueda de la región de acuerdo con la información comprensiva de la interrupción. El procedimiento de solicitud de información a los medidores incluye el diseño del esquema de solicitud de información y la confirmación de la localización de la interrupción de acuerdo

³⁷Y. Liu; N. Schulz, “Knowledge-based system for distribution system outage locating using comprehensive information”. IEEE Transactions on Power Systems, Volume 17, Issue 2, May 2002 Page(s):451 – 456

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

con los resultados del análisis de la información recibida. El algoritmo fue diseñado para trabajar adecuadamente durante una o varias situaciones de interrupción del servicio.

Basado en una red Bayesiana y con base a datos históricos y en estudios avanzados para el diagnóstico de faltas en alimentadores de distribución. Esta red logra imitar la relación causal entre el equipo bajo falta y las observaciones durante las interrupciones del servicio del alimentador, tales como distribución regional de las llamadas de reporte de problema de los clientes, observaciones anormales de los alimentadores expresados en las llamadas, y los eventos climáticos en la región en la que se encuentra la línea. El sistema desarrollado fue usado para simular varios escenarios de falta del alimentador y para entrenar equipos de mantenimiento e inspección de alimentadores. El cuestionario desarrollado puede ser rápidamente adaptado para asegurar las fortalezas de las reglas de inferencia en otras redes bayesianas[44].

“La aplicación de las redes neuronales de función de base radial (RBF), se utiliza para la clasificación y localización de fallas en líneas de transmisión. Las muestras instantáneas de tensión y corriente, se utilizan como entradas de una red neuronal artificial. Para la clasificación de la falla, únicamente las muestras de falla y pre falla de la corriente son suficientes, para la localización de requieren las muestras de pre falla y falla de ambos, tensión y corriente de las tres fases. Para validar la propuesta, se realizaron estudios de simulación en dos modelos de sistema de potencia, uno de ellos es una línea de transmisión alimentada por un solo terminal, mientras que el otro es una línea alimentada por ambos terminales”. El modelo fue sometido a diferentes tipos de faltas a condiciones de operación diferentes para las variaciones en la localización de la falta, ángulo de inserción de la misma y resistencia de falta. Los equipos de mantenimiento usualmente identifican las faltas utilizando las llamadas de los clientes quienes reportan problemas, observaciones anormales en los alimentadores que han sido reportados en las llamadas. Usualmente cada falta es registrada en una tabla que incluye la hora, la fecha, la dirección, el equipo faltado, las causas o accidentes, entre los más importantes. Estas bases de datos acumulan una gran cantidad de información durante años. El estudio propuesto en ³⁸ está orientado al uso de la “rough set 24 theory” (herramienta matemática para manipular conjuntos de información vaga o incompleta), como una herramienta de minería de datos para obtener patrones y reglas útiles para el diagnóstico del equipo en falta y su localización. En particular, los datos históricos de alimentadores de distribución de sistemas reales de Taiwán Power Company fueron usados para la validación de la metodología propuesta[44].

Una propuesta para realizar el diagnóstico de las fallas en redes de distribución, a partir del uso de conocimientos heurísticos de los operadores del centro de control y de la información obtenida de las bases de datos de la red y los sistemas SCADA ³⁹. Sin embargo, como todos los conocimientos heurístico son inexactos e inciertos. La información obtenida del sistema de control remoto contiene desacuerdos y puede ser incorrecto, conflictivo o inadecuado. Este artículo propone un método basado en la teoría de conjuntos difusos para tratar la incerteza involucrada en el proceso de localización de faltas en las redes de distribución.

³⁸J. Peng, C.Chien; T. Tseng, “Rough set theory for data mining for fault diagnosis on distribution feeder” IEE Proceedings Generation, Transmission and Distribution, - Volume 151, Issue 6, 12 Nov. 2004 Page(s):689 – 697

³⁹P. Jarventausta, P. Verho, and J. Partanen, “Using fuzzy sets to model uncertainty in fault location process of distribution networks,” IEEE Trans. Power Delivery, vol. 9, pp. 954–960, Apr. 1994.

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

En ⁴⁰ se hace una propuesta de un sistema experto basado en reglas, para localizar las faltas en un sistema de distribución. Un conjunto de métodos y reglas heurísticas son compiladas a partir de la experiencia de los operadores y se encuentran embebidas en la base de reglas[44]. Para localizar fallas en sistemas de distribución, un mecanismo de inferencia se desarrollado para que desempeñe razonamientos deductivos en las reglas de la base de conocimiento. El mecanismo de inferencia comprende tres partes principales: Un método dinámico de búsqueda, aproximación de “backtracking”(algoritmo usado por lenguajes de programación lógica tales como Prolog para encontrar los posibles caminos para alcanzar una meta) y la operación de intersección de conjuntos. Un algoritmo para basado en las señales de corriente medidas en la subestación de distribución, el conocimiento de los elementos de protección y las redes ANFIS se presenta en este documento⁴¹.

Como resultado se muestra que este método permite localizar la zona bajo falla pro el uso de patrones de corriente mediante la elaboración de reglas “if-then” y el uso del modulo neuronal. En esta aplicación se utilizan las características asociadas a las variaciones de la señal de corriente, como resultado de la operación de los dispositivos de protección del circuito tales como reconectadotes, seccionadores y fusibles. Esto es lo que se denomina como “firma” del sistema”[44].

Cada uno de estos métodos posee sus ventajas y desventajas. Entre las más importantes están el requerimiento de gran cantidad y diversidad de fuentes de información tal como llamadas de clientes, mediciones del sistema SCADA y condiciones climáticas entre otros⁴² ⁴³ ⁴⁴ ⁴⁵. Otros sistemas plantean el uso de un conocimiento avanzado de los operadores con el fin de desarrollar sistemas basados en reglas ⁴⁶ ⁴⁷. Además se encuentra un método muy interesante, que utiliza sólo las medidas de tensión y de corriente, y que muestra su efectividad para localizar faltas en redes de transmisión es el que se presenta 25 en ⁴⁸. Un método aplicado a las redes de distribución se presenta en ⁴⁹, el cual a pesar de usar

⁴⁰Y. Hsu, F. Liu, Y. Chien, J. Liu, J.. Lin, H. Yu, and R. Kuo, “An expert system for locating distribution system faults” in Proc. IEEE/PES Summer Meeting, July 1990, pp. 366–372.

⁴¹R. Mahanty; P. Gupta; “Application of RBF neural network to fault classification and location in transmission lines” IEE Proceedings Generation, Transmission and Distribution,- Volume 151, Issue 2, 2 March 2004 Page(s):201 - 212

⁴²Y. Liu; N. Schulz, “Knowledge-based system for distribution system outage locating using comprehensive information”. IEEE Transactions on Power Systems, Volume 17, Issue 2,May 2002 Page(s):451 – 456

⁴³C. Chien; S. Chen; Y. Lin; “Using Bayesian network for fault location on distribution feeder” IEEE Transactions on Power Delivery Vol. 17, Issue 3, 2002 Page(s):785 – 793.

⁴⁴S. Huang; “Application of immune-based optimization method for faultsection estimation in a distribution system”. IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 17, Issue 3, July 2002 Page(s):779 – 784.

⁴⁵J. Peng, C.Chien; T. Tseng,”Rough set theory for data mining for fault diagnosis on distribution feeder” IEE Proceedings Generation, Transmission and Distribution, - Volume 151, Issue 6, 12 Nov. 2004 Page(s):689 – 697

⁴⁶P. Jarventausta, P. Verho, and J. Partanen, “Using fuzzy sets to model uncertainty in fault location process of distribution networks,” IEEE Trans. Power Delivery, vol. 9, pp. 954–960, Apr. 1994.

⁴⁷Y. Hsu, F. Liu, Y. Chien, J. Liu, J.. Lin, H. Yu, and R. Kuo, “An expert system for locating distribution system faults” in Proc. IEEE/PES Summer Meeting, July 1990, pp. 366–372.

⁴⁸R. Mahanty; P. Gupta; “Application of RBF neural network to fault classification and location in transmission lines” IEE Proceedings Generation, Transmission and Distribution, - Volume 151, Issue 2, 2 March 2004 Page(s):201 – 212

⁴⁹R. Mahanty; P. Gupta; “Application of RBF neural network to fault classification and location in transmission lines” IEE Proceedings Generation,Transmission and Distribution,- Volume 151, Issue 2, 2 March 2004 Page(s):201 - 212

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Tabla 6: Se presentan algunas de las principales características de los métodos analizados

Aplicación	Técnica Utilizada	Información requerida	Informacion de salida
Distribución	Sistemas expertos	Llamadas de clientes, medidas del sistema e información remita del sistema SCADA.	Region o equipo en falla
Distribución	Redes bayesianas	Datos históricos de faltas, llamadas de clientes, conocimiento de los expertos	Equipo en falla
Distribución	Algoritmos inmunes	Activación de elementos de protección, estado de interruptores de la subestación	Alimentadores, equipos en falla
Transmisión	Redes Neurales RBF	Medidas de tensión y corriente en la subestación	Tipo de falla y distancia de falla
Distribución	"Rough set theory"	Parámetros del circuito, Medidas de V e I, Condiciones climáticas, posible causa de la falla	Equipo en falla
Distribución	Teoría de conjuntos difusos	Parámetros y topología del sistema, Medidas de tensión y corriente, Información de SCADA ((Corriente da falta, activación de detectores de falta, condiciones climáticas), Información de activación de protecciones.	Distancia de falla
Distribución	Sistema basado en reglas	Parámetros y topología de la red, histórico de Región en falla y llamadas de los clientes.	Region en falla
Distribución	Sistema basado en reglas	Medidas de corriente	Region en falla

solo información de los patrones de corrientes registrados bajo condiciones de falta, está limitado a sistemas pequeños y la determinación de una zona en falta, que debe ser muy grande para satisfacer las condiciones de precisión del método[44].

3.2.2. Control dinámico de flujos de potencia

El control dinámico del flujo de potencias, propone métodos "inteligentes", que asociados al proceso de sistematización y apoyados por la automatización insertada en la red, puedan modificar estados de la misma y permitir flujos de corriente preferenciales a zonas explícitas de la red. Además de mantener la calidad de la energía en niveles adecuados, obtener información en tiempo real mediante sensores de voltaje, corriente, fase, entre otros. Con el fin de conocer el flujo de potencia en el sistema eléctrico y mediante tecnologías SSSC (por sus siglas del inglés, Synchronous Series Static Compesator) y UPFC (por sus siglas del inglés, Unified Power Flow Compensator) poder ejecutar acciones para re- direccionar dicho flujo optimizando el desempeño de las líneas en condiciones de contingencia, normales y/o sobrecarga. Teniendo en cuenta que ampliar los márgenes de confiabilidad y preservar la seguridad del sistema es la misión primordial de una empresa de distribución de energía eléctrica. Los sistemas más antiguos son de estructura radial, principalmente porque que proporcionan una buena relación costo beneficio y son plenamente controlables. Sin embargo, los sistemas radiales son poco confiables, ya que una falla puede resultar en un corte de energía para todos los usuarios que pertenecen a él, comprometiendo gravemente la confiabilidad del sistema"⁵⁰.

⁵⁰Diego Miranda Perez, "ESTADO Y DESARROLLO DE LA TECNOLOGIA SMART GRID EN COLOMBIA.", 2008, Página 26

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Un enfoque más simple que mejora la confiabilidad de los sistemas de distribución está basado en el uso de redes en malla altamente interconectadas. Esas redes se han utilizado en alta densidad en las zonas urbanas durante muchos años por la alta confiabilidad alcanzada, algunas líneas son sub-utilizadas y se presenta falta de flexibilidad en virtud de contingencias o de las condiciones de crecimiento de la carga. Con el uso de nuevas técnicas se puede lograr que estas redes sean más controlables y maximizar la capacidad de la red en virtud de diversas contingencias y condiciones de crecimiento de la carga, una de estas técnicas se basa en el uso de módulos de control de flujo de potencias conocidos como módulos CLIC (por sus siglas del inglés, Current Limiting Conductor)[44].

3.2.3. Los dispositivos FACTS

Como un resultado del crecimiento de los sistemas y de la mala regulación, surgieron problemáticas que han causado serias perturbaciones en los sistemas, que generan requerimientos adicionales para el control de flujo de carga y para suplir con confiabilidad todo el sistema, por ende estimulando el desarrollo de equipos de control para SEP's, a diseñar esquemas de protección del sistema contra inestabilidad de voltaje, inestabilidad angular, inestabilidad de frecuencia, con el fin de incrementar propiedades de amortiguamiento o para otros propósitos específicos como evitar la apertura de líneas en cascada. Existen diferentes dispositivos de control utilizados para garantizar la operación estable de los sistemas eléctricos de potencia[44]. Los controles convencionales utilizados para estos efectos hacen uso de teorías avanzadas de control que actúan sobre variables críticas de las máquinas generadoras y que permiten, bajo ciertas condiciones, incrementar los límites de estabilidad y por tanto, controlar el amortiguamiento de las oscilaciones que puedan aparecer en el sistema. Sin embargo, este tipo de controladores que actúan sobre la máquina síncrona, por sí solos no permiten realizar manejo de la congestión del SEP, y con el incremento en el suministro de energía a grandes distancias se podrían tener condiciones severas en la transmisión, bajo las cuales estos controles convencionales pueden, en algunos casos, no suministrar amortiguamiento suficiente ante la presencia de oscilaciones tipo inter-área.

Las innovaciones en tecnología de semiconductores han permitido la construcción de nuevos y poderosos tiristores como los tiristores de apagado de puerta, GTOs (Gate Turn off Thyristors por sus siglas en inglés) y como los transistores bipolares de puerta aislada, IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor por sus siglas en inglés). El desarrollo basado en esos dispositivos semiconductores primero estableció la tecnología de transmisión DC a alto voltaje HVDC, como una alternativa para la transmisión AC a largas distancias, y ésta tecnología, a su vez, estableció la base para el desarrollo de los sistemas de transmisión flexible en AC, FACTS, equipos que pueden ser usados para resolver los problemas en sistemas de transmisión AC mencionados en los numerales anteriores. Los controladores FACTS son el resultado de una combinación de equipos convencionales de compensación, tecnología de punta en electrónica de potencia y de microelectrónica. Estos aspectos sumados al uso de los avances en el área de las comunicaciones, hacen de los dispositivos FACTS equipos que contribuyen a una operación óptima de un SEP. Así, los FACTS pueden ser definidos como aquellos sistemas de transmisión en corriente alterna basados en electrónica de potencia, y en otros controladores estáticos, cuyo fin es aumentar la controlabilidad e incrementar la capacidad de transferencia de potencia de un SEP[44].

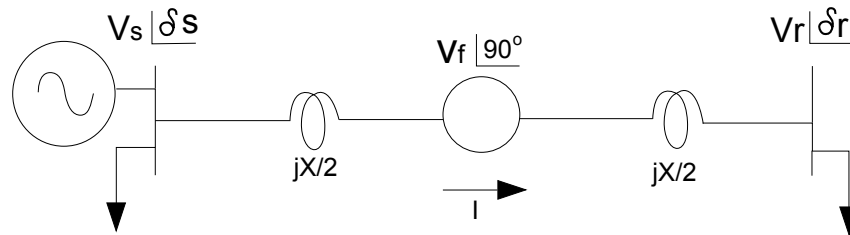
3.2.4. Controlador

Los controladores hacen que los sistemas se mantengan dentro de los parámetros adecuados para el desarrollo del ejercicio del propio sistema. A continuación se detallará el controlador en serie.

3.2.4.1. Controladores en serie

El controlador serie puede ser una impedancia variable, como un condensador, un reactor, o un convertidor estático con frecuencias fundamental, sub-síncrona y armónicas. En principio, todos los controladores serie inyectan una tensión en serie con la línea ya que una impedancia variable en serie que multiplicada por el flujo de corriente, representa un voltaje serie inyectado a la línea. Mientras la tensión esté en cuadratura con la corriente de línea, el controlador serie solo consume o inyecta potencia reactiva. Cualquier otra combinación de fase involucrará también el manejo de potencia activa. Así, el efecto fundamental de este tipo de equipos es controlar la corriente en la línea de transmisión.

Figura 27: Representación Controlador Serie



Fuente: Basada en la Figura 4, ESTADO Y DESARROLLO DE LA TECNOLOGIA SMART GRID EN COLOMBIA, Universidad Nacional de Colombia, 2009

3.2.4.2. Controlador serie ideal

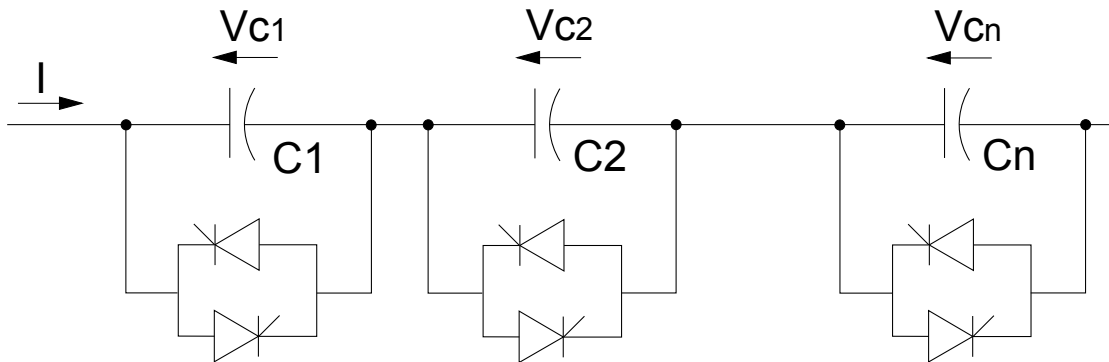
Un controlador serie ideal puede representarse como una fuente de tensión conectada en la mitad de la línea de transmisión como se indica en la Figura 4, y la tensión serie inyectada, V_f , puede reemplazarse por una impedancia reactiva, si éste está en cuadratura con la corriente como se indica en la Figura 4. La corriente bajo esta condición será:

$$\vec{I} = \frac{V_s - V_r}{jX(1-a)} \text{ donde } a = \frac{X_{comp}}{X}$$

De esta expresión se observa que la impedancia total equivalente de la línea de transmisión se modifica sumando o restando la impedancia de compensación a la impedancia de la línea. El factor a es el grado de compensación serie. El valor absoluto de a varía entre 0 y 1, y su signo es positivo para compensación capacitiva y negativo para compensación inductiva.

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Figura 28: Arquitectura básica de dispositivo TSSC



Fuente: Basada en la Figura 5, ESTADO Y DESARROLLO DE LA TECNOLOGIA SMART GRID EN COLOMBIA, Universidad Nacional de Colombia, 2009

La ecuación de transferencia de potencia activa en la línea de transmisión se puede expresar de la siguiente manera:

$$P = \frac{V_s \times V_r}{X(1-a)} \text{Sen}(\delta)$$

Y la potencia reactiva suministrada por el controlador quedará definida por:

$$Q_c = I^2 X_{comp} = (V_s^2 + V_r^2 - 2V_s V_r \text{Cos}(\delta)) \frac{a}{X(1-a)^2}$$

3.2.5. Compensador serie

La compensación para los dispositivos FACS se realiza en serie, a continuación se hablará sobre los compensadores en serie.

3.2.5.1. Compensador Serie Conmutado por Tiristores (TSSC):

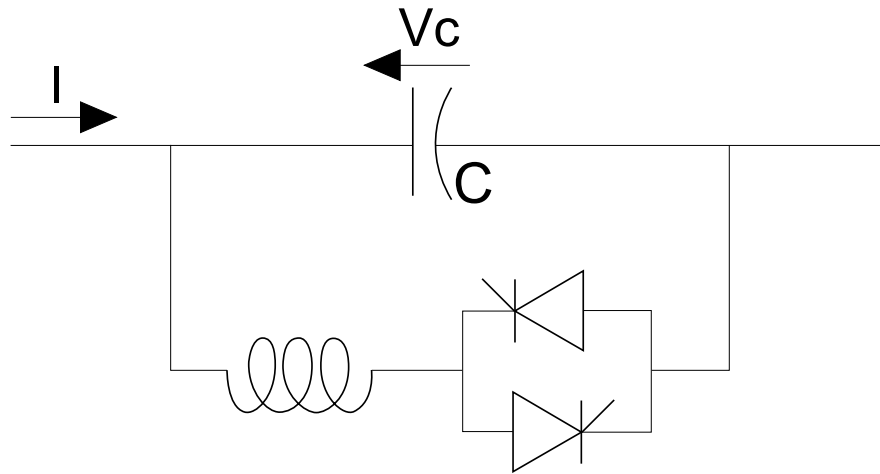
Este dispositivo es una reactancia capacitiva que consiste en un arreglo de bancos de condensadores en serie con la línea y en paralelo con un interruptor formado por tiristores para lograr una variación escalonada de la reactancia[44]. El grado de compensación varía sólo entre valores discretos. En este caso la capacitancia equivalente se controla con el número de interruptores cerrados

3.2.5.2. Compensador Serie Controlado por Tiristores (TCSC):

Este controlador es, en esencia, un condensador en serie con la línea y en paralelo con un reactor controlado por un arreglo de tiristores. Controlando el ángulo de encendido del tiristor se puede modificar la impedancia efectiva del reactor en paralelo. De esta forma, con el TCSC puede obtenerse un rango continuo de variación para el grado de compensación.

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Figura 29: Arquitectura básica de un dispositivo TSSC



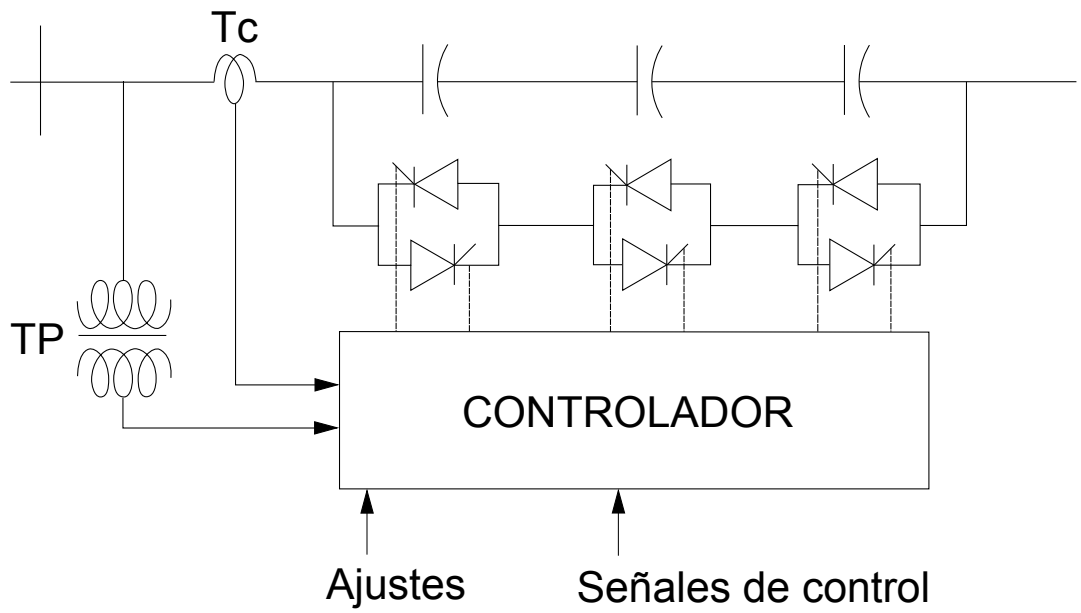
Fuente: Basada en la Figura 6, ESTADO Y DESARROLLO DE LA TECNOLOGIA SMART GRID EN COLOMBIA, Universidad Nacional de Colombia, 2009

3.2.5.3. Compensador Serie de VAR Estático (SSVC):

Consiste en un arreglo de compensadores en serie con la línea (TSSC, TCSC), manejados por un controlador con una estrategia de control específica, típicamente mantener un flujo determinado de potencia activa por una línea. El sistema de control requiere datos de corriente y de voltaje que se obtienen de transformadores de medida que se indican en la Figura 30 como TC y TP.

3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Figura 30: Arquitectura básica de dispositivo SSVC



Fuente: Basada en la Figura 7, ESTADO Y DESARROLLO DE LA TECNOLOGIA SMART GRID EN COLOMBIA, Universidad Nacional de Colombia, 2009

4 CARACTERÍSTICAS DE DESARROLLO DE LAS REDES INTELIGENTES EN EL MUNDO

Los países desarrollados han sido los principales actores en el crecimiento y evolución del uso, transmisión y consumo de la energía y por supuesto han sido partícipes de las decisiones trascendentales sobre el manejo de estas en el mundo. Estados Unidos ha sido actor en este desarrollo desde sus inicios aunque ha sido cuestionado con el manejo de los recursos energéticos. Sin embargo, se menciona que a partir de las declaraciones de la secretaria de estado Hillary Clinton sobre el calentamiento global fue el incentivo por el cual todos los países se centraron en tomar decisiones sobre el daño que ha sufrido el planeta con el desarrollo de la raza humana. “Más de un tercio del calentamiento global es causado por contaminantes” afirmó para comparar las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) que permanecen por mucho tiempo en la atmósfera y representan la mitad del calentamiento. “Los contaminantes de vida corta destruyen a cada año millones de toneladas de cosecha y causan efectos devastadores en la salud. Millares de persona mueren todos los años por causa del tizne que viene de los hornos y el gas que escapa de los coches y camiones. Si pudiéramos disminuirlos de manera considerable, tenderemos efectos sobre el clima en un tiempo relativamente corto” Aseguró ella¹.

4.1. Las empresas que se han destacado a lo largo del 2012

Durante el pasado evento “The Networked Grid 2013 Conference”² realizado en Westlake Village CA, el 20 y 21 de marzo, 2013, se anunció el “Top 10” de las empresas americanas por sus aportes y experiencias en el tema de redes inteligentes promulgado por la firma GTM Research³, una división de GreenTech Media⁴, encargada de realizar estudios de mercado, recopilación de datos e información y análisis estratégico. Para este ejercicio, los criterios que se utilizaron fueron: análisis del mercado de redes inteligentes: tendencias,

¹Ver mas: “http://ecomaquinas.com.br/_es/noticias/220”

²Es una conferencia de redes inteligentes con el objetivo de examinar la evolución de las redes eléctricas además de las tendencias mundiales y las oportunidades de las “energías de proxima generación”, ver mas: “<http://www.greentechmedia.com/events/live/the-networked-grid-2012>”, 2012

³Ofrece un análisis crítico y oportuna sobre el mercado en forma de informes de investigación, servicios de datos, servicios de asesoría y consultoría estratégica. ver mas en <http://www.greentechmedia.com/research/analysts>

⁴GreenTech Medios (GTM) se dedica a la cobertura de las tecnologías verdes y limpias emergentes. Dado que la energía renovable se convierte en un sector cada vez más grande, la comunidad empresarial necesita una fuente con un máximo a las últimas noticias en la energía solar, redes inteligentes, soluciones de energía de la empresa, la energía eólica, vehículos eléctricos, los biocombustibles, el agua, las baterías y el almacenamiento, las finanzas y VC, y la política en todos los sectores.

4 CARACTERÍSTICAS DE DESARROLLO DE LAS REDES INTELIGENTES EN EL MUNDO

proyecciones del tamaño del mercado y análisis de soluciones de proveedores. Según el analista en redes inteligentes Zach Pollock y promotor del Premio: 2013, "será el año en el cual la infraestructura en redes inteligentes crecerá rápidamente en Norte América", por lo que es necesario contar con la investigación en donde se encuentran las empresas de servicios públicos en la búsqueda de nuevas fuentes de valor, tanto de utilidad interna, así como para el servicio al cliente[5].

4.1.1. Los incentivos de la compañía Arizona Public Service hacia los clientes

Arizona Public Service Company es la mayor empresa de servicios eléctricos, y el contribuyente más alto en Arizona, EE.UU., y la filial principal de que cotiza en bolsa S & P 500 miembro de Pinnacle West Capital Corporation (NYSE: PNW), que a su vez había sido nombrado anteriormente Grupo AZP, cuando Arizona Public Service reorganizó como la sociedad de cartera en 1985.

"Con 4,000 MW de capacidad de generación, APS⁵ atiende a más de un millón de clientes en 11 condados en la mayor parte del estado, sino que se concentró principalmente en el norte y centro de Arizona"⁶. APS es uno de los dos proveedores de electricidad a la zona metropolitana de Phoenix (el otro es Salt River Project).

APS está regulado por la Comisión Corporativa de Arizona (ACC), la agencia estatal que, por mandato del artículo 15, el artículo 2 de la Constitución del Estado, regula los servicios públicos de energía en Arizona, con la notable excepción de SRP y los distritos eléctricos rurales.

Pinnacle West Capital Corporation⁷, a través de su utilidad APS vende energía al por mayor y al por menor al mayor oeste de los Estados Unidos y también ofrece servicios relacionados con la energía. A través de otra filial importante, Pinnacle West, también desarrolla y administra bienes raíces en Arizona.

La empresa de servicios públicos también opera tres reactores nucleares. Su Estación de Generación Nuclear Palo Verde en Arizona, la planta nuclear más grande en los EE.UU., fue objeto de escrutinio por la Comisión Reguladora Nuclear en 2005, cuando los problemas operativos comenzaron a causar apagones prolongados[88].

Las razones por las cuales fue galardonada como una de las 10 mejores empresas en el 2012 en Smart Grids son:

- Mejorar la Confiabilidad (Proyecto Piloto en la Descripción de la ubicación de fallas Aisladas y Restauración "ubicación aislada y restauración de fallo (FLISR)" e Indicadores de falla (indicadores de fallo), así Como el control de tensión Integrado (control de tensión integrado) y Reducción de tensión (reducción de voltaje de conservación), supervisión de Transformadores TOAN (ACTUALMENTE El Sistema no está siendo Implementado en Mas de 200 Transformadores).

⁵El sistema de APS en línea es un sistema de información que apoya en los procesos relacionados con la estrategia de atención primaria en salud, unificando e integrando el trabajo de campo de las diferentes Empresas Sociales del Estado y demás actores que participan en el desarrollo de la estrategia y facilita a la Secretaría Distrital de Salud ejercer su labor de rectoría sobre los prestadores involucrados.

⁶Ted Allrich, "Pinnacle West: The Peak of the Energy Pyramid, SeekingAlpha.com", Noviembre 20, 2006.

⁷Es una corporación de la cual hacen parte grandes compañías electrificadoras, se encarga de manejar modelos de mercado, entre otros.

4 CARACTERÍSTICAS DE DESARROLLO DE LAS REDES INTELIGENTES EN EL MUNDO

- Incentivos para los clientes con una tarifa especial diseñada tras alcanzar el 52% del consumo de energía. Cuenta con un apoyo financiero del Departamento de Energía para un estudio de los efectos de penetración de los vehículos eléctricos en alimentadores de distribución tomando en cuenta el tiempo, demanda de carga individual y demanda del alimentador. El proyecto se encuentra en ejecución en una de las líneas radiales. APS cuenta con más de 1,000MW de energía renovable bajo contrato, incluyendo 300MW de PV en consumidores[13].

4.1.2. La implementación de medidores inteligentes de CenterPoint Energy

Es “una empresa con más de 5 millones de clientes”⁸ con medidor y una larga historia de servicio. CenterPoint Energy está compuesto de una transmisión eléctrica y de servicios públicos de distribución que sirve el área metropolitana de Houston, las empresas distribuidoras de gas natural locales en seis estados, a las ventas de gas natural competitivos y las empresas de servicios que atienden a clientes en la mitad oriental de los EE.UU., las operaciones de ductos interestatales con dos naturales gasoductos en la región centro del continente, y un negocio de servicios de campo con las operaciones de recolección de gas natural, también en la región del continente. Somos una empresa consolidada con importantes activos que son administrados por personas con experiencia.

Fue reconocida por:

- Finalizar el proyecto sistema de medición avanzada (AMS) “con una inversión propia de US\$150 millones y de US\$200 millones por parte del Departamento de Energía”.
- Mejoras a su sistema de confiabilidad incluyendo la implementación de un sistema avanzado de distribución basado en el software de Ventyx que incluye aplicaciones de inteligencia de negocios y gestión móvil de cuadrillas.
- La automatización de más de 200 alimentadores de distribución y 29 subestaciones.
- La conformación de una red de aproximadamente 2.2 millones de medidores inteligentes del proveedor Itron y el enrutado del envío de datos cada 15 minutos al portal de medición Inteligente en Texas. CenterPoint utiliza un sistema de eMeter’s MDM para el procesamiento de las ordenes de trabajo y desconexiones remotas. El sistema está integrado con el sistema de manejo de fallas (OMS)[13].

4.1.3. La masificación de medidores de ComEdison

New York City Energy Pulse. Es el centro mundial de las finanzas, las comunicaciones, la informática y otras industrias que dependen de la energía confiable. Por más de 180 años, Con Edison ha sido el suministro de la energía que alimenta Nueva York.

La Compañía Consolidada de Edison (CEC por sus siglas en inglés) de Nueva York, un servicio público regulado, ofrece el servicio de electricidad en la ciudad de Nueva York (a excepción de una pequeña área de Queens), y la mayor parte del condado de Westchester. La compañía ofrece el servicio de gas natural en Manhattan, el Bronx, y partes de Queens y Westchester. Con Edison también es propietaria y opera el sistema de vapor distrito más

⁸Tomado de “<http://www.centerpointenergy.com/about>”

4 CARACTERÍSTICAS DE DESARROLLO DE LAS REDES INTELIGENTES EN EL MUNDO

grande del mundo, proporcionando servicios de vapor en la mayoría de Manhattan. Entre sus logros se encuentra:

- Superar el extenso pero satisfactorio proyecto piloto con 130000 medidores inteligentes iniciado en el año 2009⁹, soportado mediante la ley de Modernización de la Red de Illinois (Illinois Grid Modernization Act) , y la aprobación del plan de redes inteligentes por parte de la Comisión de Comercio de Illinois.
- Dentro de sus planes se encuentra la implementación de más de 4 millones de medidores inteligentes para el 2021 siendo el mayor proyecto con fondos no federales luego de la ley de estímulo del 2008[13].

4.1.4. Los sistemas SCADA de Duke Energy

Es el mayor cambio en el modelo energético en los Estados Unidos, el suministro y la entrega de energía a aproximadamente 7,2 millones de clientes en Estados Unidos. Tener aproximadamente 57,700MW de capacidad de generación eléctrica en las Carolinas, el Medio Oeste y Florida - y los servicios de distribución de gas natural en Ohio y Kentucky. Nuestros negocios comerciales e internacionales poseen y operan diversos activos de generación de energía en América del Norte y América Latina, incluyendo una cartera de activos de energías renovables¹⁰.

La razón por la cual aparece dentro del listado de las 10 mejores empresas de Estados Unidos es porque: “a raíz de la fusión a mediados de 2012 con Progress Energy, Duke Energy se convirtió en la mayor empresa de servicios en los Estados Unidos, destronando a Exelon¹¹, la empresa matriz de ganadores como ComEdison y Baltimore Gas & Electric¹². La fusión ha hecho que Duke sea la mayor empresa en gestión de la demanda en los Estados Unidos. Sin embargo, la empresa adoptó como desafío la implementación de redes inteligentes a través de contar con diferentes proveedores y tecnologías. El portafolio de redes inteligentes de Duke ha estado limitado a los servicios en el territorio de los estados de Carolina del Norte y Sur e incluye la instalación de más de 600,000 medidores inteligentes Echelon a la red y de 105,000 nodos de comunicaciones. Adicionalmente, Duke ha implementado sensores para las líneas de distribución Tollgrade. También, Duke ha trabajado con Cisco en la actualización de los sistemas de comunicación para los sistemas SCADA basado en una infraestructura IP-Ethernet. Así mismo, Duke se encuentra instalando PMUs en los estados de Carolina de Norte y Sur los cuales son manejados por el software de conciencia situacional de Alstom.[13]

⁹Tomado de “Flash Informativo, Abril 2013, Número 09-2013, Colombia Inteligente”, Pagina 2, 2013.

¹⁰Tomado de <http://www.duke-energy.com/about-us/default.asp>, pagina 2

¹¹Exelon Corporation es proveedor de energía competitiva más importante del país, con aproximadamente 23,5 millones de dólares en ingresos anuales. La familia Exelon de empresas participa en todas las etapas del negocio de la energía, de generación en las ventas de energía competitivas para la transmisión de la entrega.

¹²BGE es una filial de Exelon Corporation (NYSE: EXC), proveedor de energía competitiva más importante del país, con aproximadamente \$ 33 mil millones en ingresos anuales. Tomado de www.bge.com/aboutbge/Pages/default.aspx

4 CARACTERÍSTICAS DE DESARROLLO DE LAS REDES INTELIGENTES EN EL MUNDO

4.1.5. La respuesta a la demanda de Oncor

Es una distribución regulada de electricidad y de la transmisión que utiliza habilidades de gerencia superiores de activo para proporcionar entrega eléctrica confiable a los consumidores. Oncor opera el mayor sistema de distribución y transmisión de Texas, “proporcionando energía a más de 3 millones de hogares y negocios y opera aproximadamente 118,000 millas de líneas de transmisión y distribución en Texas”¹³. Mientras que Oncor es adquirida por limitado número de inversores (incluso el mayoritario, Energy Future Holdings Corp), Oncor es manejado por su Consejo de Administración, que está compuesto por una mayoría de directores independientes.

- “Ha instalado cerca de 9.4 millones de medidores inteligentes (eléctricos y de gas) y cuenta actualmente con un amplio programa de precio pico de consumidores residenciales en los Estados Unidos”¹⁴.
- Actualmente trabaja con el operador independiente del sistema de California (CALISO) explorando el tema de recursos de respuesta a la demanda al suministrar servicios complementarios y así facilitar la integración de un número importante de renovables.
- En distribución PG&E ha hecho esfuerzos en la actualización y/o reemplazo de equipos del sistema SCADA en 60 subestaciones y 220 interruptores y equipos para localización de fallas y restauración del servicio FLISR (fault location isolation , service restoration por sus siglas en inglés) en más de 50 circuitos. Adicionalmente, sus esfuerzos se han dirigido a la instalación de medidores de potencia (Power meter unit ó PMU) en dos de las 24 subestaciones planeadas en un proyecto que cuenta con fondos federales de la WECC(Western Electricity Coordinating Council, por sus siglas en inglés).[13]

4.1.6. La carga de vehículos eléctricos por parte de Portland General Electric Company

Tiene operación en 52 ciudades de Oregon, Portland General Electric Company (PGE) da servicio a aproximadamente 830.000 clientes, incluyendo más de 100,000 clientes comerciales¹⁵. PGE recibe la supervisión de las agencias reguladoras estatales y federales, como la Comisión de Servicios Públicos de Oregon y la Comisión Federal Reguladora de Energía. Como servicios públicos más grandes de Oregon, el territorio de servicio PGE atrae a los principales empleadores en diversas industrias, tales como la alta tecnología y la atención sanitaria. PGE tiene una mezcla diversa de recursos de generación estable que incluye la energía hidroeléctrica, el carbón y la combustión de gas, eólica y solar, así como los principales recursos de transmisión. Las plantas de energía 13 tienen una capacidad de generación total combinado de 2,781MW. Comenzó en actividad en 1889, cuando un generador en Willamette Falls¹⁶ en la ciudad de Oregon produjo la energía para alumbrar

¹³Tomado de “<http://www.linkedin.com/company/oncor-electric-delivery>”

¹⁴Tomado de “Flash Informativo, Abril 2013, Número 09-2013, Colombia Inteligente”, 2013.

¹⁵Tomado de “Flash Informativo, Abril 2013, Número 09-2013, Colombia Inteligente”, 2013.

¹⁶Cascada en el río Willamette entre Oregon City y West Linn,

4 CARACTERÍSTICAS DE DESARROLLO DE LAS REDES INTELIGENTES EN EL MUNDO

55 farolas de 14 millas de distancia, en Portland - la primera línea de transmisión a larga distancia en el país. En los últimos años se ha destacado por:

- Instalación de 820.000 contadores inteligentes instalados y operativos y una participación activa en el proyecto Pacific Northwest Demonstration de \$ 178 millones de dólares durante 5 años que cuenta con un estímulo financiero federal[13].
- Otras iniciativas destacables incluyen la construcción de sitio públicos de carga de vehículos eléctricos –EV - y la contratación de 90MW de generación distribuida. Prueba actualmente una batería de 5MW/1,25MWh como parte del proyecto Salem de energía inteligente y ha hecho recientemente una solicitud de propuesta para adicionar a la red 100MW de generación renovable.

4.1.7. Las microredes de Southern California Edison

SDG & Es un servicio público regulado que proporciona servicio de energía a 3,4 millones de personas a través de 1.4 millones de medidores eléctricos y 860,000m de gas natural en el sur de los condados de Orange y San Diego, abarca 4,100mi².¹⁷

Esta dentro del listado ya que:

- San Diego Gas & Electric ha invertido más de \$ 150 millones en su programa de redes inteligentes en el último año a través de 63 proyectos simultáneos¹⁸.
- Su filial Sempra también ha completado la instalación de medidores inteligentes a la red durante el último trimestre del 2012.
- Instalación de 300 reconectores al sistema SCADA y la puesta en marcha de un sistema de gestión de distribución avanzada (ADMS).
- DG & E cuenta con el mayor número de programas para la adopción de vehículos eléctricos y por lo tanto la empresa ha emprendido ambiciosos proyectos para hacer frente a los problemas de intermitencia de las cargas distribuidas y las fuentes de generación, incluyendo el despliegue de varios sistemas comunitarios de almacenamiento de energía, los monitores de transformación y nuevos algoritmos diseñados para detectar la perfiles de carga de vehículos eléctricos.
- También lleva a cabo el proyecto de micro-redes Borrego Springs el cual, una vez finalizado, reducirá la carga máxima en los alimentadores locales en un 15 o más, así como explorar las mejores prácticas para la integración del AMI, la automatización de la distribución, los sistemas OMS / DMS, generación distribuida y almacenamiento de energía en un ambiente de isla[13].

4.1.8. La iniciativa de después del huracán Sandy, Mejor AMI – Baltimore Gas & Electric

BGE es una filial de Exelon Corporation (NYSE: EXC), proveedor de energía competitiva más importante del país, con aproximadamente \$ 33 mil millones en ingresos anuales. En

¹⁷Tomado de "<http://www.sdge.com/aboutus>"

¹⁸Tomado de "Flash Informativo, Abril 2013, Número 09-2013, Colombia Inteligente", 2013.

4 CARACTERÍSTICAS DE DESARROLLO DE LAS REDES INTELIGENTES EN EL MUNDO

esta región, BGE se compromete a entregar energía segura y confiable a través de casi 24,000km de transporte de energía eléctrica y líneas de distribución y más de 7,000km de gas principal.¹⁹

Baltimore Gas & Electric, ha tenido de experiencia importante para llevar a cabo su visión de redes inteligentes. En el año 2010, los reguladores estatales le negaron el plan de redes inteligentes presentado, argumentando que obligaría a los consumidores a soportar la gran mayoría de los riesgos asociados a las tecnologías que en su momento eran consideradas incipientes. Sin embargo, desde entonces, BGE ha desarrollado planes, estrategias y programas medibles para garantizar la recuperación de los costos en forma prudente. BGE aun se encuentra en el proceso de implementación de las redes inteligentes pero vale la pena señalar que el 10 % de los medidores inteligentes que estaban instalados cuando ocurrió el paso del huracán Sandy en la zona de Baltimore permitió que su respuesta y de procesos de restauración fuera uno de los más efectivos de la Costa Este. A partir del último trimestre de 2012, la empresa había implementado alrededor de 250.000 de los 2 millones de medidores inteligentes planeados que se comunican a través de la infraestructura de comunicaciones del proveedor Silver Spring[13].

4.1.9. El ahorro presentado por Oklahoma Gas & Electric

National Grid es una empresa de electricidad internacional y de gas y una de las más grandes de inversores de las compañías de energía en el mundo. En los Estados Unidos, National Grid suministra electricidad a aproximadamente 3,3 millones de usuarios en Massachusetts, New Hampshire, New York y Rhode Island, y gestiona la red eléctrica en Long Island en virtud de un convenio con el ambiente Island Power Authority thelong (LIPA por sus siglas en inglés).²⁰

La iniciativa "Energía positiva" de redes inteligentes aplazo la inversión que realizaría la compañía en dos plantas de 165MW a gas que probablemente tendrían que ser construidas sin una reducción de la demanda. Para cumplir este ambicioso objetivo, la empresa tendría que encontrar formas de ayudar a frenar y cambiar el consumo - una tarea de enormes proporciones en un estado conocido por su pobre gestión de la demanda y pocos programas de eficiencia energética. Siendo así y en cumplimiento de su objetivo, OGE estableció horarios para el plan de tarifas llamado "Horas inteligentes" (Smart Hours) donde al alcanzar el nivel de reducción de los picos de corriente se logra aplazar la presencia de picos. En promedio, el programa ha presentado un ahorro a los consumidores inscritos (unos 45.000 actualmente) de \$ 196 dólares por año y ha dado lugar a una reducción de la carga total de 67MW. A mediados de 2013, OGE espera que los ahorros máximos puedan estar cerca de 100MW [13].

4.1.10. La generación de empleo de Electric Power Contac

Agencia sin ánimo de lucro de la ciudad de Chattanooga, EPB se estableció en 1935 con el único propósito de proporcionar energía eléctrica a la población de la mayor área de Chattanooga. Hasta hoy, siendo uno de los mayores proveedores de titularidad pública

¹⁹Ver mas: "<http://www.bge.com/aboutbge/pages/default.aspx>"

²⁰Ver mas: "<http://www.oge.com/about/OurCompanies/Pages/OurCompanies.aspx>"

4 CARACTERÍSTICAS DE DESARROLLO DE LAS REDES INTELIGENTES EN EL MUNDO

de energía eléctrica en el país. Sirve a más de 169.000 habitantes en un área de 600 kilómetros cuadrados que incluye una mayor Chattanooga, así como partes de los condados circundantes (pequeñas partes de Bledsoe, Bradley, Marion, Rhea y Sequatchie) y las zonas del norte de Georgia (porciones de Catoosa, Dade y Walker). Para el EPB los ingresos por ventas fue de \$ 457 millones en 2008.²¹

El número 1.170 es popular en Chattanooga. Esto se debe a que la gran mayoría de los 7,6 millones de minutos en tiempo reducido en interrupción al cliente y los \$ 1,4 millones de dólares están vinculados a la instalación de 1.170 interruptores del proveedor S&C Electric Company IntelliRupter²². Además, EPB ha finalizado la instalación de medidores inteligentes en los hogares y la implementación e integración del sistema de gestión de la distribución Monarch del proveedor OSI con una infraestructura de comunicaciones de Alcatel-Lucent.

Es necesario tener en cuenta los proyectos que han destacado a estas empresas a lo largo de los años pues es una de las mejores guías que se tienen para la adecuación de las Redes Inteligentes en Colombia ya que no se cuenta con la experiencia en el sector. Tomar como base la experiencia de otras entidades es válido en gran manera ya que de alguna forma se adquiere experiencia colectiva, así de esta forma las experiencias compartidas generan mayor crecimiento en investigación y desarrollo por parte de todas las entidades tal como se ha venido desarrollando en otras áreas como los Smart Phones entre otros. Se debe destacar que estos proyectos han generado utilidad moral, comercial y económica tanto a las empresas como a los usuarios mismos, se observa que el objetivo final de estas empresas ha sido el desarrollo económico de la región buscando la adecuación de las redes al medio ambiente y no al contrario. Con estos cambios se ha aumentado el nivel de vida de las personas además de generar la conciencia ambiental, empleo y desarrollo en sectores directa e indirectamente relacionadas con la energía en especial las redes inteligentes. Dentro de los principales proyectos que desarrollaron estas empresas es la implantación de medidores inteligentes y la generación distribuida de forma masiva haciendo que la interconexión final se lleve con éxito.

4.2. REUTILIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS

La línea de desarrollo que llevan las tecnologías de redes inteligentes está determinado en gran parte por el sector empresarial, ya que son las empresas las que realizan las primeras implementaciones y realizan inversiones para el desarrollo de las tecnologías hasta que las tecnologías llegan a una etapa de maduración, lo que sucede finalmente es la implementación en el sector residencial. Por otra parte, las empresas no están dispuestas a asumir un riesgo alto en sus inversiones de negocios en vista a los modelos económicos para el sistema capitalista. Debido a esta situación, la implementación y utilización de una u otra tecnología es causante de un profundo estudio financiero ya que son muy pocas empresas hacen la apuesta, prefieren la reutilización de tecnologías existentes ya que estas finalmente les brinda la estabilidad y la confianza aunque se sacrifique prestaciones como la eficiencia y nuevas características características que las tecnologías emergentes puedan usarse. puedan brindar.

²¹ Tomado de "<https://www.epb.net/about>"

²² Ver mas: "<http://www.oge.com/about/OurCompanies/Pages/OurCompanies.aspx>"

4 CARACTERÍSTICAS DE DESARROLLO DE LAS REDES INTELIGENTES EN EL MUNDO

4.2.1. Características

La reutilización de las tecnologías como la RFID descrita en el capítulo tres en comparación con las nuevas tecnologías traen consigo algunas ventajas y desventajas. Un ejemplo son los dos grandes sistemas y plataformas que hacen uso de estas tecnologías, OSGi y ZigBee, a continuación se mostrarán las ventajas y carencias de estas tecnologías.

- **Adaptación:** La implementación de las tecnologías existentes en nuevos sistemas se puede realizar fácilmente adaptando estas a los nuevos sistemas.
- **Bajo costo:** El costo de las tecnologías tienden a bajar de costo con el tiempo y en este sentido, las tecnologías existentes son de costo bajo en comparación con las nuevas tecnologías.
- **Fiabilidad:** Las tecnologías antiguas son confiables ya que tienen un desarrollo maduro, además que el conocimiento se ha dispersado en todo el mundo conforme transcurre el tiempo de vida de las mismas.

El uso de las tecnologías antiguas impide la optimización en el desarrollo desde redes inteligentes haciendo que estas se estanquen dándose en un retraso en el desarrollo tecnológico del mundo lo que lleva finalmente al desarrollo en los países menos desarrollados generando una igualdad tecnológica en el mundo.

En esta parte del capítulo se realizará un breve análisis acerca del desarrollo que se lleva en las redes inteligentes a partir de los últimos años.

4.3. LA EXPERIENCIA DE GNU/LINUX APLICADA A LAS REDES INTELIGENTES

Existe gran cantidad de tecnologías como ideas posibles que se han usado en las redes inteligentes y esto se debe a la descentralización de la investigación de las mismas. Esta característica hace que generalmente haya desarrollo redundante de las mismas.

En este momento varias de las soluciones que se implementan en las redes inteligentes tienen carácter privado y esto es en comienzo algo perjudicial para el conocimiento de estas. Sin embargo, en este momento se está llevando a cabo una socialización de las grandes empresas tal y como se mostró en el capítulo 2 y 3, donde se llegaron a estándares en especial en los protocolos de comunicación y de libre utilización.

De igual forma que se ha desarrollado las redes inteligentes, ha ocurrido una experiencia similar a la que se ha tenido con el sistema operativo libre GNU/Linux, a continuación se resaltan varios de los aspectos más importantes.

4.3.1. La diversidad

En un comienzo con el desarrollo del núcleo Linux, pocas empresas apostaron por el desarrollo de este al contrario a las redes inteligentes, sin embargo compañías reconocidas como son Red Hat, Canonical, Novell, entre otras apostaron por este sistema operativo. Como de una carrera armamentista se tratase, cada una quería desarrollar el mejor sistema operativo posible, y aunque todas convergían en un sistema operativo libre, cada una

4 CARACTERÍSTICAS DE DESARROLLO DE LAS REDES INTELIGENTES EN EL MUNDO

tomó un camino diferente lo que acabó por denominarse distribuciones comúnmente conocidas como “distros” basadas en el núcleo Linux, cada una comenzó a manejar sus propios paquetes de instalación así como la administración del sistema operativo en si, esto conlleva a que hubiera una diversidad de selección y desarrollo. Este desarrollo está determinado por modelos de economía clásica, donde el egoísmo finalmente ayudaba al entorno social en el que se desarrollaba²³. Esto ha contribuido a que exista desarrollo significativamente similar entre cada una de las distribuciones haciendo que el desarrollo descentralizado contribuya a la diversidad retrasando el desarrollo.

Por otra parte, las redes inteligentes fueron acogidas por la mayoría de las universidades y compañías en el mundo, realizando un desarrollo descentralizado de toda clase de aplicaciones con las que se desarrollan estas. Esto en un comienzo fue bueno ya existió una sana competencia por el amplio desarrollo de estas. Gracias a esto, grandes compañías comenzaron a desarrollar nuevas tecnologías y componentes tecnológicos en secreto haciendo que una gran parte del desarrollo quede centralizado en pocas compañías siguiendo algo similar al principio de Pareto²⁴.

Con el devenir del tiempo, muchas organizaciones, en especial universidades y personas naturales, han tomado la idea original y cada uno ha construido prácticamente un sistema operativo haciendo que GNU/Linux se halla diversificado. Hasta ahora ha ayudado de manera significativamente grande en la evolución del núcleo Linux especialmente pero ha tenido consecuencias negativas en especial para los programadores ya que al no converger en temas esenciales como es la unificación de los instaladores, la integración de las aplicaciones. Este fenómeno está comenzando a verse en las redes inteligentes ya que con la diversidad de las tecnologías y la forma en que se utilizan han dado cabida a la diversificación de las soluciones aplicadas, en especial en el campus universitario.

4.3.2. La seguridad

La seguridad de los sistemas operativos basados en GNU/Linux son en la actualidad los más seguros y eso depende en gran parte de la naturaleza del núcleo y a la diversidad de las distribuciones además de la forma en que se ha venido desarrollando. Una de las características esenciales es que las aplicaciones no se pueden usar a menos que sea el mismo usuario quien las ejecute. Por otro lado, al existir diferentes formas de actuar las aplicaciones no es posible violar la seguridad del sistema fácilmente como ocurre con los sistemas operativos Windows y Mac OS. De la misma manera, es necesario tomar en cuenta la seguridad ya que no se tratará de información personal sino que la información que se maneja genera órdenes hacia dispositivos físicos los cuales pueden llegar a atentar contra la seguridad de las personas. Al establecer una estandarización de los procesos se genera también la facilidad para automatizar los algoritmos para violar la privacidad y esto afecta a todas las partes involucradas en el mercado de redes inteligentes y en especial con los usuarios finales. Por otra parte, actualmente se viene implementando aplicaciones desarrolladas en un gran porcentaje en Java, debido a que las aplicaciones son ejecutables sobre una máquina virtual se hacen vulnerables ante ataques cibernéticos, es importante tenerlo en cuenta ya que un ataque cibernético a nivel de las redes inteligentes pueden traer consecuencias desastrosas

²³Adan Smith, La Riqueza de las Naciones, 1776

²⁴El principio de Pareto indica un 20 % de las acciones contribuyen al 80 % de las consecuencias

4 CARACTERÍSTICAS DE DESARROLLO DE LAS REDES INTELIGENTES EN EL MUNDO

que van desde apagones en cadena hasta robos sistematizados.

4.3.2.1. El problema de seguridad de la red de banda ancha

La red de banda ancha es uno de los servicios más asequibles en la actualidad, debido a que su costo no es tan alto como otros servicios de telecomunicaciones en Colombia. El concepto de banda ancha ha evolucionado con los años. La velocidad que proporcionaba RDSI con 128Kb/s dio paso al SDSL con una velocidad de 256Kb/s. Posteriormente han surgido versiones más modernas y desarrolladas de este último, llegando a alcanzar desde la velocidad de 512 Kb/s hasta los 2 Mb/s simétricos en la actualidad.

La red de banda ancha posee un problema significativamente grande con respecto a la seguridad y es que, por medio de un canal viaja la información de varios clientes, esto para un hogar no tiene gran trascendencia ya que no se maneja información económicamente importante haciendo que las redes no sean atractivas para los criminales cibernéticos. Para el sector empresarial en la actualidad es muy importante que la información se maneje con la mayor seguridad por ejemplo, en los bancos o los sistemas de los estudiantes de las universidades, entre otras. Para esto existen servicios más costosos como son los canales dedicados de datos e Internet en el cual viaja la información únicamente de ese canal contratado. Sin embargo, estos canales dedicados son bastante costosos ya que se necesita un único camino para llevar la información desde el equipo más robusto de la red metro hacia el cliente final. Hay empresas que facturan hasta 10 millones de pesos mensualmente por un canal dedicado de Internet.

4.4. LA PRIVATIZACIÓN

La privatización de las tecnologías ha sido y es un arma de doble filo pero es el camino que se lleva desarrollando en los últimos años. Por una parte, el hecho que haya una empresa centra el desarrollo en la tecnología haciendo que su tasa de desarrollo sea bastante grande en comparación con las tecnologías libres. Por otro lado, cuando se usa una tecnología privada generalmente es necesario pagar por esta tecnología ya que la empresa que desarrolla esta tecnología necesita el soporte económico para seguir el desarrollo y para generar beneficios a empresa. Este es el modelo que se usa para las nuevas tecnologías como celulares, computadores, vehículos, etc. A partir de estas premisas se concluye que es necesaria la privatización de las tecnologías inteligentes

4.4.1. Efectos de la privatización de servicios de telecomunicaciones

En la década de los 90 los servicios en Chile eran públicos (los brindaba el Estado), no tenían la exigencia de auto financiarse. Surgió en ese momento el interés de evaluar si se habían concretado las expectativas que se habían tenido en cuenta al momento de privatizarse estos sectores, hoy en día todos estos son de orden privado. El estudio trata sobre un análisis, donde se supuso los objetivos que se tuvieron para financiar la expansión de los servicios, cosa que el estado no pudo en su momento realizar ni tampoco aumento la eficacia de la empresa (enfoque sencillo). Se analizó la trayectoria de un conjunto de

4 CARACTERÍSTICAS DE DESARROLLO DE LAS REDES INTELIGENTES EN EL MUNDO

variables indicativas del desempeño del sector desde su privatización y luego se las comparo con la economía en general del país.

La privatización efectúo un cambio, creció un 7,8 anual. La economía, aumento creando nuevos puestos de trabajo también subió la demanda de los servicios, en el marco de la tecnología fue generando nuevos servicios además de oportunidades para la competencia. Para el año 2000 se puso fin a los subsidios de telefonía pública y se lanzó la segunda fase con teléfonos comunitarios. Creció así la competencia entre compañías de teléfonos fijos y de celulares. Se estimó que aquellas personas que no contaban con teléfono fijo tenían servicio de teléfono celular.

A nivel tecnológico se incrementó la posibilidad de competencia en el mercado de la telefonía local, disminuyó el costo de las centrales de comunicación y aumentó de la capacidad truncan. Aunque las nuevas competencias debieron y deberán tener en cuenta que el obstáculo en realidad se presenta cuando al aumentar la cantidad de usuarios en una red los enlaces con centrales de comunicación son más cortos, lo cual es uno de los motivos para tener menos costos. Y en los últimos 19 años han surgido nuevas tecnologías que fueron cambiando las características de los mercados de las telecomunicaciones. Lo fundamental es que disminuyo el costo de procesamiento como también el de almacenamiento de la información digital, todos los servicios se pueden digitalizar y se pueden cambiar a un flujo de bits, se pueden mandar por diferentes medios. La diferencia es la velocidad con la que se transmite la información. Se puede transmitir por TV por cable, fibra óptica, WiFi, tele conferencia por cable ADSL, móvil con WiFi, WLL (Wireles Local Lan) inalámbrico y fijo²⁵.

²⁵<http://www.chiletech.com/privatizaciones.html>

5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

Las actividades en Colombia acerca de las redes inteligentes en el sector residencial han variado a lo largo de todas las instituciones educativas, empresas y entidades relacionadas con el sector energético en el país. Principalmente se habla sobre proyectos pilotos, investigaciones sobre algún componente así como la creación de nuevos métodos y dispositivos para el desarrollo de estas.

En la primera conferencia sobre tecnologías innovadoras y redes inteligentes en América Latina, el director del programa Renato Céspedes menciona que hay que seleccionar las mejores prácticas sobre las redes energéticas y las investigaciones alrededor del mundo, es decir, hacer lo que se ha venido haciendo durante la historia del país lo cual implica acoger los aciertos en otros países e implementarlos en Colombia y, aunque es extremadamente malo para el desarrollo del país en cierto sentido, es necesario ya que el tiempo es fundamental para estas necesidades. “Ver qué lecciones se han aprendido y tratar de implementar las que nos benefician más, comenzando por aquellas que, por ejemplo, nos pudieran dar un retorno más rápido en beneficio del consumidor final, bien sea en servicios, en tarifas y en una mejor calidad y continuidad del suministro”¹.

5.1. LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA

Las redes inteligentes en Colombia son similares a las redes inteligentes en el mundo, sin embargo, debido a la geografía Colombiana, es posible utilizar con gran diversidad las energías amigables al medio ambiente, es decir. No solamente se utilizará la energía solar, eólica, hidráulica sino que también será posible la utilización de energía calorífica, los gases de los pantanos, derivados de las plantas autóctonas colombiana, etc.

La Figura muestra como serán las nuevas redes en el país

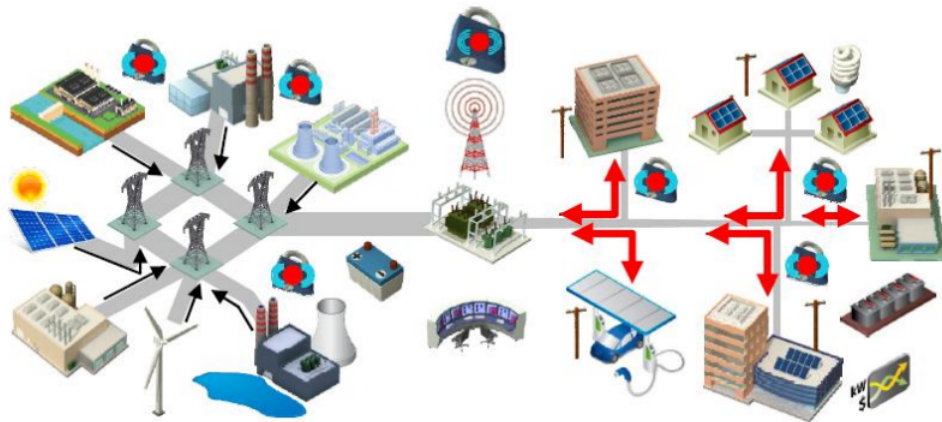
5.2. INCORPORACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN EL PAÍS

Las redes inteligentes tienen un gran potencial en Colombia, implementarlas en masa conllevará a que el país aproveche el potencial energético que posee para el abastecimiento de la energía de todos los colombianos sin causar daño al medio ambiente. En un país como este, donde la flora y la fauna no son solamente la identidad del país sino que es necesario

¹"Desafíos en el desarrollo de micro-redes inteligentes en zonas aisladas", Renato Céspedes

5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

Figura 31: Redes inteligentes en Colombia, EPRI, SG Cost Benefit, 2011



Fuente: Avances de las Redes Inteligentes, Colombia Inteligente, Bogotá, Julio 30 de 2013.

su cuidado y protección no para la supervivencia del ser humano sobre el planeta en años futuro. Es necesario analizar el impacto que tienen estas redes así como las características fundamentales para su incorporación en el país.

5.2.1. EL IMPACTO DE LAS TECNOLOGÍAS EN SMART GRIDS EN EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS

Es conveniente investigar si las tecnologías en Smart Grids tienen algún impacto en el diseño de sistemas de distribución. ¿Las topologías de una red inteligente son similares a las topologías del sistema eléctrico colombiano? Para responder a esta pregunta, las implicaciones en el diseño de las redes de energía son examinadas a continuación.

5.2.2. LA INFRAESTRUCTURA DE MEDICIÓN AVANZADA (AMI)

Las redes inteligentes usan por esencia medidores digitales avanzados en toda su extensión. Estos medidores tienen dos vías comunicación y son capaces de conectar y desconectar servicios a distancia, así como de registrar de formas de onda y vigilar la tensión y la corriente. Los medidores no cambian de ubicación ya que finalmente se usa el mismo sistema para medir generar los recibos de energía en principio, posteriormente ya se realizará a nivel remoto, por tanto, no tendrá repercusiones directas en a corto plazo. Sin embargo, estos medidores cuentan con una gran cantidad de datos a disposición de los centros de operación y planificación, que pueden ser usados para lograr una mayor fiabilidad y mejor utilización de los elementos activos de la red (conductores de distribución, transformadores, etc). Quizás el cambio más notable que tienen estos medidores avanzados es permitir lecturas en tiempo real, esto permite que se igualen los patrones de distribución de carga en el sistema, a partir de la respuesta a la demanda de estos medidores.

5.2.3. LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA (DER Distributed Energy Resources)

La generación distribuida es un conjunto de pequeñas fuentes de generación así como de almacenamiento que están conectadas a la red de distribución. Por los bajos niveles de penetración (alrededor del 3,3% de la demanda máxima para Colombia) en comparación con otros países Europeos, DER no tienen un gran efecto sobre el diseño del sistema, siempre que tengan una protección adecuada en el punto de interconexión. Una red de Smart Grid tiene el potencial de tener grandes y flexibles fuentes de DER. En este caso, el sistema de distribución comienza a parecerse a un pequeño sistema de transmisión y las necesidades de diseño a considerar tienen cuestiones similares tales como la corriente de falla y el aumento de carga.

5.2.4. LA AUTOMATIZACIÓN DISTRIBUIDA (DA : Distribution Automation)

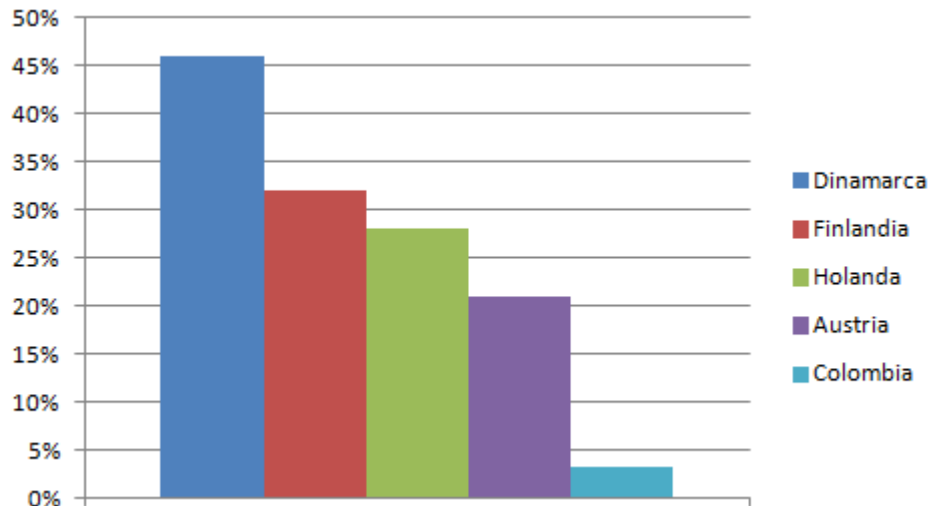
La distribución de la Automatización (DA) se refiere a la supervisión, control y funciones de comunicación situado en el alimentador. Desde una perspectiva del diseño, los aspectos más importantes de este concepto se encuentran en las áreas de protección y de conmutación (a menudo integradas en el mismo dispositivo). Estos dispositivos pueden interrumpir la corriente de falla, vigilar las corrientes y voltajes, comunicarse uno con un otro, y automáticamente reconfigurar el sistema para restaurar el servicio a los clientes y lograr otros objetivos. La capacidad de rapidez y flexibilidad reconfigurar una red de alimentadores es un componente clave de Smart Grid. Esta capacidad, habilitada por DA, también requiere la distribución de los componentes que tienen la capacidad suficiente para aceptar la transferencia, y requiere que del sistema de protección para poder aislar correctamente una falla en la topología reconfigurada. Ambas cuestiones tienen un impacto enorme en el diseño del sistema. Actualmente, la mayoría de los sistemas de distribución están diseñados sobre la base de un gran Alimentador principal con tres fases y luego se ramifican en fases monofásicas laterales. Una red Smart Grid no sólo tratar de conectar a los clientes de las subestaciones al más bajo costo posible si no que esta alimentación puede ser rápida y flexiblemente reconfigurada. Por lo tanto, los futuros sistemas de distribución serán diseñados más como una red integrada de líneas de distribución, la cual se conecta a múltiples subestaciones. Diseñar, por lo tanto, pasa de un enfoque en los alimentadores de la red para lograr un sistema interconectado de alimentadores. Tradicionalmente los sistemas de distribución actuales coordinan los dispositivos de protección, en una red Smart Grid, la topología es flexible y de este supuesto nace un problema de diseño para las protecciones. Desde una perspectiva del diseño, la topología del sistema y las protecciones del sistema tendrán que ser planificadas junto con la correcta coordinación de las protecciones para una variedad de configuraciones posibles.

5.2.5. INTEGRACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES AL SISTEMA DE POTENCIA

Se considera la posibilidad de un sistema de distribución generalizado con AMI, DA, y altos niveles de Generación Distribuida. Como se mencionó en la sección anterior, cada una de estas tecnologías tiene ciertas implicaciones para el diseño del sistema. Sin embargo, una verdadera red inteligente no trata a estas tecnologías por separado. Por el contrario,

5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

Figura 32: Porcentaje De participación De la Generación Distribuida en Colombia y otros países de referencia



Fuente: Basada en la Figura 1, Análisis del esquema de generación distribuida como una opción para el sistema eléctrico colombiano, Junio, 2008

una red inteligente integra las funciones de AMI, DA, y DER (generación Distribuida) de modo que el total de los beneficios son mayores que la suma de cada parte. Entonces cabe la pregunta, ¿cuál será el sistema de diseño de un sistema de distribución cuando se mira cómo puede sacar el máximo provecho de AMI, DA, y DER. Esta red probablemente será operada radialmente con respecto al sistema de transmisión, pero no radialmente con respecto a DER. por lo tanto, Las Protecciones sobre esta columna vertebral, , tienen que ser "inteligentes", es decir, la configuración de la protección de puede adaptarse a los cambios de topología a fin de garantizar una coordinación adecuada. Actualmente, los sistemas de distribución están diseñados para entregar energía a los clientes dentro de ciertos límites de tensión sin sobrecargar el equipo. En una red Smart Grid, estos criterios se dan por sentados. Los lineamientos en las cuestiones de diseño para una red Inteligente serán entonces el costo, la confiabilidad, la flexibilidad de la generación, y la elección de los usuarios.

5.3. EL TRANSPORTE ELÉCTRICO EN COLOMBIA

Los vehículos de combustión interna son responsables de muchos problemas ambientales, mientras que los vehículos eléctricos no tienen emisiones de CO₂ y en pocos años serán mucho más asequibles para las personas, sin embargo, la utilización de éstos lleva consigo un gran crecimiento de la demanda energética. Las Smart Grids permiten un control y monitoreo constante de la demanda, promoviendo el aplanamiento de la curva con grandes beneficios para el sistema de potencia, permitiendo así que sea utilizada para la recarga de los vehículos la reserva activa disponible para responder a los picos de demanda.

Las Smart Grids permiten utilizar las baterías de los vehículos como medios de almacenamiento, permitiendo que éstas sirvan como respaldo ante la interrupción del suministro

Figura 33: Ventajas de los vehículos eléctricos en el sector residencial



Fuente: El Gobierno impulsa el coche eléctrico, <http://eco.microsiervos.com/transportes/gobierno-impulsa-coche-electrico.html>

energético. También, permiten el desarrollo “Vehicle to Grid” (V2G), en el cuál la red alimenta el vehículo cuando éste se encuentre descargado, de igual manera el vehículo puede entregar energía a la red cuando ésta lo necesite, por ejemplo durante las horas pico. Y es que los sistemas tradicionales suponen un freno para la implantación de este tipo de vehículos, porque ahora mismo es imposible recargar millones de vehículos eléctricos al mismo tiempo, sin provocar una subida de la tensión que desemboque en una avería del suministro. Las redes Smart Grid significan una gestión más eficiente de la red eléctrica, imprescindible para su difusión y, por lo tanto, un paso más hacia el advenimiento de los vehículos eléctricos. La Figura 33 muestra las principales ventajas que posee un vehículo eléctrico en el sector residencial.

En las principales ciudades de Colombia se está llevando a cabo la integración de los vehículos eléctricos al sistema de transporte desde hace años, la ciudad que más ha implementado el transporte eléctrico es Medellín para el transporte masivo. En la actualidad, en Bogotá se quiere implementar el uso de vehículos eléctricos para los hogares Colombianos haciendo a partir de incentivos como el no tener pico y placa, etc.

5.3.1. Transporte eléctrico en Medellín

Medellín es la ciudad colombiana donde más se ha implementado el transporte eléctrico. Desde el tranvía hasta los nuevos vehículos eléctricos comprados por las Empresas Públicas de Medellín EPM a comienzos del 2013, ha sido uno de los mayores logros en la integración de la energía eléctrica en este sector.

5.3.1.1. El metro eléctrico de Medellín

Su incorporación se realizó en 1995, construido tanto a nivel de superficie como en viaductos elevados, cuenta además con sistemas de cables aéreos para los barrios más populares. El metro tiene varias líneas comerciales:

- Línea "A", que recorre el área metropolitana de norte a sur
- Línea "B", que recorre la ciudad del centro a occidente
- El metro presta servicio generalmente entre las 4am y las 11pm.

El metro de Medellín factura alrededor de 10.000 millones de pesos al año en energía eléctrica y eso supone un gran gasto energético en el país².

5.3.1.2. El metro cable

“El metro cable surge por el problema social que vive Medellín desde la época de los capos y narcotraficantes en Colombia, las personas no lograban llegar a sus hogares debido a que los buses no subían hasta las comunas más azotadas por la delincuencia organizada. Este estilo de transporte es único en el mundo debido a su naturaleza. Así como el metro, el metro cable utiliza también la energía eléctrica y funciona como complemento al metro”³.

5.3.1.3. La integración de los buses eléctricos al Metroplus

El Sistema Integrado de Transporte Masivo de Mediana Capacidad de Medellín es muy reciente, tan solo inició operaciones en Diciembre de 2011, posee integración física y de tarifas con el Metro, Metrocable y otras rutas de buses. Hasta ahora, el servicio no cuenta con buses eléctricos pero si está el proyecto para la incorporación de estos haciendo que el sistema de transporte Masivo Integrado de Medellín sea únicamente ejecutando la energía eléctrica.

5.3.1.4. Los vehículos eléctricos de las Empresas Públicas de Medellín

Las empresas públicas de Medellín EPM realizó la compra de 12 motos y 10 carros eléctricos para su parque automotor tomando la iniciativa en las nuevas energías alternativas y amigables con el medio ambiente.

Los vehículos cumplirán varias labores en la empresa, es un proyecto piloto el cual se emplea para la preparación de la nueva demanda de energía.

Con la movilidad eléctrica, ambas con diferentes nichos de mercado, Medellín quiere avanzar en un programa integral la cual tiene como objetivo principal ampliar la utilización de las nuevas tecnologías por su eficiencia y su capacidad para reducir en el entorno las emisiones de CO₂⁴.

²http://es.wikipedia.org/wiki/Transporte_p%C3%BAblico_en_Medell%C3%ADn

³http://es.wikipedia.org/wiki/Transporte_p%C3%BAblico_en_Medell%C3%ADn, 5 jul 2013, a las 04:34

⁴<http://www.epm.com.co/site/Home/Saladeprensa/Noticiasynovedades/EPMhaceotraapuestaporlamovilidadsostenible.aspx>, 2013

5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

Se trata de un vehículo automático de $49kW$, equivalente a $65hp$, y con una autonomía aproximada de 150 kilómetros por cada carga, la misma que puede realizarse en dos formas: lenta, 6 a 8 horas para el 100 %, y rápida de 30 minutos para lograr el 80 % de la carga de las baterías.

Estos vehículos cuentan con una calificación NCAP 4 estrellas, funcionan sin problemas en las vías y pendientes del área metropolitana del Valle de Aburrá y se estima que con una conducción normal la batería puede acumular un número de recargas equivalente a 7 u 8 años, dependiendo siempre del mayor o menor kilometraje recorrido el vehículo⁵.

5.3.2. El transporte eléctrico en Bogotá

Bogotá es la ciudad que transporta más personas en autobuses diariamente en el mundo actualmente, cuenta con un sistema de transporte masivo pero cuenta con múltiples problemas de transporte y contaminación a lo largo de toda la ciudad, esto debido a que transitan diariamente 1.113.355 vehículos tradicionales, la mayoría de personas naturales. A finales del año 2012 el concejal Hosman Martínez aseguraba que a Bogotá le sobran 290 mil vehículos y que la cuarta parte de los vehículos que circulan en la ciudad son nocivos para la salud.

5.3.2.1. La normatividad en los vehículos eléctricos en Bogotá

Existe un proyecto piloto de 50 taxis eléctricos para la circulación en la capital colombiana, para entrar en funcionamiento tuvieron que superar problemas en la reglamentación. Estos problemas son buenos en esencia porque con ello se adaptan leyes y reglamentos para la integración futura de los carros eléctricos masivamente. Algunos de estos inconvenientes son:

- El desconocimiento del funcionamiento de tecnologías limpias y del modelo de negocio, la exigencia de una cantidad de requisitos y la falta de infraestructura.
- El color de los vehículos. Para matricular éstos taxis, el Ministerio de Transporte exigió pintarlos de verde.
- Las aseguradoras no están dispuesta a asegurar los carros. Nadie está dispuesto a arriesgar un capital en la calle.
- El SOAT⁶, pues uno de los parámetros de este seguro es el tamaño del motor, que se mide en centímetros cúbicos, y los eléctricos, en Watts.
- La infraestructura para proveer los niveles de tensión de los cargadores de las baterías.
- El tiempo de carga de las baterías.
- El mantenimiento de los motores eléctricos y las baterías.

⁵<http://www.epm.com.co/site/Home/Saladeprensa/Noticiasynovedades/EPMhaceotraapuestaporlamovilidadsostenible.aspx>, 2013

⁶El seguro en el más estricto sentido repara el daño causado al asegurado

5.3.3. El vehículo eléctrico visto como una carga puntual para las casas inteligentes

A partir de la información previamente mostrada, es posible observar que un automóvil posee para una casa inteligente, la carga más grande ya que es necesario realizar la carga durante un corto periodo de tiempo, esto conlleva a consumos grandes en tiempos cortos lo que conlleva a que la infraestructura de los hogares inteligentes sean mucho más robustas. Existen diferentes tipos de carga que usan los vehículos eléctricos, la carga convencional, la carga semi-rápida y la carga rápida.

5.3.3.1. Carga convencional

La recarga convencional aplica niveles de potencia que implican una carga con una duración de unas 8 horas aproximadamente.

- La carga convencional bifásica emplea la intensidad y tensiones eléctricas del mismo nivel que la propia vivienda, es decir, 16A y 220V. Esto implica que la potencia eléctrica que puede entregar el punto para este tipo de cargas es de aproximadamente 3,7kW.
- Con este nivel de potencia, el proceso de carga de la batería tarda unas 8 horas. Esta solución es óptima, fundamentalmente, para recargar el vehículo eléctrico durante la noche en un garaje de una vivienda unifamiliar o garaje comunitario.
- Para conseguir que el vehículo eléctrico sea una realidad y teniendo en cuenta el sistema eléctrico actual, la recarga óptima desde el punto de vista de eficiencia energética, es realizar este tipo de recarga durante el período nocturno, que es cuando menos demanda energética existe.

5.3.3.2. Carga semi-rápida

La recarga semi-rápida aplica niveles de potencia que implican una carga con una duración de unas 4 horas aproximadamente.

- La carga semi-rápida emplea 32A a 220V. Esto implica que la potencia eléctrica que puede entregar el punto para este tipo de cargas es de aproximadamente 7kW.
- Con este nivel de potencia, el proceso de carga de la batería tarda unas 4 horas. Esta solución es óptima, fundamentalmente, para recargar el vehículo eléctrico durante la noche en un garaje de una vivienda unifamiliar o garaje comunitario.

5.3.3.3. Carga rápida

“El tipo de carga más adecuada es la recarga rápida, que supone que en 15 minutos se puede cargar el 65 % de la batería”⁷.

- La carga rápida emplea una mayor intensidad eléctrica y, además, entrega la energía en corriente continua, obteniéndose una potencia de salida del orden de 50kW.

⁷<http://www.endesavehiculoelectrico.com/vehiculo-electrico/recarga/tipos>, 2013

5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

- Esta solución es la que, desde el punto de vista del cliente, se asemeja a sus hábitos actuales de repostaje con un vehículo de combustión.
- Estas cargas deben ser concebidas como extensión de autonomía o cargas de conveniencia.
- Las exigencias a nivel eléctrico son mayores que en la recarga convencional. Lo anterior puede implicar la necesidad de adecuación de la red eléctrica existente; por poner una referencia, la potencia requerida para este tipo de instalaciones es comparable a la de un edificio de 15 viviendas.

Si se tiene en cuenta que el cálculo de una vivienda promedio de estratos 2 y 3 está entre los 20 y 30 kW de potencia, para la mayoría de las casas existentes solamente será posible realizar carga convencional y semi-rápida en algunos casos, esto hace que las personas tomen conciencia del consumo energético de un vehículo y a que en la actualidad solamente se realice el análisis precio vs distancia recorrida.

5.4. INTEGRACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES Y LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Las fuentes renovables de energía de alta aplicabilidad en el país, como la generación solar y eólica son de características intermitentes, por razones como éstas los “Smart Meters” y los métodos de almacenamiento de energía son partícipes en las redes inteligentes, principalmente por permitirle a los generadores eólicos y solares seguir conectados a la red, aunque la demanda sea poca, almacenando así la energía para los momentos de mayor consumo. Las redes inteligentes utilizarían métodos de almacenamiento como hidroelectricidad bombeada, donde en las horas valle se bombea agua hasta un lugar a mayor altura, de manera que ésta se descargue a un generador, durante las horas pico.

El aporte de las redes inteligentes con las energías renovables, consiste en permitirles a estas energías participar a gran escala en la generación de electricidad, porque con las condiciones actuales es difícil que estos métodos reemplacen a los actuales basados en carbón y gas. Algunos métodos de almacenamiento que las Smart Grids proponen son: baterías, almacenamiento con aire comprimido, volantes de inercia, supercondensadores y métodos de almacenamiento de energía solar.

La energía solar termoeléctrica, es el almacenamiento de la energía solar, donde se funden sales por medio de una torre recolectora de calor; permitiendo así generar energía cuando el sol se haya ocultado.

5.5. TENDENCIA HACIA LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

5.5.1. Fuentes renovables

Debido a la diversidad de recursos naturales del país, se cuenta con la participación de diversas fuentes renovables, todas ellas aprovechables en gran cantidad como lo es:

5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

5.5.1.1. Energía Hidráulica

La energía hidráulica es la que, en la actualidad cubre el 65 % de la demanda energética en el país cuando no hay contingencias, esto es porque cuenta con la mayor eficiencia y porque no tiene costo externo ya que las precipitaciones de los ríos dan el suficiente caudal para generar la suficiente energía. Siendo una fuente muy importante para el país. El potencial hidroeléctrico del país está estimado en 93GW, con unos 25GW adicionales de centrales mini hidráulicas. Sin embargo, el potencial para las hidroeléctricas enfrenta ciertas dificultades, ya que los mejores lugares para aprovechar este recurso ya han sido aprovechados por otras hidroeléctricas, también debido al creciente costo social y del medio ambiente relacionado con las grandes represas, y el posible impacto del cambio climático en el sistema hidrológico del país (incrementos drásticos en la temperatura de superficie de los Andes, cambios en los patrones de precipitación, e incrementos en la intensidad y frecuencia del fenómeno del niño) demuestran prolongados períodos de sequía en el futuro[26]. Las plantas hidroeléctricas que se encuentran actualmente en funcionamiento son:

- Calderas, con una generación de 26MV. La presa, sobre el río Calderas, en concreto; tiene 25 m de altura por 152 m de longitud y permite formar el pequeño embalse que tiene una capacidad de almacenamiento de $330,000m^3$. La presa incluye un vertedero central de 60 m de ancho y 24 m de longitud, permitiendo evacuar las crecientes que se presenten en el río⁸. La Figura 34 muestra el embalse calderas en la actualidad.

Figura 34: Embalse Calderas



Fuente: <http://noticiasorienteanioqueno.wordpress.com/2012/05/11/alerta-roja-por-apertura-de-compuertas-de-los-embalses-calderas-y-tafetanes/>

- Embalse del Guarinó. Se encuentra localizado en el departamento de Caldas, en límites con el departamento del Tolima, sobre la vertiente Oriental de la Cordillera Central, en la cuenca media baja del río Guarinó, a la altura del municipio de Victoria. Las obras del Proyecto Guarinó están conformadas por: Una presa en concreto hidráulico sobre el río Guarinó con una altura aproximada de 7,0 m, las estructuras de la bocatoma, canal de aducción, canal de limpia, estructura de captación del caudal ecológico, un túnel de 3.371,15 m de longitud y estructuras portal de Salida La captación y el túnel

⁸ver mas: "http://www.isagen.com.co/metalnst.jsp?rsc=infoIn_proyectoTrasvaseGuarino&tituloPag=ISAGEN,+Proyecto+Guarin+%F3&idNodo=34", 2013

Figura 35: Embalse de Amoyá



Fuente: ISAGEN, http://www.isagen.com.co/metalnst.jsp?rsc=infoIn_proyectoRioAmoya

están ubicados en el sitio de mayor proximidad entre los ríos Guarinó y La Miel, en jurisdicción de la Inspección de Cañaveral, localizada aproximadamente a 29 km aguas arriba de la desembocadura del río Guarinó en el río Magdalena. El portal de salida del túnel, se encuentra próximo al cauce del río La Miel.

- Amoyá con una capacidad e producción de $80MW$. El Proyecto Hidroeléctrico del Río Amoyá está localizado al sur del departamento del Tolima, en jurisdicción del municipio de Chaparral, a unos $150km$ de Ibagué. El Proyecto tendrá una capacidad instalada de $80 MW$ para una generación media anual estimada en $510GWh/año$. El túnel de carga tiene $8,7 km$ de longitud y $3,5m$ de diámetro. En la caverna de máquinas se instalarán dos unidades de generación accionadas por turbinas tipo Pelton de eje vertical. El túnel de descarga tiene $2,9km$ de longitud y un diámetro de $3,8m$ ⁹. La Figura 35 muestra una fotografía del embalse de Amoyá.
- Río manso. El Proyecto Manso se encuentra localizado en el Departamento de Caldas, en límites de los municipios de Samaná y Norcasia, en la vertiente oriental de la cordillera central. El Proyecto consiste en trasvasar parte de las aguas del río Manso hasta el embalse Amaní de la Central Hidroeléctrica Miel I, a través de un túnel de trasvase. El acceso a la zona del Proyecto se realiza por el municipio de La Dorada, y por esta vía, a unos $46 km$ se llega al Municipio de Norcasia. Luego se continúa aproximadamente $6 km$ por la carretera que va a Berlín, sitio donde se encuentra el acceso a las obras del Proyecto. El Proyecto Manso incluye las obras de derivación

⁹ver mas: “http://www.isagen.com.co/metalnst.jsp?rsc=infoIn_proyectoRioAmoya”, 2013

5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

Figura 36: Embalse Río Manso



Fuente: ISAGEN:

www.isagen.com.co/metalnst.jsp?rsc=infoln_proyectoHidroelectricoManso

que corresponden a: un dique vertedero, una captación lateral, un canal de limpia controlado por una compuerta radial, una estructura de orificio fijo y una estructura con un orificio controlado por una compuerta deslizante para garantizar los caudales ecológicos, un tanque de recepción que recoge y aquietta el flujo para luego entregarlo a un “box coulvert¹⁰” de aducción que lleva hacia el túnel de trasvase, el túnel de trasvase de 4km de longitud aproximadamente, las obras de descarga que incluyen un tanque de carga y el vertedero para entrega posterior a un canal que descarga las aguas a la quebrada Santa Bárbara en el Embalse Amaní¹¹. La Figura 36 muestra una fotografía del embalse Río manso.

- Represa Porce II. La central hidroeléctrica Porce II, bautizada "Juan Guillermo Penagos Estrada", se encuentra ubicada al Nordeste del departamento de Antioquia, a una distancia aproximada de 120 kilómetros de la ciudad de Medellín, por la carretera que de esta ciudad conduce a las poblaciones de Amalfi y Anorí. La principal fuente de alimentación del embalse es el río Porce, el cual nace con el nombre de río Medellín en el alto de San Miguel, al sur de la ciudad de Medellín, y desciende atravesando la parte central del departamento de Antioquia en dirección noreste, hasta desembocar en el río Nechí, afluente del río Cauca, después de un recorrido de 232 kilómetros. La central hidroeléctrica Porce II se compone de un embalse con una capacidad total de 142.7 millones de metros cúbicos (Mm³), el cual inunda un área, con el nivel normal de operación, de 890 hectáreas. Este embalse también recibe los vertimientos y descargas de agua de la central hidroeléctrica La Tasajera, que genera energía con las aguas del embalse Riogrande II. En conjunto, Porce II aprovecha un caudal medio de $113,6\text{m}^3/\text{s}$, con un salto bruto de 239,7 metros, para una Energía firme de 1.294.5 GWh/año y una Capacidad Efectiva Neta de 405MW . La casa de máquinas, del tipo subterránea, contiene tres generadores sincrónicos de 142MW con turbinas tipo Francis de eje vertical. La subestación a 230 KV, de tipo convencional, posee tres campos

¹⁰Alcantarilla: es una estructura que permite que el agua fluya bajo una carretera, ferrocarril, pista, u obstrucción similar

¹¹Ver mas: “http://www.isagen.com.co/metalnst.jsp?rsc=infoln_proyectoHidroelectricoManso”, 2013

5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

Figura 37: Embalse Porce II



Fuente: http://jaibana.udea.edu.co/grupos/centrales/imagenes/catalogos/Obras%20Civiles/Embalse_Porcell.jpg

de generación y tres campos de transmisión¹². La Figura 37 muestra una fotografía del embalse Porce II.

- Represa del Quimbo. El Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo construido por Emgesa se encuentra localizado al sur del departamento del Huila en Colombia, entre las Cordilleras Central y Oriental, a 69 km aproximadamente al sur de la ciudad de Neiva por la carretera pavimentada que de Neiva conduce a Gigante. Está localizado a unos 1.300 m aguas arriba de la confluencia del Río Páez con el Río Magdalena. Sus obras fueron oficialmente inauguradas el 25 de febrero de 2011 en presencia del Presidente Juan Manuel Santos.¹ El proyecto será un aprovechamiento a pie de presa con capacidad instalada de 400 MW, con la cual se estima que se puede lograr una generación media de energía de 2,216GWh/año, con un embalse que tendrá un volumen útil de 1.824 hm³ y un área inundada de 8.250 ha. En el 2008, el Ministerio de Minas y Energía anunció la asignación del Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo con el objetivo de abastecer la demanda energética que el país requiere a futuro. Esto se logró después de

¹²Ver mas: “<http://www.epm.com.co/site/Home/Institucional/Nuestrasplantas/Energ%C3%ADa/Centraleshidroel%C3%A9ctricas>” 2013

Figura 38: Embalse El Quimbo



Fuente:

http://economia.terra.com.co/noticias/noticia.aspx?idnoticia=201203061929_efe_80945994

concluir el proceso de Asignación de Obligaciones de Energía Firme, en el cual participaron los proyectos que entrarán en operación entre diciembre de 2013 y noviembre de 2014¹³. La Figura muestra una fotografía del embalse del Quimbo

- Represa Ranchería. Es la fuente hidroeléctrica de la Guajira. La represa del río Ranchería en la actualidad cuenta con 184 millones de metros cúbicos de agua, según las declaraciones de Zoraida Salcedo, directora de Incoder, entidad que desarrolla el proyecto Ranchería, que supera los 140 millones de metros cúbicos de agua que tiene la central hidroeléctrica de Chivor en el sur-occidente de Bogotá, la cual genera energía a las subestaciones de Paipa en Boyacá, Torca en Cundinamarca y Guavio en Boyacá¹⁴. La Figura 39 muestra una fotografía de la Represa de Ranchería.

¹³Ver mas: "http://es.wikipedia.org/wiki/Represa_del_Quimbo", 20 de Julio, 2013, a las 17:46

¹⁴Ver mas: "<http://www.diariodelnorte.net/noticias/generales/12096-represa-del-r%C3%ADo-rancher%C3%ADa,-fuente-hidroel%C3%A9ctrica-de-la-guajira.html>", 2013

5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

Figura 39: Represa de Ranchería



Fuente: <http://vivatufm.blogspot.com/2010/11/la-represa-del-rancheria-union-de.html>

- Embalse Calima. El embalse del Calima conocido como el Lago Calima es una de las represas más grandes de Colombia, con una superficie de 70 kilómetros cuadrados. Se encuentra entre los municipios de Darién (en su mayor parte) y Restrepo, en el departamento de Valle del Cauca. El lago forma parte de un proyecto hidroeléctrico para generar energía para el departamento. C.V.C (Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca) comenzó la construcción del lago en el año 1961 y acabó en 1966. En años posteriores se convertiría en un atractivo turístico. Por ello, se instalaron a su alrededor, hoteles, centros recreacionales y parcelaciones ¹⁵. La Figura 40 muestra una fotografía del Embalse Calima

Los aumentos en los costos de transmisión y distribución de energía así mismo como a esfuerzos en electrificar el sector rural, se ha revitalizado el interés por las centrales mini-hidráulicas. Para finales de 2005 habían instalados cerca de 400MW repartidos en aproximadamente 70 centros de generación¹⁶. Sin embargo, mientras que la energía hidroeléctrica es mucho más limpia y más eficiente que la generación de electricidad con combustibles fósiles, tiene una serie de desventajas, incluyendo las amenazas de rupturas de presas, la perturbación del medio ambiente natural y algunas emisiones de gases de efecto invernadero. Los sistemas pequeños de energía hidroeléctrica, crean menos amenazas y pueden ser una excelente fuente de energía alternativa para uso residencial.

¹⁵Ver mas: "http://es.wikipedia.org/wiki/Embalse_del_Calima", 27 de Junio, 2013, a las 00:15.

¹⁶Tomado de "GTZ: Energy-policy Framework Conditions for Electricity Markets and Renewable Energies", 2013

Figura 40: Embalse Calima



Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Embalse_del_Calima

5.5.1.2. La factibilidad de la energía hidroeléctrica en los hogares inteligentes

Los pequeños proyectos hidroeléctricos están creciendo en popularidad en el sector de la energía comercial, especialmente en China. Estas plantas varían generalmente en capacidad, llegando hasta una generación de 10 MW de energía – suficiente para abastecer a una pequeña comunidad. La energía hidroeléctrica de pequeña escala también puede ser una alternativa rentable para uso residencial, fuera de la red, bajo condiciones adecuadas.

Para generar energía con agua, se necesita, por supuesto, un suministro adecuado de agua – un flujo de al menos 2 litros por minuto con una caída sustancial para crear presión. Un descenso de tan sólo 2 pies requeriría un caudal de 500 galones por minuto. Los componentes de estas hidroeléctricas son básicamente:

- Un generador para el flujo del agua, y luego convertir la energía en corriente eléctrica utilizable para el hogar, es el corazón del sistema y se puede adquirir a través de una variedad de proveedores.
- Una batería y un inversor, así como una cantidad suficiente de tubería. Un sistema completo de energía hidroeléctrica va puede costar desde unos 1500 euros hasta 10.000 euros, dependiendo de las necesidades.

Para considerar la energía residencial como una fuente alternativa, la hidroeléctrica puede ser una opción que esté al alcance del promedio de los colombianos, si se dispone de una fuente cercana de agua como una quebrada, un río etc, así como antiguamente funcionaban los molinos de la misma manera en que se muestra en la Figura41. Finalmente solo basta con seguir las normas que han establecido las leyes colombianas como la CREC, el RETIE, las normas NTC, entre otras.

Por otra parte, la presión que se ejerce sobre la tubería que conduce el agua hasta los grifos de agua hace que sea posible la generación de energía aprovechando esta característica. Por ejemplo, en los pueblos con precipitaciones pronunciadas como lo es Paz de Río, en el departamento de Boyacá, las presiones que se ejercen son demasiado altas y generan algunos daños en la estructura como rompimiento de tubos, etc. Con este sistema, a consecuencia de la generación habrá una pérdida de energía relacionada directamente con

Figura 41: Hidroeléctrica en los hogares inteligentes



la presión la cuál disminuye suficientemente para que no ocurran estos inconvenientes y, por otro lado, el aprovechamiento de la energía puede ser significativamente alto. La Figura muestra cómo se puede aprovechar esta energía.

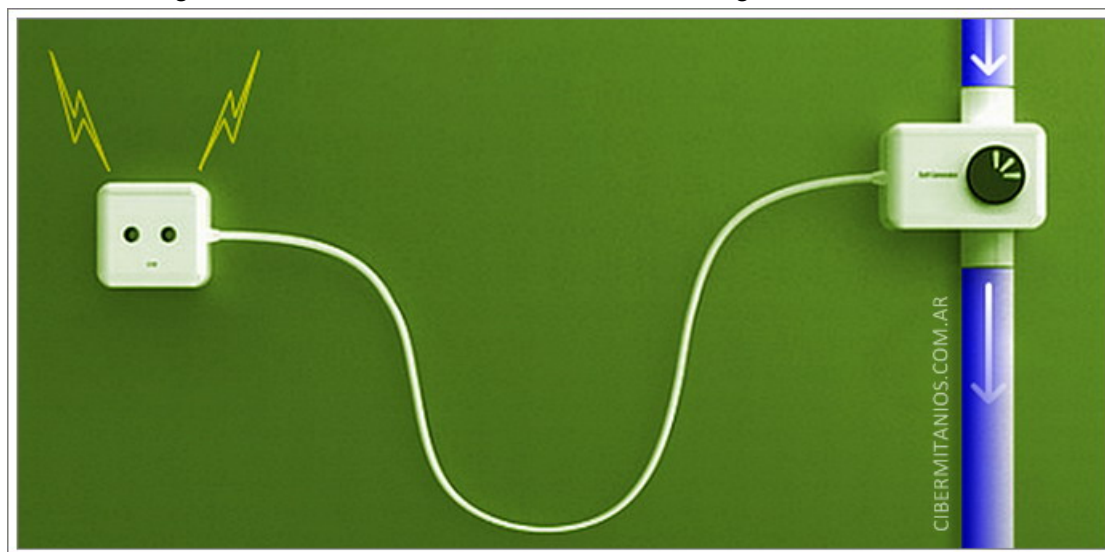
La empresa de componentes para el sistema de riego Traxco S.A.¹⁷, desarrolló una mini-turbina hidráulica con generador. La corriente eléctrica generada por esta turbina innovadora, permite ser utilizada directamente en la propia instalación, acumularla en baterías o venderla en la red. Si el caudal que pasa por la tubería es continuo, la producción eléctrica es constante: 24h al día, los 365 días del año. Y puede trabajar indistintamente con cualquier fluido, ya sea líquido o gaseoso. Esta turbina es de alto rendimiento, trabaja a partir de 0,5 Bares de presión y su pérdida de carga es inapreciable. Presión hidráulica máxima de trabajo: $4Kg/cm^2$. Caudal volumétrico $10l/s(36m^3/h)$. Es económica, de rápida amortización y muy rentable. No produce impacto medioambiental, ni visual, ya que la instalación queda en línea con la tubería. Es de dimensiones muy reducidas, con bocas de entrada de dos pulgadas y de prestaciones muy elevadas $1KW/h$. Tensión de trabajo: $24V$. Se precisa una batería mínima de $24V, 800Ah$.

El equipo completo o conjunto de dispositivos para producir electricidad aprovechando el flujo de agua de una tubería, está compuesto por la mini-turbina hidráulica expuesta con generador incorporado, (el generador no posee escobillas ni ningún elemento susceptible de producir chispa, es antideflagrante¹⁸), y de un regulador de control y carga de baterías.

¹⁷Traxco S.A. es una compañía dedicada desde el año 1991 al suministro de componentes originales para las diferentes máquinas de Riego Pivot existentes. Ver mas en <http://www.traxco.es/la-empresa/>

¹⁸Técnica de diseño o construcción destinada a evitar la iniciación o propagación de una combustión en atmósferas inflamables.

Figura 42: Generador hidroeléctrico en los hogares Colombianos



Fuente: <http://www.cibermitanios.com.ar/2009/04/energia-hidroelectrica-de-bolsillo.html>

La capacidad máxima de las baterías estará determinada por las condiciones finales de la instalación: necesidades eléctricas y energía hidráulica disponible. Con la adición al conjunto de un convertidor, se pueden alimentar sistemas de $12V$, y añadiendo un inversor pueden alimentarse sistemas de $220V$ ¹⁹. La Figura muestra como está distribuido los elementos que componen el equipo generador de TRAXCO.

5.5.1.3. Energía eólica en Colombia

Los vientos en Colombia están entre los mejores de Sudamérica. Regiones en donde se han investigado, como en el departamento de la Guajira, han sido clasificados vientos clase 7 (cerca de los $10m/s$). La única otra región con esta clasificación en Latinoamérica es la Patagonia, ubicada en Chile y Argentina²⁰. Colombia posee un alto potencial eólico. ($5GW-20GW$). Abarca especialmente lo que es la península de la Guajira y los Santanderes, así como también el Piedemonte Llanero y San Andrés.

En la guajira, los vientos alisios (E-W) circulan con una velocidad promedio de $9,85m/s$ a $50m$ de la superficie terrestre, entre sus características principales es que posee baja turbulencia, debido a que es una zona costera existe la facilidad de importación de equipos. La capacidad que Colombia tiene en el momento es de $14000MW$ de potencia.

Potencial en Colombia

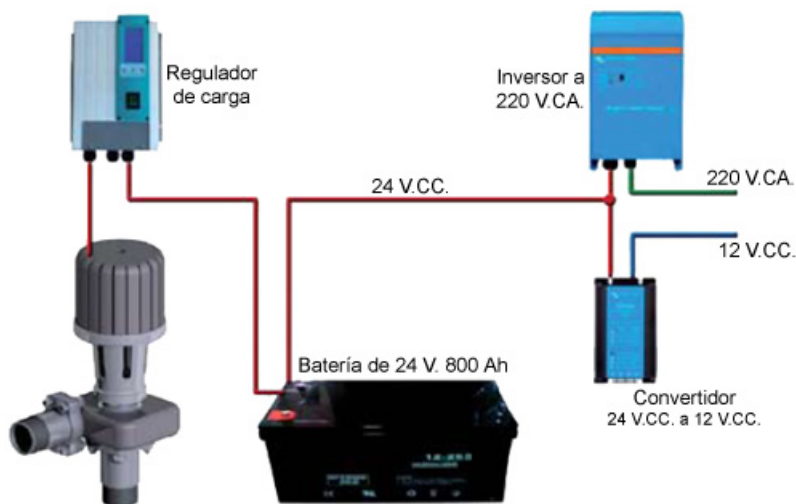
La evaluación del recurso eólico se realiza a alturas entre 60 y $100m$ sobre la superficie. Entre las zonas con buenos vientos en el territorio nacional se encuentran las Islas de San Andrés y Providencia, los alrededores de Villa de Leyva, Cúcuta, Santander, Risaralda, el Valle del Cauca, el Huila y Boyacá.

¹⁹<http://www.traxco.es/blog/productos-nuevos/mini-turbina-hidraulica-con-generador>, 2013

²⁰Ver mas: "ESMAP, 2007. Review of Policy Framework for Increased Reliance on Renewable Energy in Colombia", 2013

5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

Figura 43: Equipo generador de TRAXCO para el mercado Colombiano



Fuente: <http://www.traxco.es/blog/productos-nuevos/mini-turbina-hidraulica-con-generator>

Valorar su verdadero potencial como fuente de suministro energético ampliaría el aporte de Colombia a la reducción mundial de emisión de gases de efecto invernadero.

Es necesario mencionar que en el país se han realizado diseños locales comerciales innovadores como la aerobomba Gaviotas. Este desarrollo se volvió comercial en 1977. En 1979, se desarrolló el molino de viento el Gavilán, estos dos proyectos contaban con aspectos novedosos para su operación en bombeo de agua y fueron la base de fabricación de la aerobomba Jobber, comercializada en Duitama, Boyacá.

En el ámbito universitario, en los años 80, profesores y estudiantes de la Universidad Nacional realizaron importantes avances en el desarrollo de equipos eólicos para generación de electricidad, sin embargo, estos esfuerzos fueron truncados por falta de financiamiento. Otras universidades han continuado en estos esfuerzos de entender la tecnología eólica, y se hacen visibles trabajos importantes en la Universidad Nacional en Medellín, con el apoyo de las Empresas Públicas de Medellín, y la Universidad de Los Andes, que con el trabajo de estudiantes y profesores aportó al desarrollo del equipo comercial Gaviotas.

Del interés por la energía eólica en Colombia y la búsqueda de otras fuentes renovables de energía, están emergiendo acciones como, por ejemplo, el estudio recientemente realizado por las universidades Nacional en Medellín y Los Andes sobre la regulación para incentivar las energías alternas y la generación distribuida, el concurso abierto para el financiamiento de proyectos emprendedores en energías limpias y renovables y eficiencia energética, financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo, el proyecto actual de la Cámara de Comercio de Bogotá con el BID-FOMIN sobre la promoción de eficiencia energética y el uso de energías limpias para la pequeña y mediana industria, y el foro que tendrá lugar en Medellín, el 7 de Julio, sobre los elementos necesarios para la promoción de la energía eólica en Colombia, organizado por la Asociación Latinoamericana de Energía Eólica (LAWEA)²¹.

²¹Ver mas: <http://www.unperiodico.unal.edu.co/dper/article/buenos-vientos-para-energia-eolica-en-colombia.html>

5.5.1.4. Generación eólica en los hogares inteligentes

Los sistemas eólicos pequeños para generación de electricidad pueden contribuir significativamente a las necesidades de energía de nuestra nación. Aunque tengan el nombre de pequeñas, las turbinas eólicas son lo suficientemente grandes para proporcionar una parte importante de la energía requerida en los hogares promedio. Los sistemas de energía eólica cuentan con una de las mejores relaciones costo/beneficio para aplicaciones de energías renovables en los hogares. Dependiendo del recurso eólico una turbina eólica puede reducir la facturación eléctrica entre el 50 % y el 90 %, y ayudarle a evitar los altos costos de extender las redes de suministro a sitios remotos, prevenir interrupciones de energía y además no es contaminante.

Para producir energía eléctrica con base en el viento, este debe ser generado por un calentamiento irregular de la superficie terrestre por parte del sol. Las turbinas eólicas convierten la energía cinética del viento en energía mecánica, la cual acciona un generador que produce energía eléctrica limpia. Actualmente, las turbinas eólicas son versátiles fuentes de electricidad, sus alabes o “palas” tienen un diseño aerodinámico que les permite capturar la mayor cantidad de energía del viento, pues éste las hace rotar accionando una flecha acoplada al generador y así obtener electricidad.

5.5.1.5. Clase de turbinas

Desde que la era de los molinos de viento, las turbinas han variado en formas y tamaños y con el desarrollo tecnológico en el sector, se han establecido diferentes tipos de turbinas según la necesidad y la cantidad de viento. Elegir el más adecuado para las casas es una tarea que depende tanto del lugar como de la cantidad de energía que se quiera usar, la Figura 44 muestra la relación de la eficiencia con respecto a la velocidad específica del viento para cada una de las turbinas más usadas hoy en día.

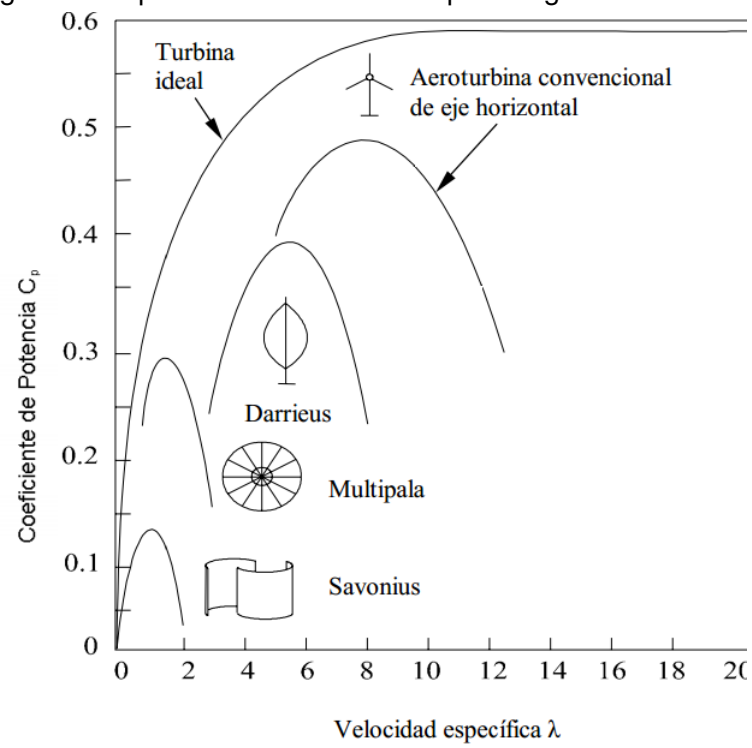
Es necesario establecer las condiciones meteorológicas para establecer el mejor tipo de turbina para que finalmente brinde la mejor eficiencia para el sistema y con esto garantizar que las casas en el sector residencial estén en capacidad de poseer una generosa contribución hacia las redes energéticas del país.

5.5.1.6. La biomasa

Por su gran cantidad de ríos, la electricidad en Colombia proviene principalmente de plantas hidroeléctricas, y en segundo lugar los combustibles fósiles, cuyas reservas se están agotando rápidamente. El país tiene 28,1MW de capacidad instalada en energía renovable (excluyendo a las centrales hidroeléctricas), consistente principalmente en energía eólica. El país tiene varios recursos energéticos aún sin explorar como la energía solar, eólica, y centrales mini hidráulicas. De acuerdo con un estudio por el Programa de asistencia para la administración del Sector energético del Banco Mundial, la sola explotación suficiente de energía eólica podría cubrir más de lo que el país necesita²². Sin embargo, en el año 2011 se llevó a cabo un proyecto de biomasa en la Universidad Industrial de Santander donde no se obtuvo resultados de costo significativamente altos.

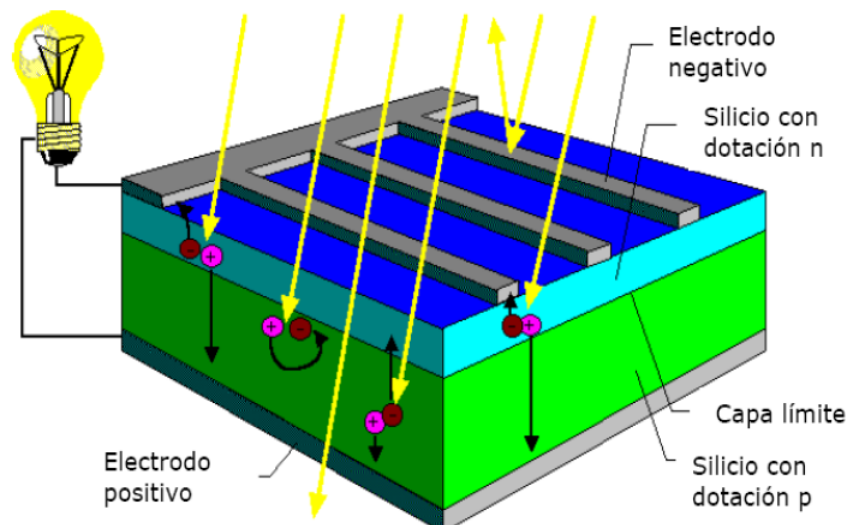
²²Ver más: ESMAP, 2007. Review of Policy Framework for Increased Reliance on Renewable Energy in Colombia. In press

Figura 44: Tipos de turbinas usadas para la generación eólica



Fuente del autor

Figura 45: Celda fotovoltaica



Fuente: <http://users.dcc.uchile.cl/~roseguel/celdasolar.html>

5.5.1.7. Energía solar fotovoltaica

Tiene aplicaciones tanto a pequeña como a gran escala, fue la causa por la cuál Albert Einstein obtuvo el premio nobel de física (“El efecto fotoeléctrico”). Es un tipo de electricidad renovable²³ obtenida directamente a partir de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica, o una deposición de metales sobre un sustrato llamado célula solar de película fina²⁴.

La energía solar consiste básicamente de un par de electrodos, uno positivo y uno negativo el cuál están conectados por una capa doble de silicio una parte con material *n* y otra con material *p* separados por una capa límite tal como lo muestra la Figura 45

La composición tipo *n* se genera cuando el silicio es dopado con Antimonio, es decir, cuando se le agrega cierta concentración de Antimonio al material. El elemento tipo P se realiza de forma similar pero el dopaje se realiza con el Aluminio. La Figura 46 muestra la formación del dopaje del Silicio para generar los semiconductores tipo *n* y tipo *p*.

Un conjunto de celdas fotovoltaicas conectadas en un circuito mixto conforman lo que se denomina un panel fotovoltaico el cuál se muestra en la Figura 47. Consta generalmente de un circuito serie de 32 celdas o células fotovoltaicas el cuál tiene una serie de accesorios para que el panel sea robusto y tenga una larga vida útil.

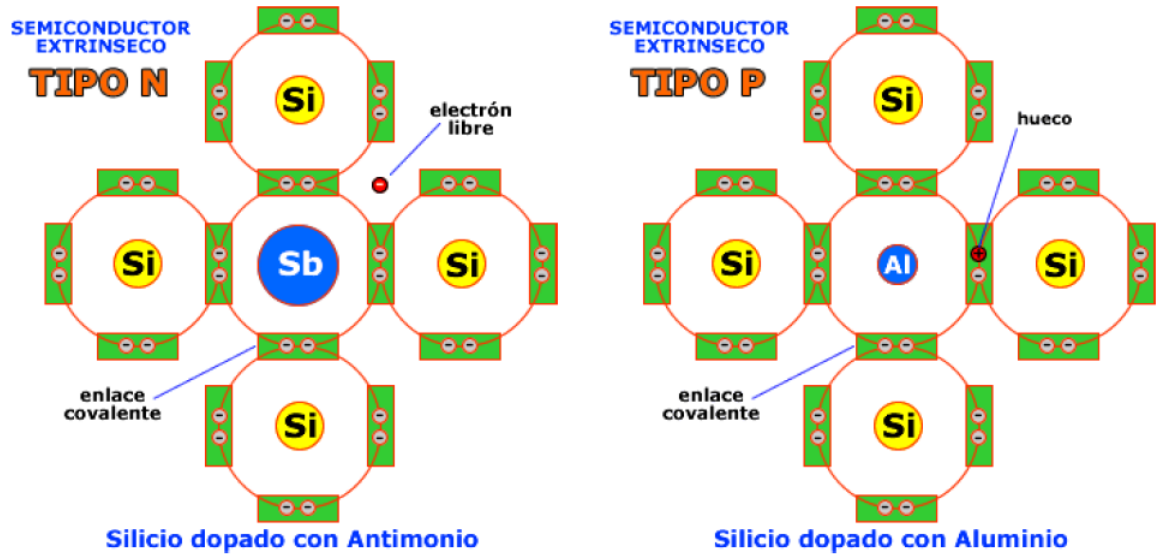
Como los demás tipos de generadores, los paneles solares tienen una eficiencia, la Figura 48 detalla los componentes que intervienen en la eficiencia de una celda solar fotovoltaica.

La implementación de un circuito con paneles solares fotovoltaicos consta principalmente de: una batería, un controlador de carga, un inversor de DC a AC debido a que la energía producida por un generador solar es en DC y por su puesto las cargas. En la Figura 49 se observa un circuito básico de un sistema de energía solar fotoltáica que alimenta un

²³Joshua Pearce, "Photovoltaics - A Path to Sustainable Futures

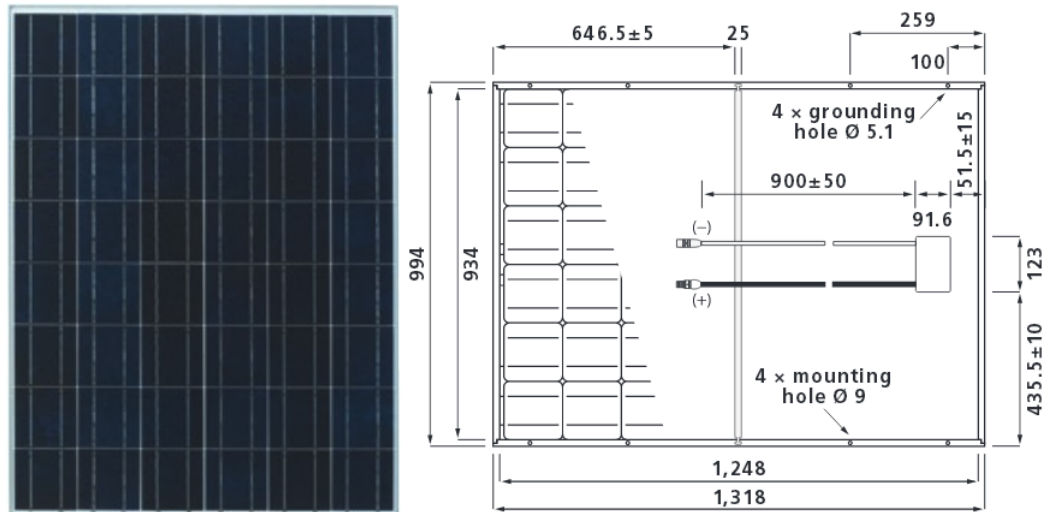
²⁴How Thin-film Solar Cells Work

Figura 46: Composición de materiales tipo n y tipo p



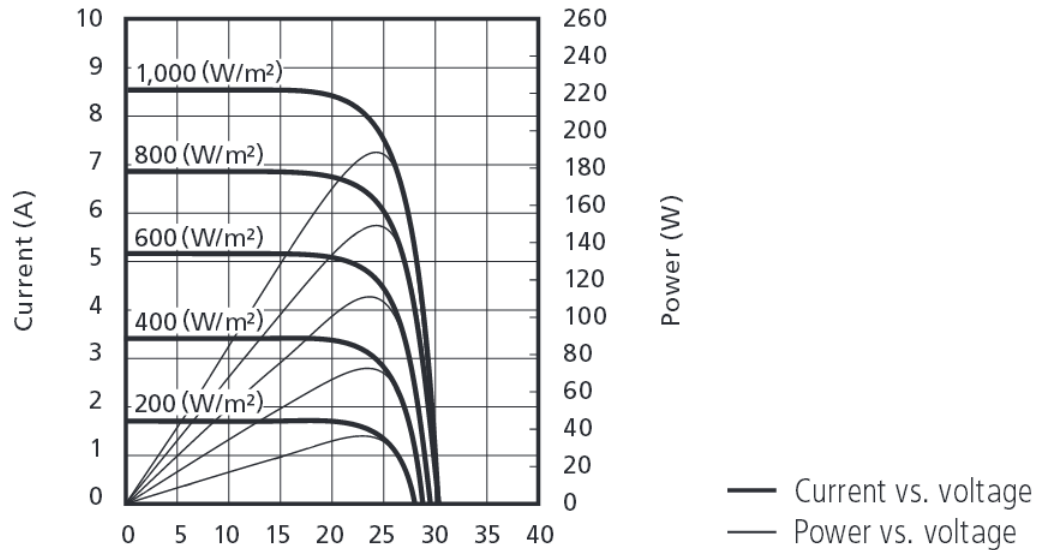
Fuente: http://www.glogster.com/mesacuadrado/semiconductores/g-6mc20nl5duap6dcg1o0rpa0?old_view=True

Figura 47: Panel fotovoltaico de la compañía Sharp



Fuente: SHARP Datasheet ND 180-185-190-195R1S

Figura 48: Eficiencia de una celda solar fotovoltaica



Fuente: SHARP Datasheet ND 180-185-190-195R1S

ventilador con los elementos principales para su debido funcionamiento.

Ahora, si lo que se quiere es realizar la conexión de una casa que posee uno o varios sistemas fotovoltaicos a la red, es necesario contar con otros elementos tal como lo muestra la Figura 50.

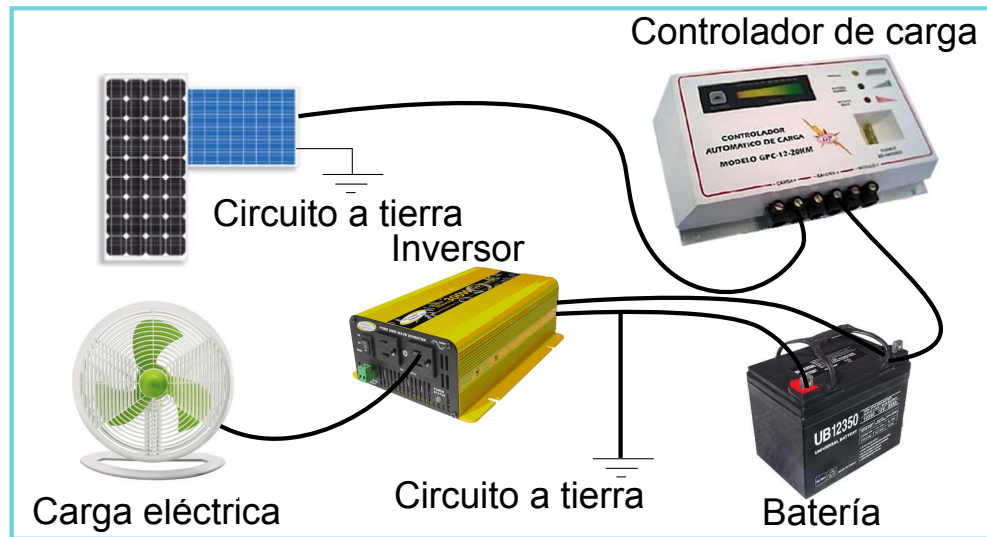
El funcionamiento sigue a continuación, a partir de los rayos solares emanados hacia la celda solar, el panel de energía que está sostenido por el bastidor convierte la energía solar a eléctrica la cuál es llevada por unas líneas de conexión hacia una caja, la llamada caja de conexión, todo esto generalmente viene en un solo paquete. A partir de la caja de conexión hasta el interruptor de DC pueden ser líneas de varios metros de longitud, el interruptor sirve para interrumpir la corriente en caso que no se quiera usar esta durante un largo periodo de tiempo, para mantenimiento y reparación y para protección. Posteriormente va hacia un alternador ó inversor de corriente DC a AC el cuál convierte la corriente continua en alterna y de este hacia un contador de inyección el cual realiza la medición de la energía generada por el panel solar, luego va a la caja de protecciones y sale hacia la red pública. Hay que hacer especial énfasis en que este modelo cuenta con dos contadores de medida diferentes, uno para medir la energía entrante y otro para medir la energía saliente del sistema.

5.5.1.8. Energías no convencionales

Existen diversos tipos de energías alternativas que apenas están siendo analizados, dentro de las cuales se encuentra la celda de hidrógeno., sin embargo, no se profundizará en este trabajo ya que no es objeto de este trabajo. Sin embargo, se mostrará los inventos y posibles formas de utilización que se han llevado a cabo por grandes personajes de la ciencia relacionada con la generación de la energía eléctrica. Se ha obtenido entre diversas fuentes un compendio de los principales descubrimientos los cuales se hace mención a continuación generados.

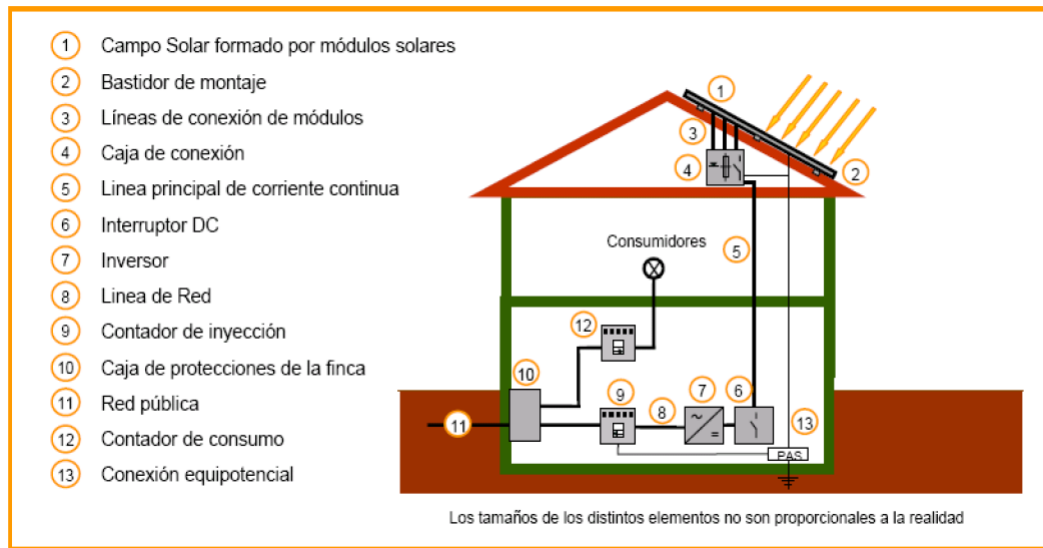
Figura 49: Sistema fotovoltaico

Alternador- Sistema de Corriente (AC)



Fuente del autor

Figura 50: Sistema fotovoltaico conectado a red



5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

- BENJAMÍN FRANKLIN (1.700) Motor electrostático.
- MICHAEL FARADAY (1.800) El dínamo.
- ISAAC DE RIVAZ (1.807) Motor de combustión mezcla de oxígeno e hidrógeno.
- JAMES CLERK MAXWELL (1.831-1.879) El éter. Con sus ecuaciones unificó los campos eléctricos y los magnéticos en un solo concepto: campos electromagnéticos.
- CHARLES JEANTAUD (1.881) Crea el vehículo eléctrico.
- HENRY MORAY (1.920) Entre otros inventos, la Válvula Moray, un “extractor de energía radiante del aire” de 50 Kw de producción de electricidad.
- HERMAN PLAUSON (1.920) Patenta un invento con la capacidad de bajar energía de la atmósfera. * En 1.937 el primer reactor de la historia arrancó con hidrógeno, como la carrera espacial.
- NIKOLA TESLA (1.856-1.943) Más de 700 inventos conocidos y patentados, más de 1.000 que recogieron de su habitación cuando murió. Por él se sabe que la radiación solar carga la ionosfera con 200 billones de voltios y se podrían bajar 10 millones de kilovatios/hora. Entre otros el Transmisor de Magnificación.
- SAMUEL FREEDMAN (1.957) La fórmula del ChemAlloy para reparar herramientas de aluminio que después comprobó, y volvió a patentar en 1.960, como productor de electricidad e hidrógeno.
- EDWIN V. GRAY (1.958) Tubo de Resistencia de Conversión de Conmutación. Descargando un condensador, libera una enorme explosión de energía radiante. Motor EMA. Un estudio en 1.993 afirmó que se hubiera ahorrado en gasolina 35 billones de dólares el año anterior.
- VÍCTOR SCHAUBERGER (1.885-1.958) Experimentos de vórtice y motor de implosión.
- ARTURO ESTÉVEZ VARELA (1.971) Motor de agua, cedió la patente al gobierno español.
- JEAN CHAMBRIN (1.975) Motor de agua. Igual que los anteriores después de patentarlo, desapareció de la “vida pública”.
- DANIEL DINGEL (1.980) Este filipino (ingeniero por correspondencia), lleva más de 39 años trabajando y mejorando la tecnología de su motor de agua. De Detroit a Florida su coche gastó 60 litros de agua y 2 de gasolina.
- DR. PETER LINDEMANN (1.981) Generadores de reluctancia variable. Motores pulsados. Autoridad líder en la aplicación práctica de la energía etérea y la electricidad fría.
- RICHARD P. FEYNMAN (1918-1988), científico, maestro, narrador y músico. Ayudó en el desarrollo de la bomba atómica, amplió la comprensión de la electrodinámica cuántica, tradujo los jeroglíficos mayas, y llegó al corazón del desastre del Challenger.

5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

- MARTÍN FLEISCHMAN & SIANLEY PONS (1.989) Fusión fría. Anunciaron que habían producido reacciones atómicas de fusión en una probeta y durante los seis meses siguientes fueron desacreditados, perdiéndose el interés público por ellos.
- STANLEY MEYER (1.940-1.998) Motor de agua con una Célula a 5 voltios. Recorrió 100 millas con un galón de agua. Fue envenenado después de rechazar 1.000 millones de dólares por su invento.
- DR. EUGENE MALLOVE (1.947-2.004) Fusion fría. Asesinado apaleado con bates de béisbol. Además de la energía que puede producir se pueden transmutar metales, transformar los residuos radioactivos en material inocuo, etc.
- OZZIE FREEDOM (Actualmente) Water4gas.com. Sistema HHO para instalar en motores mejorando el rendimiento más de un 20 % y hasta un 60 %.
- JOHN S. KANZIUS (1.944-2.009) Motor de agua salada. Inventor, ingeniero de radio y televisión. Descubrió un sistema para curar el cáncer con un transmisor de frecuencia de radio y comprobó que esa frecuencia permitía la combustión del agua salada.
- PAUL PANTONE (Actualmente) Geet Generador Pantone, permite funcionar al motor con un 80 % de agua y 20 % de combustible (gasolina, gasoil, aceite, alcohol, etc.) Fue encerrado en un psiquiátrico.
- PAUL BAUMAN (Actualmente) La Máquina TESTATIKA o Convertidor Suizo M-L. Generador eléctrico autoarrancable de movimiento continuo basado en el generador WIMSHURST. Funcionando continuamente hace años en la Comunidad Católica Methermitha de Linden, en Suiza. Actualmente disponen de 5 o 6 generadores.
- HITACHI (Actualmente) Dispone desde hace años de motores de magnetos, pero no tiene permiso para su fabricación y comercialización.
- BILL WILLIAMS (Actualmente) Células Joe. Permiten usar agua en vez de combustible. 2 hombres le amenazaron y destruyeron su laboratorio.
- GUY NÉGRE (Actualmente) Motor MDI por aire comprimido. Aplicado a los vehículos CAT's han aumentado su autonomía hasta 2.000 Kms.
- JOHN HUTCHISON (Actualmente) ZPE. Antigraavedad y fusiones de distintos metales con radiofrecuencias.
- JOHN SEARL (Actualmente) Generador SEARL, produce electricidad, antigraavedad y efectos beneficiosos para la vida, también curativos.
- AYHAM DOYUK (Actualmente) Numerosas fórmulas para el agua haciendo funcionar motores, piscinas sin cloro, descontaminación de estanques, pantanos, ríos y mares. O curar enfermedades y encapsular partículas radioactivas. Obtención de electricidad a través del circuito de agua de la vivienda.
- ALBERTO VÁZQUEZ FIGUEROA (España) Desaladora de agua por presión natural y producción de electricidad.

5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

- DR. ROBERT ADAMS (Nueva Zelanda) ha desarrollado asombrosos diseños de motores eléctricos, generadores y calentadores que funcionan con imanes permanentes. Uno de tales dispositivos toma 100 vatios de electricidad de la fuente, genera 100 vatios para recargar la fuente, y produce más de 140 BTU's de calor en dos minutos.
- JOSEPH NEWMAN Generador electromagnético. En Mississippi, desde 1.970, ingenieros, científicos y congresistas han hecho declaraciones juradas a su favor sin conseguir que le concedan la patente.
- DAVID PORTER Motor magnético permanente llamado Generador Eléctrico de Carrusel. Recientemente patentado.
- TROY REED En Oklahoma. Motor de rotación magnética. Coches eléctricos.
- SHINICHI SEIKE & SHIUJI INOMATA 1.993 Japón. Máquina-N. Generador electrostático.

La documentación se puede encontrar en el grupo energías renovables con su pagina principal <http://gruposenergialibre.wordpress.com/> del cual el autor es integrante activo.

5.6. GENERACIÓN DISTRIBUIDA

No existe consenso, a nivel mundial ni europeo, sobre qué es exactamente la Generación Distribuida (GD), puesto que son múltiples los factores que afectan a su definición: tecnologías empleadas, límite de potencia, conexión a red, etc. “Una definición válida a la generación distribuida o generación “in-situ”²⁵, es la generación de energía eléctrica (aunque también aplica cualquier tipo de energía) por medio de gran cantidad de fuentes pequeñas de energía. Por su naturaleza es también llamada generación descentralizada, ya que no existe un único camino desde la generación hasta la carga de consumo”.

El DPCA (Distribution Power Coalition of América) la define como, cualquier tecnología de generación a pequeña escala que proporciona electricidad en puntos más cercanos al consumidor que la generación centralizada y que se puede conectar directamente al consumidor o a la red de transporte o distribución. Por otro lado, la Agencia Internacional de la Energía (IEA, International Energy Agency) considera como GD, únicamente, la que se conecta a la red de distribución en baja tensión y la asocia a tecnologías como los motores, mini y micro turbinas, pilas de combustible y energía solar fotovoltaica.

“Se habla de microgeneración-para instalaciones de potencia inferior a $5kW$, minigeneración -entre $5kW$ y $5MW$ y generación de media y gran escala para sistemas cuya potencia esté entre 5 y $50MW$ y $50MW$ $100MW$ respectivamente”[24].

5.6.1. Medición Remota

La medición remota es el proceso por el cual es posible realizar la toma de datos de un medidor desde un punto distante al lugar donde se realiza la misma. Antes de hablarse de redes inteligentes esta clase de medición ya era parte de los estudios de ingeniería

²⁵Es una expresión latina que significa «en el sitio»

5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

Figura 51: Generación distribuida



eléctrica y electrónica en Colombia por ejemplo, en el año 94 la Universidad de los Andes realizó un estudio sobre la implementación de estos medidores, se basó básicamente en dos partes, “La primera fase terminó en 1994, mientras la segunda fase se desarrolló, teniéndose previsto un prototipo de contador electrónico para mediados de 1996.”²⁶. El objetivo del proyecto no difiere al objetivo de la medición inteligente ya que es en si el de poder recibir la información del medidor en tiempo real con un sistema automatizado. Sin embargo, difiere en que aun no se había visto como una integración de todo un modelo global para el sector eléctrico aunque se tenía prevista la implementación de las telecomunicaciones en el sector lo que lo convierte en las bases para las redes inteligentes[66].

Es difícil en muchos casos justificar un proceso de automatización, pues los beneficios parecen pequeños comparados con los costos de inversión. Esto explica por qué la industria Colombiana encuentra frecuentemente dificultades para justificar planes de automatización, pues el recurso humano en nuestro país es de bajo costo, comparado con los altos costos de la tecnología. De otra parte, cuando se toma la decisión de automatizar, este proceso se aborda con elementos tecnológicos en vías de desactualización, buscando reducir sus costos, pues los criterios para la evaluación técnica son muy restringidos.

La actualidad no difiere del problema que surge las empresas con las TIC en la inclusión de las empresas, lo que ha llevado a que no se incorporen en el hogar ya que son las primeras las que realizan la primera inversión en las tecnologías, posteriormente es posible implementarlas en el sector residencial, el proyecto de la Universidad de los Andes hace referencia a la introducción de tecnologías integradoras de información. Si el esquema orga-

²⁶Tomado de “La medición remota de energía eléctrica: un campo de oportunidades para la industria Colombiana”, Universidad de los Andes, 1995

5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

nizacional es vertical, como sucede tradicionalmente, existe una evidente incompatibilidad entre la tecnología y la estructura de la empresa. Esta incompatibilidad impide en el mejor de los casos un correcto aprovechamiento tecnológico y en el peor de los casos, resulta en la principal causa del fracaso de la automatización. Una solución factible es reestructurar los procesos la empresa a partir de los procesos y no de la estructura organizacional, pero para las empresas existentes es un proceso bastante tedioso que finalmente termina costando mucho más que la misma automatización. Por otro parte, aplicando este enfoque, desaparecen muchas de las áreas funcionales que tradicionalmente se tenían en una empresa: contabilidad, sistemas, cobranzas, compras, entre otros[66].

La empresa se configura en torno a sus procesos, donde se definen claramente responsabilidades y responsables, insumos y productos. El trabajo no se divide en sus partes más simples como en el modelo de producción de masa: el trabajo se integra. Esta integración tiene dos implicaciones fundamentales:

- Recurso humano con formación integral: más capacitación y formación, mayor poder de decisión y de trabajo en grupo. En otras palabras, recurso humano en formación permanente.
- Tecnología capaz de integrar la información: los sistemas de información, la telemática.

La Figura 52 muestra una posible estructura de una empresa comercializadora de energía, donde el Cliente es el objetivo final. Este esquema tiene la ventaja de que va en la misma dirección que la tecnología que se utiliza. Se resalta que ahora la base integradora de la empresa no es la burocracia sino la tecnología.

Con las tecnologías de información se tiene un problema bastante serio ya que estas evolucionan constantemente y con un crecimiento bastante significativo, esto conlleva a que cuando se implemente cierta tecnología a las redes inteligentes, en pocos años queda obsoleta haciendo que los usuarios queden con basura tecnológica ó e-waste, la gestión tecnológica se ha establecido para abordar este problema. ya que no se tiene una garantía sobre la utilización de una tecnología. La gestión tecnológica implica:

- Comprender las razones que hicieron aparecer dicha tecnología.
- Comprender que el desarrollo de la tecnología es continuo. La tecnología no aparece finalizada, nunca está "a punto".

La segunda parte implica que una tecnología nunca estará en las mejores condiciones para su utilización final, esto da cabida al fenómeno que se ha venido dando con el esparcimiento de diversas tecnologías para un mismo propósito, principalmente, porque es probable que su costo no sea inferior al del contador electromecánico y que su vida útil no sea mayor.

5.6.2. Contador electrónico en el sector residencial

El medidor que finalmente se logró con la evolución de la medición a distancia o remota, se terminó denominando "medidor inteligente" y este término se debió a que no puede ser introducido como una simple mejora tecnológica que reemplazará al contador electromecánico a menor precio, con mayor precisión y menor necesidad de mantenimiento. Sin embargo, a pesar de estas aparentes desventajas, su utilidad está basada en que encaja

Figura 52: Estructura de una empresa comercializadora de energía

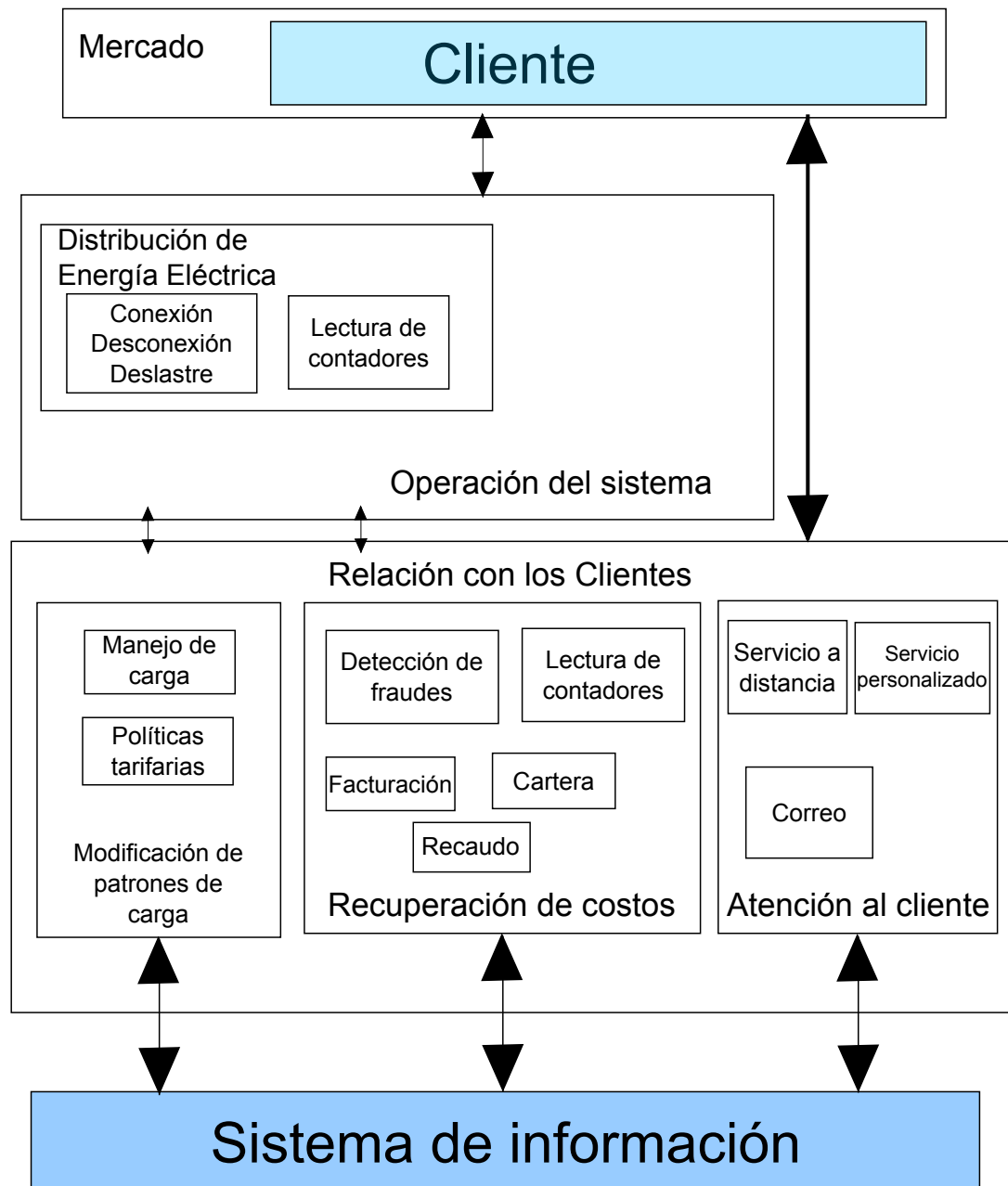
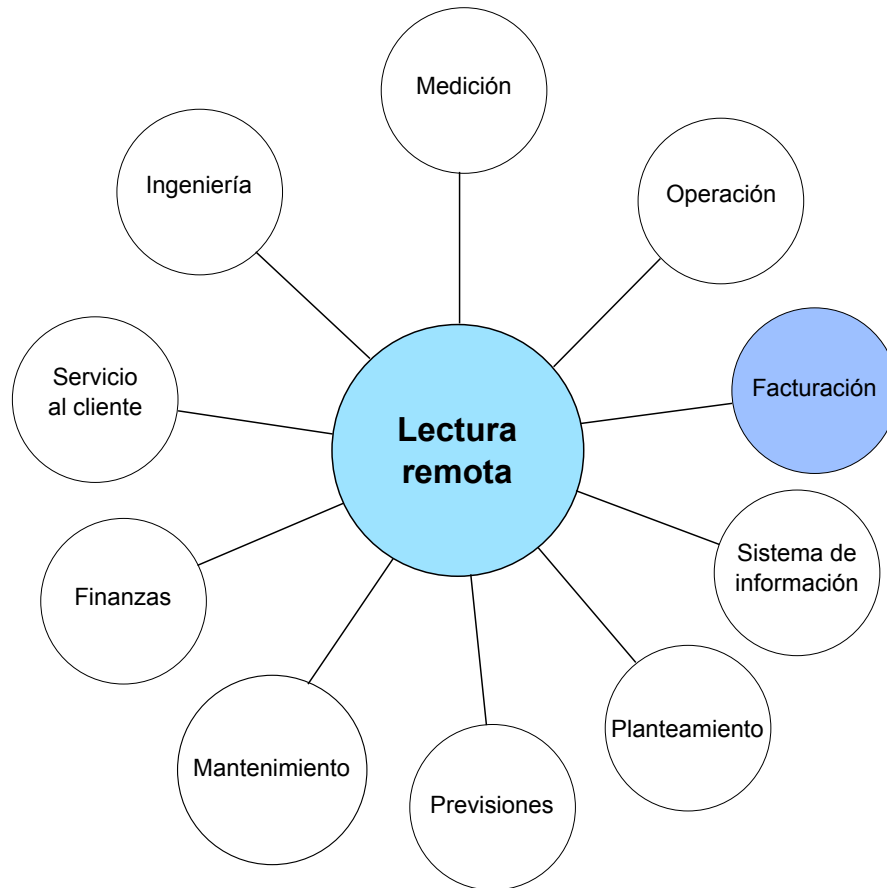


Figura 53: Aplicaciones del medidor inteligente



dentro de las necesidades del negocio, sirviendo como elemento integrador. Una de las funcionalidades más importantes del medidor inteligente, es la posibilidad de realizar la lectura en forma remota del consumo tal como lo muestra la Figura 53 [66].

Si el medidor tiene capacidad de comunicación bilateral, es posible que se manipule la información entre la empresa y el usuario, tal como costo de la energía a pagar, valor de la energía, información tarifaria, consumos del mes, fecha de lectura, fecha de pago, etc. Dentro de este marco, el medidor inteligente incluye toda una gama de posibilidades desde la simple medición de energía hasta esquemas sofisticados de facturación y manejo de carga.

5.6.2.1. Evolución de las tecnologías de medición

Los sistemas de medición han tenido una evolución de la cual ha resultado los medidores en la actualidad, la figura 54 muestra la evolución de la medición.

5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

Figura 54: Evolución de las tecnologías de la medición

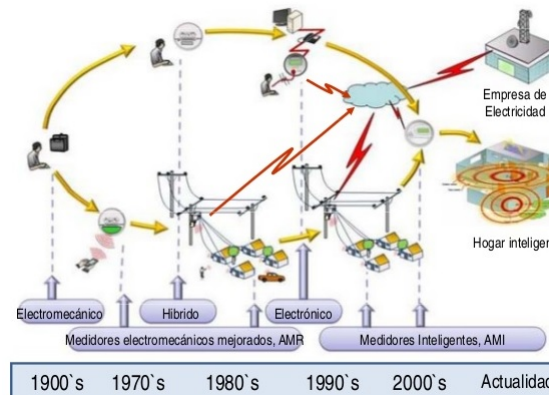


Figura 55: Medidor híbrido



5.6.2.2. El medidor híbrido

Fue el medidor que dio el paso hacia la medición inteligente donde el método de energía sigue siendo de disco giratorio u las bobinas energizadas, la diferencia radica en que integra algunas funciones como medición de demanda máxima o comunicación a distancia de la medida de energía. Esta última se ha usado en los primeros experimentos de lectura remota, donde a medidores tradicionales se les agrega el dispositivo electrónico de medición, el cual se acopla ópticamente al disco. La Figura muestra un medidor híbrido, se observa casi de forma similar a los medidores convencionales.

La principal desventaja de estos medidores híbridos es su escasa flexibilidad, lo cual implica que sí lo integra un pequeño conjunto de posibilidades de manejo de información.

5.6.2.3. El medidor estático

Fue el que se impuso definitivamente como medidor inteligente. Este medidor está construido integralmente con elementos electrónicos. No cuenta con elementos mecánicos móviles de ninguna clase. Estas dos características hacen que se espere, a partir de la masificación, el tamaño compacto, alta confiabilidad y vida útil adecuada tanto para las electrificadoras como para el usuario final[66].

Las dos desventajas que impedían su introducción masiva eran el costo y confiabilidad pero con la revolución tecnológica que se dio a cabo en el transcurso de la primera década del nuevo milenio estos costos se redujeron drásticamente[66]. Por otra parte los dispositivos electrónicos son mucho más confiables ya que el sector se ha desarrollado tanto en metodologías como en materiales.

La gran ventaja del medidor estático con microprocesador es la flexibilidad que tienen ya que soportan un importante incremento de funciones que presten un servicio tanto al cliente como a la empresa[66], entre estas características se encuentran:

- Lectura remota.
- Detección de Fraude.
- Detección de fallas del contador con un auto test.
- Protección de las instalaciones del Cliente con diagnóstico de estas.
- Multi-facturación.
- Facturación tiempo real.
- Posibilidad de prepago con tarjeta.
- Control de carga.
- Conexión y desconexión de clientes.
- Suministro de información al Cliente.
- Suministro de información a la empresa (confiabilidad, calidad de servicio, continuidad, ...).

En la actualidad son muchas las empresas que fabrican este tipo de medidores. A continuación se muestra una lista de los medidores para las casas inteligentes que se pueden encontrar fácilmente en el mercado en Colombia

- Medidor digital de consumo y Wattímetro Power Meter.

Las características de este medidor son: Potencia pico 1,4kW a 220V ó 6A.

- Medidor de consumo eléctrico Wattímetro PC LCD de DustDevil.

La potencia de consumo máximo es de 2kW pico.

- Contador eléctrico bidireccional 5CTM mostrado en la Figura 58 y el contador eléctrico 5CTD

5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

Figura 56: Medidor digital de consumo y wattímetro Power Meter.



Figura 57: Medidor de consumo eléctrico wattímetro Pc Lcd de DustDevil.



5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

Figura 58: Contador eléctrico bidireccional 5CTM



Figura 59: Contador eléctrico 5CTD



Es un contador 5CTM monofásico de energía activa y reactiva con discriminación horaria y tele-gestión sistema PRIME , el contador 5CTD está destinado a la medida de la energía de cliente con posibilidad de tele-gestión, es decir, comunicación remota para funciones de lectura, gestión de energía, control de potencia, etc. a través de un módulo PLC integrado en el equipo.

- Contador bi direccional CERM 1

Es un contador monofásico de energía activa y reactiva con discriminación horaria y tele-gestión sistema Meters and more desarrollado por ENEL.

5.6.3. Infraestructura de medición avanzada AMI

Se denomina infraestructura de medición avanzada al conjunto de tecnologías referentes a la medición, recolección y análisis del uso de la energía eléctrica y que en esencia, interactúan con medidores inteligentes. Es una apuesta por incorporar a los consumidores un sistema basado en el desarrollo de estándares abiertos, permitiendo a los usuarios emplear la electricidad de forma más eficiente y, al mismo tiempo proporcionar a las compañías la capacidad de detectar problemas en sus sistemas y gestionar la demanda, con el fin de operar eficientemente.

5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

Figura 60: Contador bi direccional CERM 1



5.6.3.1. Características

Esta infraestructura se diferencia del sistema tradicional principalmente porque ofrece un sistema de sensores implantados en los medidores inteligentes los cuales proporcionan información del consumo de energía eléctrica en tiempo real y además registrar eventos, perfiles de carga y permiten la transmisión de los datos e informaciones por medio de Internet o redes similares.

Así como los medidores inteligentes, la infraestructura de medición avanzada en conjunto se caracteriza por tener principalmente una red de comunicaciones que funciona de forma bidireccional, es decir desde el cliente hacia la distribuidora y desde la distribuidora al cliente, con lo cual se lograría el intercambio de información entre el cliente y la distribuidora en tiempo real y así brindar la posibilidad de que el cliente tenga las opciones y tarifas diferenciadas, registros de la demanda entre otras y para las empresas distribuidoras una eficiente administración de la energía y datos medidos.

Esto permite a todos los involucrados en el servicio, tomar decisiones sobre la reducción de cortes y la tensión en la red durante las horas de máxima demanda, estos dos componentes de medidores inteligentes y las redes de comunicación forman la infraestructura necesaria para proporcionar servicios AMI.

5.6.3.2. Normatividad

La normatividad para el desarrollo de la medición es tan importante como la mismas tecnologías debido a que es a partir de estas que se pueden implementar, masificar y controlar toda actividad relacionada con la misma. A nivel internacional se ha tomado como referencia la norma IEC 61968 la cuál forma en si una extensión de la IEC 61970.

La norma IEC 61968 tiene como objetivo el apoyo de la integración entre aplicaciones de una empresa de servicios públicos para conectar aplicaciones dispares que ya están construidas o por implementarse, cada uno apoyado por entornos de ejecución diferentes, el cual cuenta con diversidad de lenguajes, sistemas operativos, protocolos, arquitecturas, sistemas, servicios, metodologías, software y hardware así como herramientas de gestión.

En la actualidad se continúa trabajando en identificar todas las áreas donde las normas existen para el mejoramiento de la operatividad de estas para determinar posibles actualizaciones, modificaciones o la creación de nuevas normas. Existe una agrupación de muchas organizaciones que trabajan en el desarrollo de la normatividad. El cuadro 7 muestra algunas de las normas internacionales las cuales son base para el desarrollo de la infraestructura de medición avanzada.

5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

Cuadro 7: Normas Técnicas del instituto Nacional de Estándares y Tecnología

NORMAS	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
IEC-61970	Modelo de Información Común	Gestión de Red
IEC-61968	Interfaces de Sistemas para la gestión de la distribución.	Gestión de la red de Distribución
ANSI C12	Estándares de calidad de la medición	AMI
OPEN AMI	Grupo de estandares para la infraestructura de Medición Avanzada (AMI) y redes de Área Domiciliaria (HAN)	AMI
IEEE 1541	Monitoreo y Control de fuentes distribuidas interconectadas al sistema eléctrico de Potencia	Generación Distribuida
ASHRAE	Protocolo de comunicación de Datos para Automatización de Edificios y Control de Redes	Respuesta a la demanda, eficiencia, Modelo específico de dominio

La IEC ha desarrollado en esta norma un modelo de referencia que ejemplifica los componentes lógicos y el intercambio de información relacionado con la medición y control de medidores.

La información proveniente de los medidores inteligentes es importante para las electricificadoras ya que optimiza la toma de datos en los medidores de intervalos de tiempo, con los datos de demanda y energía consumida, gestión de fallas, interrupción de servicio, servicio de reconexión, supervisión en la calidad del servicio, análisis de la red de distribución, planificación de la distribución, reducción de la demanda, facturación del cliente y manejo de trabajos operativos, todo esto operando bajo el CIM o Modelo de Información Común el cual permite operar simultáneamente con un único lenguaje de información estándar. El siguiente cuadro presenta las funciones y programas relacionados dentro de un modelo.

5.6.3.3. Lectura de medidores RMR

Es necesario un conjunto de funciones para realizar las lecturas a distancia de la información que se registra en el punto de suministro al cliente final, así como los necesarios para enviar los controles de interfaces de equipos cliente. Esta función se constituye por diferentes aspectos:

- La tele medida: Es el proceso por el que las lecturas de los medidores se transmiten a un sistema de adquisición de datos central, normalmente este proceso se realiza a través de los medidores de lectura automatizada (ARM). Los sistemas de AMR pueden optar por recaudación, lectura y a futuro, la captura de eventos de medida de dos vías, con una capacidad más avanzada de recopilación de datos a petición, invocando la desconexión a distancia, control de carga etc.
- La calidad del servicio de potencia: Es posible recolectar información relativa de la calidad de la potencia por parte de los medidores inteligentes. Esto incluye eventos de tensión baja, etc. La información adquirida puede ser utilizada para el análisis de corte o de la programación del mantenimiento.
- Medidas al cliente y servicios de localización: Los usuarios finales pueden tener una o varias cuentas, a partir de esta herramienta se hace necesario para la localización

5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

una dirección específica. Esta información se hace esencial para realizar la gestión de suministro eléctrico y de facturación.

- **Historial:** La utilización del historial puede ser usada para fines de planificación a partir de los valores de carga de información, esto permite determinar cargas potenciales agregadas a un transformador alimentador.
- **La flexibilidad en el mercado:** Un usuario puede cambiar entre los diferentes proveedores de energía así como lo hacen grandes industrias en la actualidad.
- **La adición de datos:** En el análisis de corte es posible la adición de datos para identificar pérdida o la restauración del servicio de energía. Esto favorece a los usuarios ya que pueden acceder a denuncias realizadas a la empresa de energía por daños a equipos.
- **El control de carga (LDC):** Esta opción de servicio es capaz de ajustar su consumo respecto a tarifas de tiempo. Esto permite a los clientes ajustar su consumo en respuesta a cambios en los precios, control de calefacción eléctrica, agua, electrodomésticos, etc.
- **Controles de carga:** Las peticiones de la carga de control a menudo son SCADA y/o sistema AMR con la finalidad (voluntario u obligatorio) de limitar la carga. Una señal de control de carga general tendrá la habilidad de realizar controles de carga determinadas para reducir la demanda eléctrica.
- **Dinamismo:** En el tiempo real, las señales de precios y horarios son enviadas a través de un medidor por SCADA y/o AMR. Hay varias maneras por las cuales se puede lograr en primera instancia, señales de precios dadas en tiempo real e ir identificando el precio por intervalos de tiempo, en segunda instancia, el tiempo de consumo según el calendario previsto que finalmente es posible la publicación de precios con anticipación.
- **Medidor de Operaciones (MOP):** Es el responsable de gestionar el despliegue, mantenimiento, el uso de los medidores dentro de un territorio previamente establecido. Permite archivar los trabajos de medición obtenidos en los eventos de instalación, inspección, mantenimiento, desmantelamiento y medidas. De igual manera, cuando un medidor se instala para la tele medición, se debe estar configurado para su uso por el sistema de medición, éste puede ser configurado con la información de tipo medidas dependientes, como las definiciones de tiempo de uso.
- **Gestión de datos:** Cuando se realiza la medición y la captura de los datos, estos registros puede guardarse con la información necesaria para la facturación y el análisis histórico. En este sentido, un administrador de datos medidos del sistema (MDM) se usa a menudo para proporcionar un repositorio común y un punto de la gestión y el acceso de los datos del medidor, este sistema protege a las aplicaciones como la facturación, planificación y la necesidad de integrar más de un sistema de medición.
- **Sistemas de medición:** Transmite los datos medidos y otros datos de valor agregado a través de la ED del sistema de medición para las empresas distribuidoras. Según

5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

el sistema, la transmisión de datos puede incluir diversos pasos a través de redes públicas o privadas, con o sin licencia de espectros de FR, normalizados o sistemas privados de sentido bidireccional.

- **Control:** Las funciones del control son básicamente, la interfaz primaria dentro de la ejecución de comandos de control remoto de los medidores, la interfaz para ejecutar las solicitudes de lectura de comandos, la comunicación de la información del sistema de pago y finalmente, la apertura de una puerta de comunicación para los dispositivos de control de carga.
- **La recolección de datos:** Es un subcomponente dentro del sistema de medición el cual está constituido por: la lectura recogida de datos los cuales se pueden obtener a través de medios manuales automatizados, la transmisión de las lecturas del medidor y de estado para un sistema de administración de datos de medida, la transmisión de la potencia y la fiabilidad de la calidad de los datos de eventos para un sistema de gestión de interrupción.
- **Medidor de mantenimiento (MM):** Es el responsable de la funcionalidad relacionada con la configuración e instalación de medidores, está estrechamente vinculada con el sistema de medición y en consecuencia a este vínculo, las interfaces entre el sistema de medición y el mantenimiento del medidor está fuera del alcance de las normas IEC.
- **Datos medidos (MD):** Las lecturas que son capturada por los medidores inteligentes son integradas dentro de un perímetro de tiempo antes de ser presentado a efectos de facturación, todo esto con el fin de que las entidades de facturación pueden recoger los datos en algunos registros y, el proveedor de energía puede llevar a cabo validación, edición y finalmente, la estimación (EEV) de acuerdo con las normas establecidas por la entidad supervisora de reglamentación.

5.6.3.4. Componentes de la infraestructura de medición avanzada

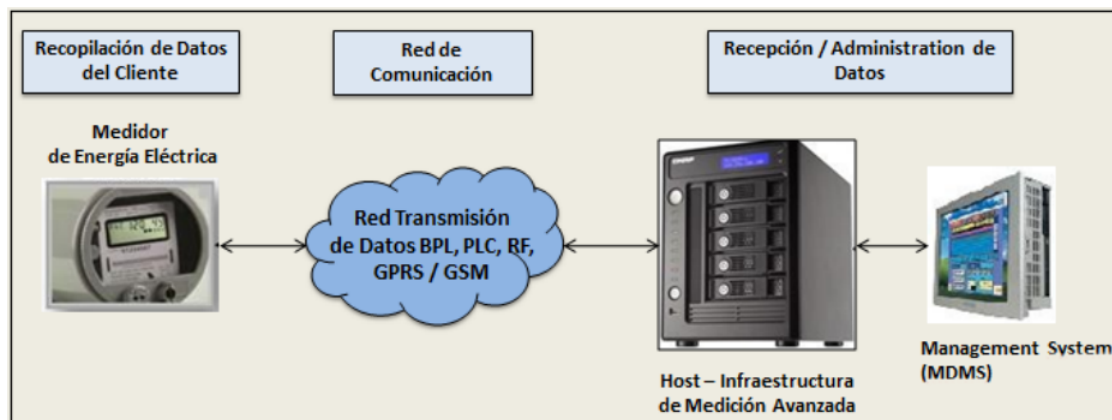
La estructura de medición avanzada se identifica por tres componentes principales, los cuales son.

1. El medidor inteligente en el cliente.
2. Una red de comunicación entre el medidor inteligente y la empresa prestadora del servicio.
3. Una aplicación para administrar los datos del medidor (MDM).

La Figura 61 muestra como estan distribuidos los tre elementos principales de las AMI

Las características principales de los medidores inteligentes dentro de una AMI es que además de realizar la medición común, tienen la capacidad de realizar registros y almacenamientos de la información de consumo y generación del servicio así como las fallas, reportes de manipulación, etc. además, poseen la capacidad de realizar conexiones/desconexiones remotas, almacenar datos de los parámetros eléctricos para el análisis posterior de optimización, utilización y gestión de activos.

Figura 61: EPRI, Componentes AMI, 2005



La red de comunicación es el medio por el cuál se transfiere la información desde los medidores hacia la empresa prestadora del servicio, existen diversas tecnologías de las cuales se habló en el capítulo 2 y que en general se realizan a través de las líneas de potencia, radio frecuencia o las redes de celulares. Al parecer, ninguna solución única de comunicación podría ser óptima para una empresa, pues existe directa dependencia de las características de los lugares en donde se presenta el servicio, así tendremos diferentes problemas de comunicación al prestar servicios a zonas rurales y urbanas. De la misma manera la ubicación, los lugares de acceso difíciles, regiones montañosas y selváticas como el amazonas y el Caquetá además de regiones cercanas al mar como la guajira, son influentes claves al momento de seleccionar el tipo de tecnología de telecomunicación.

Principalmente las redes de energía existentes se usan para realizar el enlace y el software de gestión de las aplicaciones de red. Otros sistemas de información que ofrece tecnología punto a punto o “take out point” como las GPRS/GSM, 3G y 4G así como la fibra óptica.

El MDM consiste básicamente de dos componentes, un hardware y un software de computadora la cual controla la comunicación y recibe los datos enviados directamente del medidor, estos pueden ser administrados por un sistema de gestión de datos con el propósito de analizar y convertir esta información a una información útil para la empresa distribuidora.

5.6.4. La generación distribuida en Colombia

El avance de la generación distribuida en nuestro país ha sido bastante reducido frente al potencial de su expansión. Aunque en los Planes de Desarrollo y en el Plan Energético Nacional se dan lineamientos para apoyar la utilización de fuentes nuevas y renovables de energía, no se han establecido metas de participación de estas fuentes en la capacidad instalada o en la producción de energía.

Las plantas de generación distribuida han surgido por la iniciativa de algunos industriales y de las regiones o, por otra parte, en zonas aisladas donde no hay otra opción distinta al Diésel, cuya utilización se empieza a restringir por los niveles de contaminación y, principalmente, por los costos y la dificultad de transportar y almacenar combustibles líquidos.

5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

5.6.4.1. Los obstáculos a superar

- Costos: No se comparan costos de renovables y no renovables para un “ciclo de vida” completo. Hay subsidios a los combustibles fósiles y para las no renovables, por los altos costos de inversión, hay una mayor necesidad de financiación para la misma capacidad. En las convencionales no se tiene en cuenta la volatilidad de los precios de los combustibles. Se hace necesaria una mayor información. Se registra que los trámites son más dispendiosos para las renovables que en el caso de las convencionales, a veces innecesariamente, como en los correspondientes a la interconexión[24].
- Legales y regulatorios: Hace falta un marco legal para los IPP (productores independientes de electricidad). Los PPA (contratos de compra-venta de energía y potencia) son negociados caso por caso, sin reglas consistentes. Hay problemas en la ubicación de las plantas y en el otorgamiento de permisos, por falta de conocimiento de las autoridades de planeamiento y ambientales, tanto en áreas urbanas como rurales. Se registra gran competencia en el uso de la tierra con otros intereses (agrícolas, de recreación, de paisajismo, etc.). También hay falta de requisitos uniformes para la conexión de los proyectos.
- Ausencia de mecanismos de financiación y exceso de inseguridad en cuanto a que las empresas compradoras respeten el PPA de largo plazo.

Es difícil competir con los bajos costos de la hidroenergía, en promedio de $3,1 \text{centavos de US/kWh}$. Los costos de tecnología para renovables no son competitivos todavía, aún si se consideran mecanismos de desarrollo limpio MDL y certificados de energía renovable CER, porque el precio pagado por estos es muy bajo en Colombia²⁷.

5.6.4.2. Posibles soluciones a los obstáculos

El ESMAP (Energy Sector Management Assistance Program por sus siglas en inglés) forma parte importante de la CREG ya que esta se guía en gran medida de este Programa, hace mención que también existen barreras macroeconómicas. Los potenciales inversionistas perciben un riesgo país alto. Además, los temas legales y regulatorios, ESMAP dice que las fuentes convencionales pueden recibir el cargo por confiabilidad, pero no las no convencionales (excepto biomasa y geotérmica) por falta de “capacidad firme”. Algunos de los consultados por ESPAM creen que el cargo por confiabilidad va a ser el principal obstáculo para las energías no convencionales. Existen otras barreras diferentes a las del mercado, como la falta de una regulación específica. Algunos interesados manifiestan que la regulación cambia a menudo y que, en general, hacen falta voluntad política e interés para apoyar la energía renovable. El ESMAP realiza sugerencias hacia posibles soluciones, como es:

- Fondo privado para eólicas.
- Bonos para energía no convencional.
- Capacitación al sector financiero.

²⁷Extraído de “LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA y SU POSIBLE INTEGRACIÓN AL SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL, Comisión de Regulación de Energía y Gas, 2009

5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

- Identificación de zonas con altas pérdidas de energía.
- Desarrollo de la normatividad.
- Menores impuestos y más esquemas de crédito.
- Utilizar recursos de financiación GEF (Global Environmental Fund por sus siglas en inglés).
- Desarrollar proyectos MDL.
- Establecer tarifas especiales para renovables.
- Aplicar programas URE.
- Intensificar uso de renovables en electrificación rural.
- Lograr la apropiación de tecnología.

5.7. EL PROYECTO COLOMBIA INTELIGENTE COMO EL MOTOR DE DESARROLLO HACIA LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA

El proyecto Colombia inteligente se creó con el objetivo de introducir las nuevas redes inteligentes en Colombia, el objetivo es en principio un consenso entre las entidades pertinentes para el desarrollo de las redes inteligentes, dentro de los cuales se encuentra la estandarización de los sistemas, las tecnologías, las metodologías, normatividad entre otros, así como de todos los protocolos y políticas asociadas. Colombia Inteligente es en principio, un proyecto desarrollado con las instituciones más destacadas en este momento dentro del marco de la energía eléctrica, a saber:

5.7.1. CIDET (Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Sector Eléctrico)

En la actualidad, el CIDET desarrolla una serie de actividades para promover procesos de desarrollo para el Sector Eléctrico que incrementen la productividad y competitividad además de ofrecer servicios de certificación de productos eléctricos y sistemas de gestión (NTC ISO 9001, NTC ISO 14001, NTC OHSAS 18001, NTC GP 1000). Realizan inspecciones a las instalaciones eléctricas, de iluminación y alumbrado público bajo RETIE y RETILAP, una vez estén construidas para garantizar la seguridad ante riesgos de origen eléctrico y desarrollan otras actividades relacionadas con el sector²⁸.

²⁸Ver mas: "<http://www.cidet.org.co/que-hacemos>", 2013

5.7.2. COCIER (Comité Colombiano de la Comisión de Integración Energética Regional)

Es una Asociación de naturaleza civil sin ánimo de lucro que reúne a las empresas y Organismos del Sector Eléctrico Colombiano, con el fin de vincularlos entre sí promoviendo la integración e intercambio de experiencias por medio de la información, creación de Grupos de Trabajo para desarrollo de proyectos buscando solucionar problemas comunes, fomentando la investigación, estudio y capacitación en reuniones y seminarios a nivel nacional e internacional, así como brindando oportunidades de negocios entre sus miembros y terceros que se vinculen a sus actividades. Adicionalmente como Comité Nacional hace partícipe a todos sus miembros de la Organización Internacional y Comisión de Integración Energética Regional – CIER²⁹.

5.7.3. CNO (Consejo Nacional de Operación)

El Consejo Nacional de Operación del sector eléctrico, creado por la Ley 143 de 1994 en su artículo 36, tiene como función principal acordar los aspectos técnicos para garantizar que la operación del sistema interconectado nacional sea segura, confiable y económica y ser el ejecutor del Reglamento de Operación³⁰.

5.7.4. CAC (Comité Asesor de Comercialización)

Es un Comité creado por la Comisión de Regulación de Energía y Gas –CREG– mediante la Resolución 68 de 1999, para asistirle en el seguimiento y la revisión de los aspectos comerciales del Mercado de Energía Mayorista³¹.

5.7.5. CINTEL (Centro de Investigación de las Comunicaciones)

El Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (CINTEL), estudia y promueve el uso integral de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC), a través de cuatro líneas de acción: Investigación e innovación, Asistencia técnica, Capacitación y Servicios de información. El objetivo del CINTEL es “estudiar y asimilar las tendencias tecnológicas emergentes con el propósito de divulgarlas y recomendar la conveniencia de su implementación”³². En este momento cada una de las instituciones viene estructurando un modelo de desarrollo según la inmersión de cada una dentro de las Redes Inteligentes. Estas empresas dan la garantía que se está haciendo un proceso transparente y que le objetivo final es el mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos además de la conservación del medio ambiente.

Con esta visión sobre las buenas obras que se han desarrollado a lo largo del año 2012 y principios del 2013 se concluye que si existe un verdadero interés por la inserción de estas redes en Colombia, ya que es necesaria la unificación de esfuerzos de todas las personas y

²⁹Ver mas: “<http://www.cocier.org/nosotros.html>”, 2013

³⁰Ver mas: “<http://www.cno.org.co/webApp/pressflow/content/quienes-somos>”, 2013

³¹Ver mas: “<http://www.cac.org.co/quienes.html>”, 2013

³²Ver mas: “.<http://www.cintel.org.co>”, 2013

empresas relacionadas con la energía así como de los gobiernos locales, departamentales y en general el gobierno colombiano. Sin embargo, existen barreras que se deben romper.

5.8. EL IMPACTO SOCIAL, AMBIENTAL Y CULTURAL DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA

En los procesos de planeación, ejecución, desarrollo y control de las redes inteligentes residenciales el impacto hacia prácticamente todos los actores involucrados en el proceso desde las electrificadoras hasta los usuarios finales, la flora, fauna. En este sentido, es necesario destacar los entes relacionados en la participación de las redes de energía, ya sea de transporte o distribución, y los actores que actúan en régimen de competencia.

5.8.1. OPERADOR DE RED

En el caso del operador de la red de transporte, las redes inteligentes permiten mejorar el intercambio de datos con las empresas distribuidoras pero, sobre todo, abren la posibilidad de que nuevos proveedores oferten sus servicios complementarios para el mantenimiento de la seguridad y la estabilidad del sistema. A medida que la contribución de las energías renovables al suministro del sistema eléctrico peninsular aumente (durante los primeros 9 meses de 2010 rondó el 40 %), el operador del sistema necesitará más recursos para equilibrar sus fluctuaciones y para garantizar la seguridad del suministro. Una vez que la tecnología se desarrolle por completo y, tras realizar las modificaciones legales oportunas, las agrupaciones de consumidores residenciales podrían ofrecer reducciones de demanda agregada al operador del sistema, del mismo modo que hoy la ofertan los grandes consumidores industriales.

Por su parte, la información intercambiada en las redes inteligentes permitirá a las empresas distribuidoras tener un mejor conocimiento de lo que ocurre en su red y, por tanto, poder gestionarla mejor. Por ejemplo, se podrán gestionar las sobrecargas en la red, mediante cortes selectivos que eviten apagones generalizados. También se podrán detectar y localizar más fácilmente las faltas que ocurran, limitando su impacto y duración. A futuro, incluso, y siempre que se desarrolle la legislación que lo permita, las empresas distribuidoras podrían desarrollar mercados de servicios complementarios para la red de distribución, similares a los que Red Eléctrica gestiona para el sistema de transporte. En función de las necesidades de las distribuidoras, estos mercados podrían estar dirigidos a determinados segmentos de consumidores que se consideren más apropiados para la provisión de los servicios demandados (hoteles, polideportivos, comercios, . . .), o ser abiertos a cualquier tipo de consumidor, en cuyo caso también sería posible la agregación de la demanda residencial para poder participar. La llegada del vehículo eléctrico y las microrredes ampliarían aún más el ámbito de posibles proveedores de tales servicios.

5.8.2. PRODUCTOR DE ELECTRICIDAD

En cuanto a los productores de electricidad, las redes inteligentes permitirán un mejor uso de sus equipos, especialmente en el caso de los productores en régimen especial. Por ejemplo, a lo largo de 2010, debido a la falta de interconexiones potentes con el resto del

5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

sistema eléctrico europeo, y en momentos en los que la demanda era baja (por la noche), ha sido necesario limitar la producción de electricidad a partir de fuentes de energía renovables para garantizar la seguridad del sistema. Unas redes inteligentes que dispongan de sistemas de almacenamiento distribuido (como los vehículos eléctricos, por ejemplo), y en las que la demanda se gestione adecuadamente para adecuarse mejor a la capacidad de producción evitaría tales limitaciones, permitiendo a los productores en régimen especial integrar en el sistema toda la energía que sus equipos sean capaces de dar.

Sin embargo, las mayores potencialidades parecen presentarse para los consumidores y para los comercializadores de energía. Hasta ahora, la competencia en la comercialización en España ha sido bastante escasa. La existencia de las tarifas de último recurso para los consumidores domésticos y la falta de la tecnología que permitiera medir el consumo en intervalos menores a un mes no han permitido a los comercializadores realizar ofertas atractivas a los consumidores domésticos. Sin embargo, se espera que la sustitución de los actuales contadores analógicos por los nuevos contadores electrónicos con capacidad de gestión remota y medida horaria permita a los comercializadores ofrecer a los clientes tarifas variables a lo largo del día, para aprovechar la diferencia de precios en el mercado y reducir así sus facturas eléctricas. Este tipo de tarifas podrían además combinarse con sistemas que permitieran conocer el consumo en tiempo real, a través de pantallas instaladas dentro de la propia vivienda, de Internet o del teléfono móvil.

5.8.3. COMPAÑÍAS COMERCIALIZADORAS

Las comercializadoras podrían agregar la demanda de ciertos tipos de clientes que estuvieran dispuestos a gestionar su demanda o a dejar que el comercializador se la gestionara de manera remota a cambio de ciertos incentivos económicos. Con esta demanda flexible agregada, podrían obtener beneficios por la diferencia de precios en el mercado diario, participando en las sesiones de los mercados intradiarios posteriores, u ofertando servicios de control de frecuencia (y/o tensión) a los operadores de redes, una vez que la normativa lo permita.

Por otra parte, también podrían aparecer nuevas empresas de servicios energéticos (ESE) que, además de ofrecer sus servicios a consumidores comerciales de mediano y pequeño tamaño, también ofrecieran servicios energéticos a comunidades de vecinos, como equipos de cogeneración de pequeño tamaño o actuaciones para la mejora de la eficiencia energética del edificio. Estos servicios energéticos podrían ofrecerse por separado, tal y como hasta ahora, o se podrían combinar entre sí e incluso con el suministro energético (electricidad y gas o calor), que además podría incluir la agregación para participar en los potenciales mercados de servicios complementarios gestionados por los operadores de red.

En cualquier caso, todas estas opciones abren grandes oportunidades para la creación de nuevas empresas, tanto para realización de alguna de ellas (empresas de producción, pequeñas empresas comercializadoras, etc.), como para la provisión del equipamiento que éstas necesitarán (equipos para la conexión o la gestión de las unidades de producción en régimen especial, sistemas de comunicación entre los consumidores y los comercializadores, aplicaciones para teléfono móvil con las que el consumidor pueda acceder al contador, desarrollo de las pantallas informativas a instalar en las viviendas. . .). Un claro ejemplo del interés que estos campos despiertan es que muchas de las grandes empresas ya están investigando o invirtiendo en ellos.

5.8.4. EL IMPACTO AMBIENTAL

La incursión de las redes inteligentes en Colombia tiene un impacto ambiental importante ya que Colombia es un país donde el impacto ambiental no ha sido fuertemente golpeado como surge en otros países debido a la cultura y la forma de pensar de los colombianos. Disminuir el calentamiento global en una de las consecuencias positivas que traen las redes inteligentes en todos los sectores. Por otra parte, los residuos de las baterías es un factor que afecta negativamente el medio ambiente si no se lleva a cabo un adecuado proceso de reciclaje. A continuación se nombraran algunas consecuencias que traerá la masificación de las redes inteligentes en Colombia.

- La infraestructura tanto de la energía eléctrica como de la masificación de las redes de telecomunicación hacen que esta sea mucho más grande a la actualmente existente.
- Las telecomunicaciones inalámbricas pueden llegar a causar alteraciones en la flora y fauna así como en las personas en especial los niños pequeños.
- La contaminación visual debido a los generadores y paneles solares, pueden afectar a las aves y los ojos de las personas.
- La Reducción de las pérdidas de potencia disminuyendo el consumo de energía, puede sacar del mercado las termoeléctricas haciendo que la contaminación disminuya drásticamente.
- La concienciación de los ciudadanos con el consumo de la energía influye en otros aspectos de la vida humana como el respeto por el prójimo.

5.8.5. EL IMPACTO CULTURAL

La concienciación de las personas hacia la utilización eficiente de las personas con el cambio de paradigma energético hace que se reproduzca un fenómeno de conciencia en la sociedad hacia los valores de la vida. Una conciencia tranquila hacia un sector se ve reflejada en los demás sectores. Por ejemplo, cuando un niño se vuelve aplicado en el estudio generalmente en el hogar se vuelve más obediente. Cuando una persona sin educación recibe la educación, lo que está recibiendo principalmente es la concienciación sobre una nueva forma de ver el mundo que se traduce en buenos modales, etc. En general el impacto de las redes inteligentes se da en modo global para bien, construyéndose una mejor sociedad.

CONCLUSIONES

Con base en el desarrollo del Trabajo de Grado, la clasificación de la temática así como en el análisis realizado a través del mismo se abordan las conclusiones en concordancia con el desarrollo de este Trabajo.

Se realiza en primer lugar un análisis de los sistemas de potencia y telecomunicaciones en las redes inteligentes residenciales, posteriormente se analiza los componentes tecnológicos de las redes, la utilización y clasificación, finalmente se analiza el desarrollo que ha tenido las redes inteligentes con una énfasis en el sector Colombiano.

LOS SISTEMAS DE POTENCIA Y TELECOMUNICACIONES

Actualmente para los sistemas de distribución se cuenta con las topologías radial, telescópica y anillada, para implementar las redes inteligentes en los sistemas actuales es necesario reestructurar los sistemas de distribución hacia una topología en malla. Existen algunos obstáculos a superar para que esto se lleve a cabo:

- El estado actual de los sistemas de potencia y telecomunicaciones.

El deterioro de los elementos de los sistemas GT&D requieren mantenimiento, reparaciones y adecuación. Dentro de los sistemas G&T se lleva a cabo el buen ejercicio de mantenimiento sin embargo en los sistemas de distribución no es así ya que no se tiene un adecuado sistema de control por parte de las entidades que intervienen.

- Problemas de orden público.

En países como Colombia, uno de los sectores más afectados por los problemas de orden público son las redes de energía. Sin embargo, este problema se escapa de las soluciones de ingeniería.

- La percepción del mantenimiento.

El concepto de mantenimiento que se tiene en la actualidad es sinónimo de reparación, que se usaba en los comienzos de la revolución industrial. Con el desarrollo tecnológico se observa que es necesario realizar un mantenimiento preventivo, y sólo en algunos casos donde no es posible prevenir el daño, realizar el mantenimiento correctivo correspondiente a la reparación o sustitución de elementos en el sistema.

Las redes inteligentes deben estar justificadas económicamente, es necesario hacer un estudio de factibilidad, para esto es necesario tener en cuenta aspectos como:

Planeación

El diseño de una red inteligente es más complejo que una red de distribución convencional porque cuenta con más elementos del sistema y nuevas características destacándose la dinámica de los sistemas en el tiempo en comparación con el diseño de sistemas estáticos convencionales, el sistema de control, entre otros. Esto hace que sea necesario más horas de trabajo para los ingenieros de diseño e interventoría.

Implementación

Los elementos para la generación (Generadores y medición dual), los elementos de control y protección (sistema SCADA y protecciones), así como el cableado y las estructuras, hacen que la infraestructura de las redes inteligentes cuesten mucho más que una red convencional. Por otro lado, la construcción de una red inteligente se debe realizar con personal calificado para este propósito, es necesaria una capacitación para implementar cada uno de los dispositivos así como de las redes en general.

Ejecución, control y mantenimiento

Mantener una red inteligente funcionando óptimamente es posible si se realiza un adecuado control de mayor a menor importancia desde los elementos activos a los pasivos del sistema. A diferencia del sistema actual, la perspectiva del mantenimiento se debe cambiar de reparación hacia prevención. En los sistemas de potencia se deben tener en cuenta que:

- Los sistemas deben identificar las fallas y aislarlas, además de establecer el rango de acción de los sistemas de protección. Además, es importante que el sistema de protección actúe con rapidez para limitar la afectación de una falla. Con estas características, el sistema debe brindar la respuesta correctamente ante las diversas situaciones que se presenten.

La solución de ingeniería para el control y protección y análisis del estado de las redes inteligentes es el análisis en tiempo, realizar prevenciones ante contingencias y prevenir daños en el mismo. Una de las características más importantes del ATR es la determinación de estados futuros dentro de los sistemas de GT&D. La gestión activa de los sistemas dinámicos (GT&D) permite mejoras en la planificación de los sistemas así como la capacidad de respuesta ante las necesidades de los clientes (expansión del sistema), contingencias, calidad en el servicio y la inclusión de energías renovables. El sistema SCADA para el control y supervisión de los procesos industriales cuenta con el desarrollo pertinente para ser explotado en las redes inteligentes, dentro de la investigación realizada, el uso de este sistema en las redes inteligentes se ha llevado a cabo con éxito.

Componentes tecnológicos de las redes inteligentes

A partir de la clasificación de los componentes tecnológicos de las redes residenciales se encontró que existe un conjunto de soluciones para las redes inteligentes basados en la

5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

interacción de arquitecturas, tecnologías, sistemas y servicios, protocolos, interactuando en una gran masa de hardware y software a partir de un conjunto de modelos y metodologías.

Existen arquitecturas que se han utilizado ampliamente en las redes inteligentes residenciales, dentro de las cuales se destaca la arquitectura UPnP ampliamente utilizada en la industria. Para la interacción conjunta de los componentes de las redes inteligentes dentro del hogar, es necesario integrar un conjunto de arquitecturas para conseguir la solución conjunta, dentro de estas arquitecturas se destaca.

- CAMAS que provee la solución al problema de la clasificación de roles.
- GENA para la notificación de eventos dentro de una Smart Grid.
- Los estándares IEEE proporciona en si una arquitectura para la interacción de los dispositivos.
- Jini de Java que facilita la integración de sistemas distribuidos.
- JVM cómo la plataforma virtual para la interacción de los elementos de una red inteligente.
- Master-Slave para para los trabajos computacionales basados en la jerarquía de Maestro – Esclavo.
- OSCAR es la arquitectura usada dentro de la plataforma OSGi.
- SOA para utilización de servicios para dar soporte a los requisitos del negocio.

También existen arquitecturas basadas en las ya mencionadas anteriormente para propósitos específicos sin sacrificar la compatibilidad con los sistemas, como es UPnP-AV especializada en la localización de residentes.

Entre las tecnologías investigadas, se destaca el conjunto de protocolos que forman Zig-Bee cómo la solución más económica posible, este análisis fue realizado por el proyecto conjunto “Caracterización Tecnológica de la Topología de un Sistema de Gestión Energética Residencial” desarrollado por los estudiantes Walter Gómez Rodríguez, Gustavo Adolfo Archila Ramírez. Sin embargo, una red inteligente funcional necesita la interacción de diversas tecnologías de comunicación y de redes de energía eléctrica. Dentro de las tecnologías de comunicación se encontraron relevantes:

Las tecnologías 3G/4G se usaron en la comunicación móvil a largas distancias, en cambio se ha usado particularmente la tecnología Bluetooth para cortas distancias ya que integra muchos de los recientes dispositivos inteligentes.

La solución Cisco Inter- net Home de Cisco, se usó en algunas ocasiones para la interconexión de los dispositivos a Internet.

La tecnología RFID ha sido implementada en varios proyectos debido a la importancia que toma el avanzado desarrollo a lo largo del tiempo, con ella se puede desarrollar aplicaciones a soluciones específicas dentro de una casa inteligente en un tiempo relativamente corto.

La tecnología NFC se ha usado en la comunicación corta de dispositivos inteligentes.

La robusta tecnología LAN para las conexiones de área local y comunal.

Se ha usado la banda ultra ancha de radiofrecuencia UWB para sistemas de localización por GPS usando AOA y TDOA.

5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

MIMO que es en sí un desarrollo tecnológico en un nivel superior usado sobre las redes de telecomunicaciones móviles para la transmisión y recepción de ondas de transmisión de antenas se ha implementado con éxito en algunos proyectos.

La antigua familia de tecnologías DSL, que proporcionan acceso a Internet mediante la transmisión digital de datos a través de los cables de un local de la red telefónica de 64kbps, se ha usado en la transmisión de datos de medición ya que aprovecha un ancho de banda significativamente grande con respecto a las redes de potencia.

Dentro de los servicios que la red inteligente presta a los usuarios se destacan algunas tecnologías importantes como son:

LONWORK OSGi fue usado como uno de los sistemas principales que permite la interacción de servicios a partir de una serie de tecnologías de información.

SCA se usó para el desarrollo de las aplicaciones asociadas a servicios en general.

Wi-Fi se sigue usando para los propósitos de oficina y multimedia ya que aprovecha la red de banda. Xerox PARC's Zombie Board también se usó para este propósito ya que es una tecnología desarrollada para dispositivos multimedia.

Por otra parte, las tecnologías HVAC han sido de gran importancia ya que el confort ambiental interior y la automoción representan un gasto grande de energía.

Algunas tecnologías son especializadas en la ubicación cómo la UVB dedicada al servicio de ubicación basada en ultravioleta y UWB utilizada en GPS usando AOA y TDOA (por nodos).

Existen otras tecnologías destinadas al análisis de las redes de potencia cómo DDC que permite la reducción de las fugas de energía y del consumo de potencia activa y los PLC para automatizar los sistemas eléctricos.

Los protocolos de comunicación forman parte fundamental ya que son a partir de estos con los que se puede establecer la interacción de los dispositivos en las redes inteligentes, en la investigación se encontró una gran variedad de protocolos usados en proyectos en redes inteligentes, Dentro de estos protocolos se destacan los usados por las tecnologías más populares como el Bluetooth, Ethernet, los protocolos IEEE 802.X y X10, UPnP, ZigBee, TCP / IP y BatiBUS.

Desarrollo

La implementación de las redes inteligentes en los sistemas residenciales debe comenzar con los sistemas de medición avanzada tal y como ya lo han hecho empresas exitosas en este sector cómo Arizona Public Service, CenterPoint Energy, ComEdison, entre otras. La implementación de vehículos eléctricos también genera la necesidad de medición avanzada así como infraestructuras nuevas tal como sucedió con Portland General Electric Company.

Las microrredes y la integración de las AMI para la automatización de los sistemas de distribución contribuyen a un desarrollo avanzado en el sector de las redes inteligentes residenciales.

Para que se desarrollen los estándares es necesario que las grandes empresas tomen iniciativas robustas hacia el desarrollo de las redes inteligentes. Schneider Electric está realizando una gran integración en los dispositivos, sin embargo, este desarrollo tiene que ser abierto para que pueda ser utilizado globalmente.

5 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LAS REDES INTELIGENTES EN COLOMBIA.

La fase final de las redes inteligentes residenciales es la implementación de los sistemas de generación en los hogares inteligentes, así como en otras infraestructuras donde sea aprovechable la energía eléctrica para el consumo local y si es posible para donar energía al sistema eléctrico interconectado. Este es un gran reto debido a la cantidad de elementos de montaje, un ejemplo claro se muestra en la Figura 50, donde el número de elementos aumenta significativamente al conectar un panel solar con respecto al sistema de medición actual.

Finalmente, el proyecto Colombia inteligente brinda un soporte al desarrollo de las redes inteligentes en Colombia que junto con las Universidades, permitirán un cambio pragmático en la percepción de la utilización de la energía eléctrica en el país.

Bibliografía

- [1] A Ricci, B. Vinerba, E. Smargiassi, v. AISA De Munari, P. Ciampolini. Power-Grid Load Balancing by Using Smart Home Appliances: IEEE, 2008. 2 p.
- [2] A Roy, DAS BHAMUIK, S.K, BHATTACHARYA A. BASU K, COOK D.J, DAS, S.K. Location aware resource management in smart homes: IEEE, 2003. 8 p.
- [3] ABRIL José M. Smart Grids Y La Evolución De La Red Eléctrica: IEEE, 2011. 6 P.
- [4] AL-MUHTADI Jalal, ANAND Manish, MICKUNAS Dennis M, CAMPBELL Roy. Secure smart homes using Jini and UIUC SESAME: IEEE, 2000. 9 p.
- [5] ANDESCO - UPME. SEMINARIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN SERVICIOS PÚBLICOS. (3º: 2013: Bogotá). Colombia Inteligente, Avances de las Redes Inteligentes, 2013. 8 p.
- [6] ALVAREZ Mery. Comunicaciones Móviles: Tecnología 4G: IEEE, 2012. 6 p.
- [7] BAEG Seung-Ho, PARK Jae-Han, KOH Jaehan, PARK Kyung-Wook , BAEG Moonhong. An object recognition system for a smart home environment on the basis of color and texture descriptors: IEEE, 2007. 6 p.
- [8] BISCHOFF U, SUNDRAMOORTHY V, KORTUEM G. Programming the smart home: IE, 2007. 8 p.
- [9] BRDICZKA O, MAISONNASSE J, REIGNIER P, CROWLEY J. L. Learning individual roles from video in a smart home: IEEE, 2005. 9 p.
- [10] CHANG Kyung Chang, LEE Hong-Hee. Network-based fire-detection system via controller area network for smart home automation: IEEE, 2004.
- [11] CHEN-FU Chien, SHI-LIN Chen, YIH-SHIN Lin. Using Bayesian network for fault location on distribution feeder: IEEE, 2002. 9 p.
- [12] CHERNISHKIAN Sergey. Building smart services for smart home: IEEE, 2001.10 p.
- [13] *COLOMBIA INTELIGENTE. Flash Informativo, Abril 2013, Número 09-2013, Colombia Inteligente: 2013.
- [14] *COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGIA Y GAS. La Generación Distribuida Y Su Posible Integración Al Sistema Interconectado Nacional: 2009
- [15] COOK Diane J, HOLDER L.B. Graph-Based Data Mining, IEEE Intelligent Systems: IEEE. 2000. 6p

Bibliografía

- [16] COOK Diane J, YOUNGBLOOD Michael, HEIERMAN III Edwin O, GOPALRATNAM Karthik, RAO Sira, LITVIN Andrey, KHAWAJA Farhan. MavHome: an agent-based smart home: IEEE 2003. 4 p.
- [17] COUGHLIN J.F, D'AMBROSIO L.A, REIMER B, PRATT M.R. Older adult perceptions of smart home technologies: IEEE, 2007. 6 p.
- [18] DAS SaJal K, COOK Diane J, BHATTACHARYA Amiya, HEIERMAN III Edwin O, LIN Tze-Yun. The role of prediction algorithms in the mavhome smart home architecture: IEEE, 2002. 8 p.
- [19] DEMAZEAU Y., DIGNUM F., CORCHADO RODRÍGUEZ J.M. Advances on Practical Applications of Agents and Multiagent Systems: PAAMS, 2010, 300 p.
- [20] DENGLER S, AWAD A, DRESSLER F. Sensor/Actuator Networks in Smart Homes for Supporting Elderly and Handicapped People: IEEE, 2007. 6 p.
- [21] DURRETT John R. A hybrid analysis and architectural design method for development of smart home components: IEEE, 2002. 6 p.
- [22] EUROPEAN COMMISSION ENTERPRISE AND INDUSTRY DIRECTORATE-GENERAL. Standardisation Mandate to CEN, CENELEC and ETSI in the field of measuring instruments for the development of an open architecture for utility meters involving communication protocols enabling interoperability: 2009. 6 p.
- [23] FIELDING R, IRVINE UC, GETTYS J, MOGUL J. C, FRYSTIK H, MASISTER L, LEACH P, BERNERS-LEE T. Hypertext Transfer Protocol HTTP/1.1: IEEE, 1999. 6 p.
- [24] FUNDACIÓN DE LA ENERGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID. Guía Básica de la Generación Distribuida, Madrid. 2007.
- [25] GOUIN-VALLERAND Charles , GIROUX Sylvain. Managing and Deployment of Applications with OSGi in the Context of Smart Home: IEEE, 2007. 70 p.
- [26] H Fayaz, N.A Saidur, K.H Solangi, H Niaz, M.S Hossain. Review Of Policy Framework For Increased Reliance On Wind Energy In Colombia: IEEE, 2010. 5 p.
- [27] HAITAO Zhang, FEI-YUE Wang , Yunfeng Ai. An OSGi and Agent Based Control System Architecture for Smart Home; IEEE 2005. 6 p.
- [28] HAMDEH N.Adaptable, SHILONG Ma. OWL-based Ontology for Secure and Adaptable Ubiquitous Environment: IEEE, 2007. 6 p.
- [29] HEIERMAN, D.J. Cook. Improving home automation by discovering regularly occurring device usage patterns: IEEE, 2003. 10 p.
- [30] HSU Jenq-Muh, WU Wei-Juing, CHANG I-Ray. Ubiquitous Multimedia Information Delivering Service for Smart Home: IEEE, 2007. 6 p.
- [31] HWANG Taein, PARK Hojin, PAIK Euihyun. Location-aware UPnP AV session manager for smart home: IEEE, 2009. 4 p.

Bibliografía

- [32] I. Watson. Case-based reasoning is a methodology not a technology: 2004. 6 p.
- [33] JAKKULA Vikramaditya R, COOK Diane J, JAIN Gaurav. Prediction Models for a Smart Home based Health Care System Vikramaditya: IEEE, 2007. 5 p.
- [34] JINGHUA Groppe, WOLFGANG Mueller. Profile Management Technology for Smart Customizations in Private Home Applications: IEEE, 2005. 5 p.
- [35] KALOFONOS Dimitris, SHAKHSHIR Saad. A Framework for Intuitive User Interaction with Smart Home Security using Mobile Devices: IEEE, 2007.5 p.
- [36] KISHWAHA Neeraj, KIM Minkoo, YOON KIM Dong Yoon, CHO We-Duke. An Intelligent Agent For Ubiquitous Computing Environments: IEEE, 2004. 2 p.
- [37] LEE Suk, NAM Ha Kyoung, CHANG LEE Kyung. A pyroelectric infrared sensor-based indoor location-aware system for the smart home: IEEE, 2006. 7 p.
- [38] LEONCINI Mauro, RESTA Giovanni, SANTI Paolo. Analysis of a wireless sensor dropping problem in wide-area environmental monitoring: IEEE, 2005. 7 p.
- [39] LIN Yu-ju, LATCHMAN Haniph A, LEE Minkyu. A Power Line Communication Network Infrastructure For The Smart Home: IEEE, 2002. 8 p.
- [40] LU Ching-Hu, HO Yu-Chen, FU Li-Chen, Fellow, IEEE, "Creating Robust Activity Maps Using Wireless Sensor Network in a Smart Home", 2007 IEEE International Conference on Automation Science and Engineering, 2007. 8 p.
- [41] MEHTA R, COOK D. J, HOLDER L.B. Identifying Inhabitants of an Intelligent Environment using a Graph-Based Data Mining System: IEEE, 2003. 5 p.
- [42] MÉNDEZ RODRÍGUEZ Eva María. RDF: Un Modelo De Metadatos Flexible Para Las Bibliotecas Digitales Del Próximo Milenio: IEEE, 2007. 6 p.
- [43] *MICROSOFT. Using the UPnP Control Point API, Microsoft: 2011.
- [44] MIRANDA PEREZ Diego. Estado y desarrollo de la tecnología Smart Grid en Colombia: Bogotá 2008. 49 p. Trabajo de grado (Ingeniería Eléctrica). Universidad Nacional de Colombia.
- [45] MOKHTARI M, GHORBEL M, KADOUCHE R, FEKI M. A. From smart home to smart space in independent living: A framework for multiple contexts management: IEEE 2007. 74 p.
- [46] P. Jarventausta, P. Verho, J. Partanen. Using fuzzy sets to model the uncertainty in the fault location process of distribution networks: IEEE, 1994. 7 p.
- [47] PEN Wen-Chih, HUANG WangTing, CHEN YiLing, LIAO PeiChing. TagFree: Identifying users without tags in smart home environments: IEEE, 2007. 8 p.
- [48] PENG Jarventausta, CHIEN, C.F., TSENG, T.L.B. Rough set theory for data mining for fault diagnosis on distribution feeder: IEEE, 2004. 6 p.

Bibliografía

- [49] R. Mahanty; P. Gupta. Application of RBF neural network to fault classification and location in transmission lines: IEEE, 2004. 12 p.
- [50] R. Mahanty; P. Gupta. Application of RBF neural network to fault classification and location in transmission lines: IEEE, 2004. 12 p.
- [51] RABBITT Ryan. Information Privacy Management in Smart Home Environments: Modeling, Verification, and Implementation: IEEE, 2006. 4 P.
- [52] RAHAL Youcef, MABILLEAU Philippe, PIGOT Hélène. Bayesian Filtering and Anonymous Sensors for Localization in a Smart Home: IEEE, 2007. 5 p.
- [53] RAMOS CABRER Manuel , DÍAZ REDONDO Rebeca P, FERNÁNDEZ VILAS Ana , PAZOS ARIAS José J, GARCÍA DUQUE Jorge. Controlling the Smart Home from TV: IEEE, 2006. 6 p.
- [54] RICQUEBOURG Vincent, DURAND David, MENGA David, MARHIC1 Bruno, DELAHO-CHE Laurent, LOGÉ Christophe, JOLLY-DESODT Anne-Marie. Context inferring in the Smart Home : CITESEERX, 2007. 6 p.
- [55] ROBERT J. Orr, GREGORY D. Abowd. The smart floor: a mechanism for natural user identification and tracking: ACM Press, 2000. 11 p.
- [56] RODRIGUEZ Walter, ARCHILA RAMÍREZ Gustavo Adolfo. Caracterización Tecnológica de la Topología de un Sistema de Gestión Energética Residencial: Bucaramanga, 2012. 180 p. Trabajo de grado (Ingeniería Eléctrica). Universidad Industrial de Santander.
- [57] S. Chemishkian, DEV Bus, CA. Sunnyvale. Building smart services for smart home: IEEE, 2001. 10 p.
- [58] S. O. Al Mehairi, BARADA SAEED Hassan, MAHMOUD Al Qutayri. Integration of Technologies for Smart Home Application: IEEE, 2007. 6 p.
- [59] SAJAL K. DAS, Diane J. COOK, AMIYA BHATTACHARYA Edwin O. HEIERMAN III, AND TZE-YUN. Smart Homes A Power Line Communication Network Infrastructure For The Smart Home: IEEE, 2002. 10 p.
- [60] SHEHATA Mohamed, EBERLEIN Armin, FAPOJUWO Abraham. Managing Policy Interactions in KNX-Based Smart Homes: IEEE, 2007. 12 P.
- [61] SHYH-JIER Huang. Application of immune-based optimization method for fault-section estimation in a distribution system: IEEE, 2002. 6 p.
- [62] SINGH Aarti. Adaptive Noise Cancellation. IEEE, 2001. 25 p.
- [63] SUBDIRECCIÓN INVESTIGACIÓN & DESARROLLO NEGOCIOS ENERGÍA. Preparando el camino para Smart Grid: 2011. 24 p.
- [64] The ISO Model of Architecture for Open Systems Interconnection, 1980.
- [65] UHM Yoonsik. A Context-Aware Multi-Agent System for Building Intelligent Services by the Classification of Rule and Ontology in a Smart Home: IEEE, 2007. 2 p.

Bibliografía

- [66] UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. La medición remota de energía eléctrica: un campo de oportunidades para la industria Colombia, 1995.
- [67] UNIVERSITIES & POST-SECONDARY SCHOOL CAMPUSES. Utilities in greater Phoenix: 2009. 26 p.
- [68] VALTCHEV, D. FRANKOV, I. Service gateway architecture for a smart home: IEEE, 2002. 7 p.
- [69] VINCE MCLOUGHLIN Ian, REZA SHARIFZADEH Hamid. Speech recognition engine adaptations for smart home dialogues: IEEE, 2007. 6 p.
- [70] WANG Guiling, CAO Guohong, LA PORTA Tom, ZHANG Wensheng. Sensor Relocation in Mobile Sensor Networks: IEEE, 2005. 23 p.
- [71] WU Jiankun, HUANG Linpeng, WANG Dejun, SHEN Fei. R-OSGi-based architecture of distributed smart home system: IEEE, 2007. 7 p.
- [72] Y. Hsu, F. Liu, Y. Chien, J. Liu, J. Lin, H. Yu, R. Kuo, An expert system for locating distribution system faults: IEEE/PES, 1990. 9 p.
- [73] Y. Hsu, F. Liu, Y. Chien, J. Liu, J. Lin, H. Yu, and R. Kuo, An expert system for locating distribution system faults: IEEE/PES, 1990. 9 p.
- [74] YAN Liu. Knowledge-based system for distribution system outage locating using comprehensive information: IEEE, 2002. 6 p.
- [75] YAN Liu, SCHULZ, N.N. Schulz. Knowledge-based system for distribution system outage locating using comprehensive information: IEEE, 2002. 10 p.
- [76] YONGYUN Cho, JONGSUN Choi, and JAEYOUNG Choi. A Context-Aware Workflow System for a Smart Home, 2007 International Conference on Convergence Information Technology (ICCIT 2007): IEEE, 2007. 6 p.
- [77] YU-PING Tsou, JUN-WEI Hsieh, CHENG-TING Lin, CHUN-YU Chen. Building a Remote Supervisory Control Network System for Smart Home Applications", 2006 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. IEEE, 2006. 6 p.
- [78] ZHI-HAO Lin, and LI-CHEN Fu. Multi-user Preference Model and Service Provision in a Smart Home Environment Zhi-Hao: 2007. 6 p.
- [79] ZHOU Bosheng, MARSHALL Alan, ZHOU Wenzhe, LEE Tsung-Han. Novel Wireless Mesh Networking Architectures for Future Smart Homes: IEEE, 2007. 6 p.
- [80] ZUO Fei, N. H. Peter. Real-time embedded face recognition for smart home: IEEE, 2005. 8 P.
- [81] ZUO Fei, H. N. Peter. Real-time face recognition for smart home applications: IEEE, 2005. 8 p.

Bibliografía

- [82] ARQUITECTURA ORIENTADA A SERVICIOS,
http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_orientada_a_servicios
<http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_orientada_a_servicios>
- [83] EBSA, EMPRESA DE ENERGIA DE BOYACÁ S.A. E.S.P. www.ebsa.com.co
<<http://www.ebsa.com.co/>>
- [84] GENA, en.wikipedia.org/wiki/GENA <<http://en.wikipedia.org/wiki/GENA>>
- [85] IEEE 802.11, www.es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11
<http://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11>
- [86] Master/Slave architecture, wiki.topex.ro
<http://wiki.topex.ro/index.php/Master/Slave_architecture>
- [87] Multithreaded, www.thefreedictionary.com
<<http://www.thefreedictionary.com/multithreaded>>
- [88] PINNACLE WEST: THE PEAK OF THE ENERGY PYRAMID, www SeekingAlpha.com
<<http://www.seekingalpha.com>>
- [89] Savannah, savannah.gnu.org, <<http://savannah.gnu.org/>>
- [90] Sun releases Jini with open-source license, www.news.cnet.com
<http://news.cnet.com/Sun-releases-Jini-with-open-source-license/2100-7344_3-5902446.html>

ANEXOS

INVESTIGACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A LAS REDES INTELIGENTES PARA EL SECTOR RESIDENCIAL EN EL MUNDO.

Actualmente existe una diversidad de actividades en investigación relacionadas con las redes inteligentes. Esta sección se analiza los principales proyectos en el sector residencial a partir del análisis de trabajos propuestos a través de los años y que tienen vigencia en la actualidad.

A finales del siglo XX y comienzos del siglo XXI y, debido al impacto del calentamiento global se generó la revolución por el cambio en el modo en el que se consume la energía eléctrica y es que, aproximadamente, por cada $14kw$ que son generados en las plantas de generación de energía eléctrica tan solo el $1kw$ es consumido por el usuario final, es decir, en el proceso de transmisión y distribución se pierden $13kw$ que equivale a un nivel de eficiencia bastante bajo. Si a esto le sumamos el modo de vida de los países desarrollados y en proceso de desarrollo, el derroche de energía en especial en los meses correspondientes a invierno y verano como lo es en épocas de navidad o en vacaciones estudiantiles la curva de demanda aumenta significativamente y finalmente que las necesidades energéticas de la población van en aumento con una tasa de crecimiento bastante considerable, la Figura 5.8.5 muestra cómo comenzó a crecer la demanda energética en los últimos años.

Para el 2030 se prevé un aumento aunque no en la misma magnitud debido al cambio social y cultural que se ha generado en los últimos años, la Figura 5.8.5 muestra una atenuación en el crecimiento energético para ese año.

Los proyectos de finales del siglo pasado muestran una inclinación por las tecnologías

Figura 62: Demanda energética en el mundo

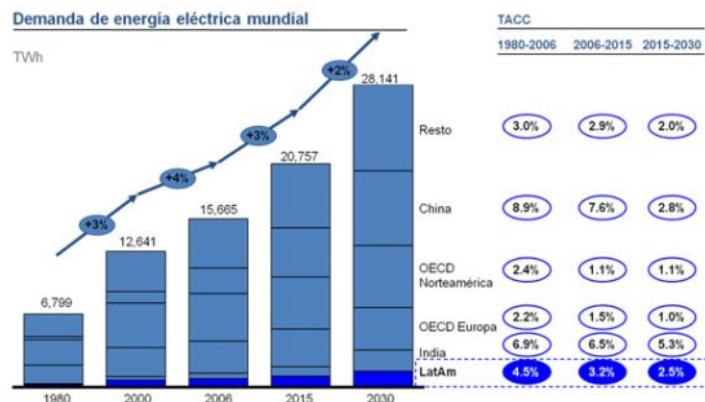
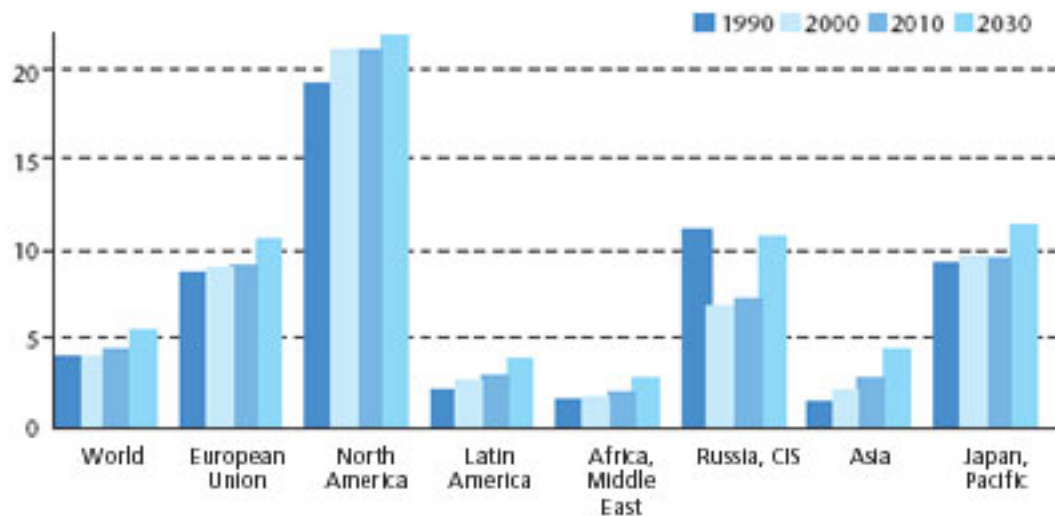


Figura 63: Demanda energética en el mundo



Fuente: Energía y desarrollo económico en América Latina, <http://www.afinidadelectrica.com.ar>

existentes ya que la preocupación inicial fue aplicar el concepto con base en el cambio social y cultural.

ANEXO A. ARQUITECTURAS USADAS EN EL DESARROLLO DE LAS REDES INTELIGENTES EN EL SECTOR RESIDENCIAL

ANEXO A1. CAMAS

Multi-Agent System, provee la solución al problema de la clasificación de roles y e implementación en el desarrollo de un sistema[19]. En general la estructura de control de CAMAS se describe como un proceso por el cual las variables son observadas y modificadas posteriormente, la Figura 64 a continuación describe la estructura:

En general la arquitectura CAMAS simple se describe a partir de tres agentes, agente variable, el agente de contexto y el agente de control.

El agente variable representa la conexión entre el agente de control y el CAMAS. Básicamente lo que hacen los agentes variables son almacenar los valores de velocidad o variaciones de características activas de un sistema durante un lapso de tiempo, estos realizan dos acciones diferentes, primero, colecciona valores de entrada representando el rango de valores de variables la cual está determinada por la naturaleza del mismo. El objetivo es notificar a otros agentes algunas modificaciones en los valores del sistema de variables reales que los agentes variables consideren relevantes[19].

El agente de contexto es el más complejo dentro de la arquitectura CAMAS, el objetivo principal de este agente es el de identificar una situación y llevarlo a una acción de control pertinente, se basa en tres diferentes estados internos llamados, desactivado, activado y seleccionado. El agente puede cambiar de un estado a otro gracias a que los mensajes que

Bibliografía

recibe este por parte de otro agente del sistema como una notificación de un incremento crítico o la modulación de la velocidad de una variable[19].

- Agente desactivado: se considera al mismo como no relevante en una situación específica, básicamente, este no se encuentra en un estado de “gatillo”
- Agente activo: Cuando se piensa que este agente es relevante y potencialmente reservado para ser seleccionado durante una aplicación, acción o proceso. Este es pronosticado gracias al agente de control.
- Agente seleccionado: Es validado por el agente de control y esta acción es aplicada al sistema de control del sistema. En esta selección en el agente de contexto se ha observado las consecuencias de esta acción en otro orden y este actualiza el pronóstico para el sistema.
- El agente de control es la última categoría de agentes. Un agente de control funciona como la conexión entre el agente variable existente y el sistema por el cual, una acción es físicamente posible para el control del sistema. Los agentes de control son designados y seleccionados para la acción más relevante entre los unos presentados por los agentes de contexto.

ANEXO A2. GENA

Representa la Arquitectura General Notificación de eventos[?]. GENA Base define una arquitectura notificación HTTP que transmite notificaciones entre los recursos HTTP. Un recurso HTTP podría ser cualquier objeto que pueda necesitar para enviar o recibir una notificación, por ejemplo, una lista de distribución, lista de amigos, trabajo de impresión, etc.

GENA base de clientes a Arbiter prevé la posibilidad de enviar y recibir notificaciones utilizando HTTP sobre TCP/IP y administrativamente alcance UDP multicast fiable. Las provisiones se hacen para el uso de los árbitros intermediarios, llamados árbitros de suscripción, que manejan enrutamiento notificaciones a su destino[?].

ANEXO A3. OSI

Es una arquitectura que usa el protocolo IEEE 802.11 y es el modelo de interconexión de sistemas abiertos (ISO/IEC 7498-1), también llamado OSI (en inglés, Open System Interconnection) es el modelo de red descriptivo, que fue creado por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) en el año 1980.1 Es un marco de referencia para la definición de arquitecturas en la interconexión de los sistemas de comunicaciones.

Fue desarrollado en 1980 por la Organización Internacional de Estándares (ISO),1 una federación global de organizaciones que representa aproximadamente a 130 países. El núcleo de este estándar es el modelo de referencia OSI, una normativa formada por siete capas que define las diferentes fases por las que deben pasar los datos para viajar de un dispositivo a otro sobre una red de comunicaciones.

Siguiendo el esquema de este modelo se crearon numerosos protocolos. El advenimiento de protocolos más flexibles donde las capas no están tan desmarcadas y la correspondencia con los niveles no era tan clara puso a este esquema en un segundo plano. Sin embargo es

muy usado en la enseñanza como una manera de mostrar cómo puede estructurarse una "pila" de protocolos de comunicaciones.

El modelo especifica el protocolo que debe ser usado en cada capa, y suele hablarse de modelo de referencia ya que es usado como una gran herramienta para la enseñanza de comunicación de redes.

Se trata de una normativa estandarizada útil debido a la existencia de muchas tecnologías, fabricantes y compañías dentro del mundo de las comunicaciones, y al estar en continua expansión, se tuvo que crear un método para que todos pudieran entenderse de algún modo, incluso cuando las tecnologías no coincidieran. De este modo, no importa la localización geográfica o el lenguaje utilizado. Todo el mundo debe atenerse a unas normas mínimas para poder comunicarse entre sí. Esto es sobre todo importante cuando hablamos de la red de redes, es decir, Internet[?].

ANEXO A4. Jini

Es una arquitectura de red para la construcción de sistemas distribuidos en forma de servicios de cooperación modulares[25, 68], está en principio fue desarrollado por Sun y fue puesto en libertad en virtud de un código abierto licencia (licencia Apache).

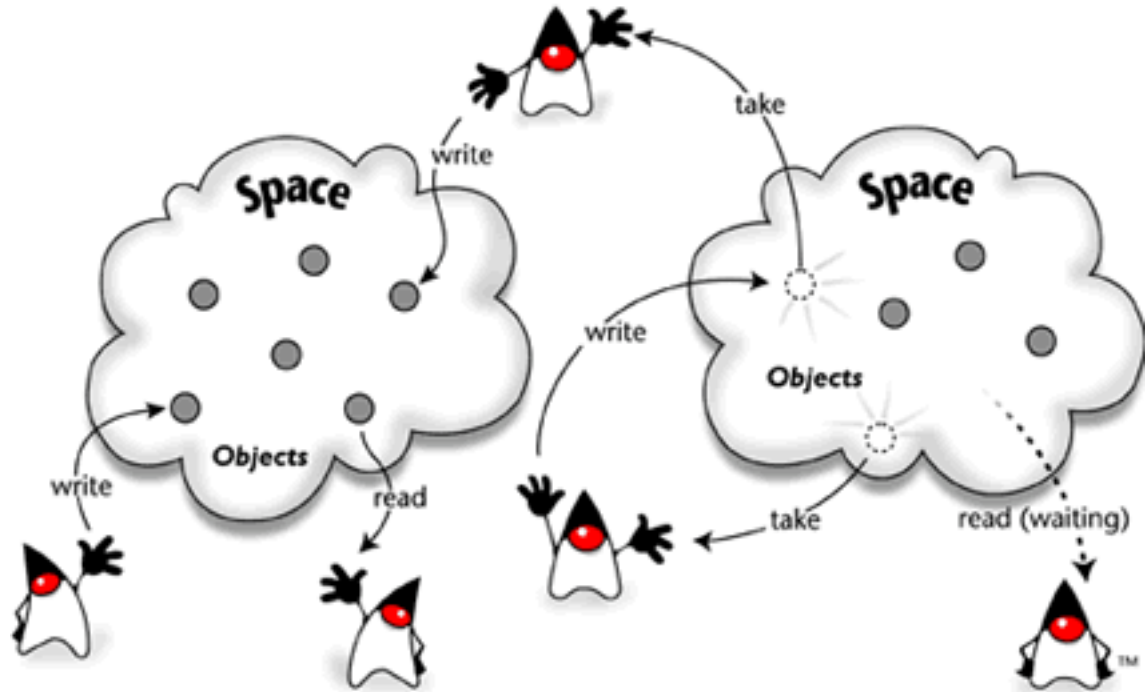
El primer paso en la creación de un servicio Jini es para el servicio para encontrar el servicio de búsqueda (LUS) - un proceso llamado descubrimiento. Una vez que la LUS se encuentra, devuelve un objeto registrador Servicio al servicio, que se utiliza para registrar el servicio en las operaciones de búsqueda (el proceso de combinación). Se trata de proporcionar información sobre el servicio a prestar, como el ID del servicio, el objeto que en realidad implementa y otros atributos del servicio.

Cuando un cliente desea hacer uso de un servicio, que también utiliza descubrimiento para encontrar los LUS - ya sea por unidifusión interacción, cuando se conoce la ubicación real de la SUS, o por la dinámica de multidifusión descubrimiento. Después de contactar con la LUS, el cliente se devuelve un objeto registrador de servicios, que se utiliza para buscar un servicio en particular. Esto se logra mediante la consulta del catálogo de búsqueda de la LUS y búsqueda en función del tipo, nombre o descripción de un servicio. Los LUS volverán un proxy Java, especificando la forma de conectar directamente al servicio. Esta es una de las maneras en la que Jini es más potente que el de Java llamada a método remoto, que requiere el servicio para conocer la ubicación del servicio remoto de antemano. La grafica muestra una perspectiva de lo que es la arquitectura Jini.

Sin embargo, Jini utiliza un servicio de búsqueda de comunicación intermediario entre el cliente y el servicio. Esto parece ser un modelo centralizado (aunque la comunicación entre el cliente y el servicio puede ser visto como descentralizada) que no escala bien para sistemas muy grandes. Sin embargo, el servicio de búsqueda se puede escalar horizontalmente mediante la ejecución de varias instancias que escuchan al mismo grupo multicast.

Sin embargo, Jini utiliza un servicio de búsqueda de comunicación intermediario entre el cliente y el servicio. Esto parece ser un modelo centralizado (aunque la comunicación entre el cliente y el servicio puede ser visto como descentralizada) que no escala bien para sistemas muy grandes. Sin embargo, el servicio de búsqueda se puede escalar horizontalmente mediante la ejecución de varias instancias que escuchan al mismo grupo multicast[34].

Figura 65: Descripción de la arquitectura Jini



Fuente: About Jini, <http://wiki.gigaspace.com/wiki/display/XAP91/About+Jini>

ANEXO A5. Master / Slave

Master/Slave (Maestro/Esclavo) es una arquitectura de telecomunicaciones donde un dispositivo o proceso posee un control unidireccional sobre uno o más dispositivos[12], la arquitectura Master/Slave en si implica sólo el software en ambos equipos maestro y esclavo. Eso significa que también maestro y el esclavo puede ser un softswitch o pasarela de medios. Software responsable de manejar esta arquitectura se llama Centrala (tanto en el maestro o esclavo). El diseño consiste en tener siempre por lo menos un maestro y opcionales de uno o más esclavos[86].

Centrala master siempre está iniciando la conexión TCP a los esclavos configurados, actuando como cliente TCP. Centrala esclavo actuará como servidor TCP con el fin de aceptar la conexión de maestro, que actúa como un servidor TCP. Firewall debe estar abierto para esta puertos TCP.

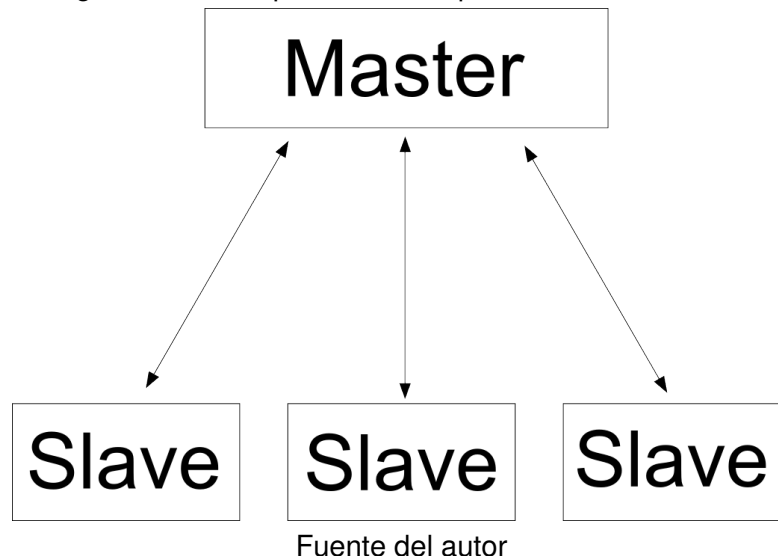
La gráfica muestra a continuación una breve descripción sobre la arquitectura Master/Slave.

La arquitectura Master/Slave hace posible que se pueda ejecutar tanto en la misma máquina o en otras máquinas diferentes. En caso de que se ejecutan en la misma máquina.

Señalización

Toda la señalización de control de llamada (por ejemplo, SIP, H323, SS7 sobre SIGTRAN) es manejado únicamente por el maestro. Esta es la razón por la mayor tasa de llamadas simultáneas de un servidor PC dedicado se utiliza como maestro llamado también softswitch.

Figura 66: Descripción de la arquitectura Master/Slave



Slave sólo recibe órdenes del maestro, por ejemplo, para abrir y cerrar canales de medios o envíe dígitos DTMF etc. El esclavo también puede informar maestro de dígitos DTMF recibidos en el canal de los medios de comunicación u otros tonos de fax detectados. Protocolo de comunicación entre el maestro y el esclavo es Topex específico[86].

Jerarquía de la arquitectura

Cada maestro / esclavo sólo puede tener un equipo propio. Me refiero a un equipo que se puede gestionar directamente, sin tener que definir en otro esclavo y enviar comandos a través del socket al mismo[86]. Así que el punto es que cada maestro tenga un equipo de gestión local y si usted necesita más equipos para manejar puede agregar a través de la comunicación directa socket.

- Cada equipo puede tener uno o más grupos dependiendo de su tipo.
- Cada grupo puede tener hasta 16 tarjetas en función del tipo de grupo.
- Cada tarjeta puede tener un máximo de 128 puertos en función del tipo de tarjeta³³.

ANEXO A6. MyServer

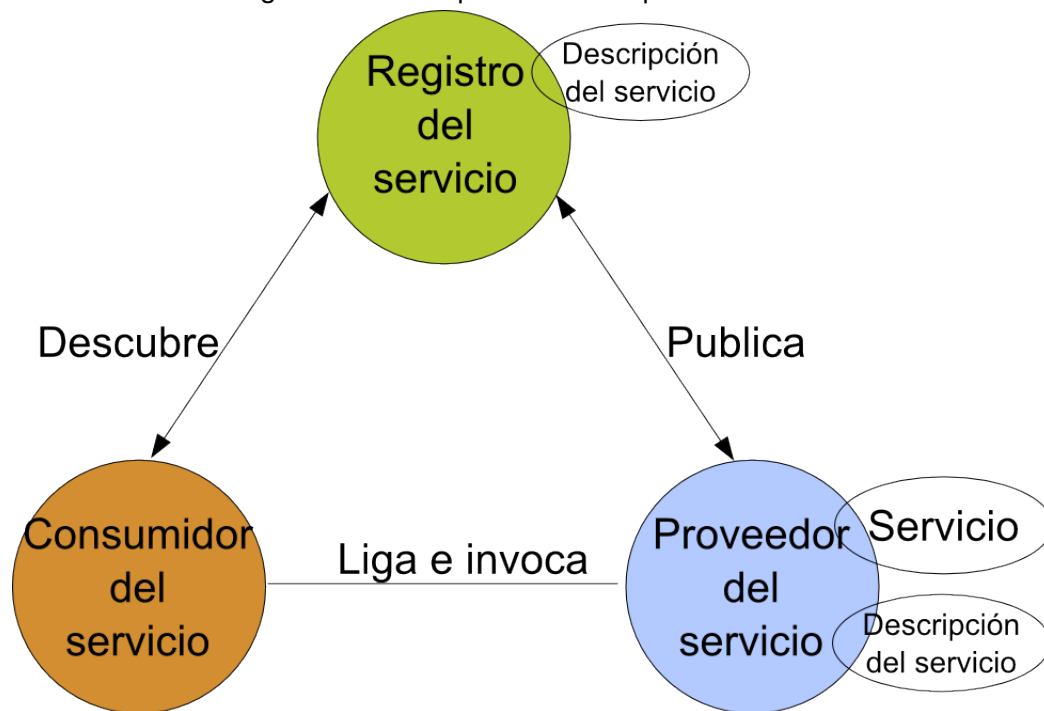
Arquitectura que cuenta con núcleos independientes y modulares operando un mensaje orientado[?].

MyServer es en sí un conjunto de arquitecturas “multi-threaded”³⁴ y se usa para configurar un servidor con gran facilidad. Gracias a la arquitectura multi-threaded, hace que sea extremadamente escalable y utilizable en sitios de gran escala, así como en pequeñas redes, posee gran cantidad de características incorporadas[?].

³³http://wiki.topex.ro/index.php/Master/Slave_architecture

³⁴<http://www.thefreedictionary.com/multithreaded>

Figura 67: Descripción de la arquitectura SOA



Fuente del autor

ANEXO A7. OSCAR

Open Source Container Architecture, es una arquitectura usada sobre la plataforma OSGi[?].

ANEXO A8. SOA

La arquitectura Service Oriented Architecture u Orientada a Servicios de Cliente, es un concepto de arquitectura de software que define la utilización de servicios para dar soporte a los requisitos del negocio[25][53].

Permite la creación de sistemas de información altamente escalables que reflejan el negocio de la organización, a su vez brinda una forma bien definida de exposición e invocación de servicios (comúnmente pero no exclusivamente servicios web), lo cual facilita la interacción entre diferentes sistemas propios o de terceros.

La Figura 67 describe los aspectos principales de la arquitectura SOA[82].

SOA define las siguientes capas de software:

- Aplicaciones básicas - Sistemas desarrollados bajo cualquier arquitectura o tecnología, geográficamente dispersos y bajo cualquier Figura de propiedad;
- De exposición de funcionalidades - Donde las funcionalidades de la capa aplicativa son expuestas en forma de servicios (generalmente como servicios web).
- De integración de servicios - Facilitan el intercambio de datos entre elementos de la capa aplicativa orientada a procesos empresariales internos o en colaboración;.

Bibliografía

- De composición de procesos - Que define el proceso en términos del negocio y sus necesidades, y que varía en función del negocio.
- De entrega - donde los servicios son desplegados a los usuarios finales..
- SOA proporciona una metodología y un marco de trabajo para documentar las capacidades de negocio y puede dar soporte a las actividades de integración y consolidación.
- Norbert Bieberstein et al. Service-Oriented Architecture Compass, Pearson 2006, ISBN 0-13-187002-5.

ANEXO A9. UPnP

Universal Plug and Play (UPnP) Conectar y Usar Universal, es una arquitectura software libre y abierto y distribuida de forma independiente al fabricante[31].

UPnP es un conjunto de protocolos de comunicación que permite a periféricos en red, como ordenadores personales, impresoras, pasarelas de Internet, puntos de acceso Wi-Fi y dispositivos móviles, descubrir de manera transparente la presencia de otros dispositivos en la red y establecer servicios de red de comunicación, compartición de datos y entretenimiento. UPnP está diseñado principalmente para redes de hogar sin dispositivos del ámbito empresarial.

La Figura 68 se muestra las características principales de la arquitectura UPnP en el sector residencial

El concepto de UPnP es una extensión de plug-and-play, una tecnología para conectar dispositivos de manera directa y sin necesidad de configuración a un ordenador, aunque UPnP no está relacionada directamente con la tecnología plug-and-play. Los dispositivos UPnP son "plug-and-play" en el sentido de que una vez conectados a una red son capaces de establecer de manera automática comunicaciones con otros dispositivos[?, ?, ?].

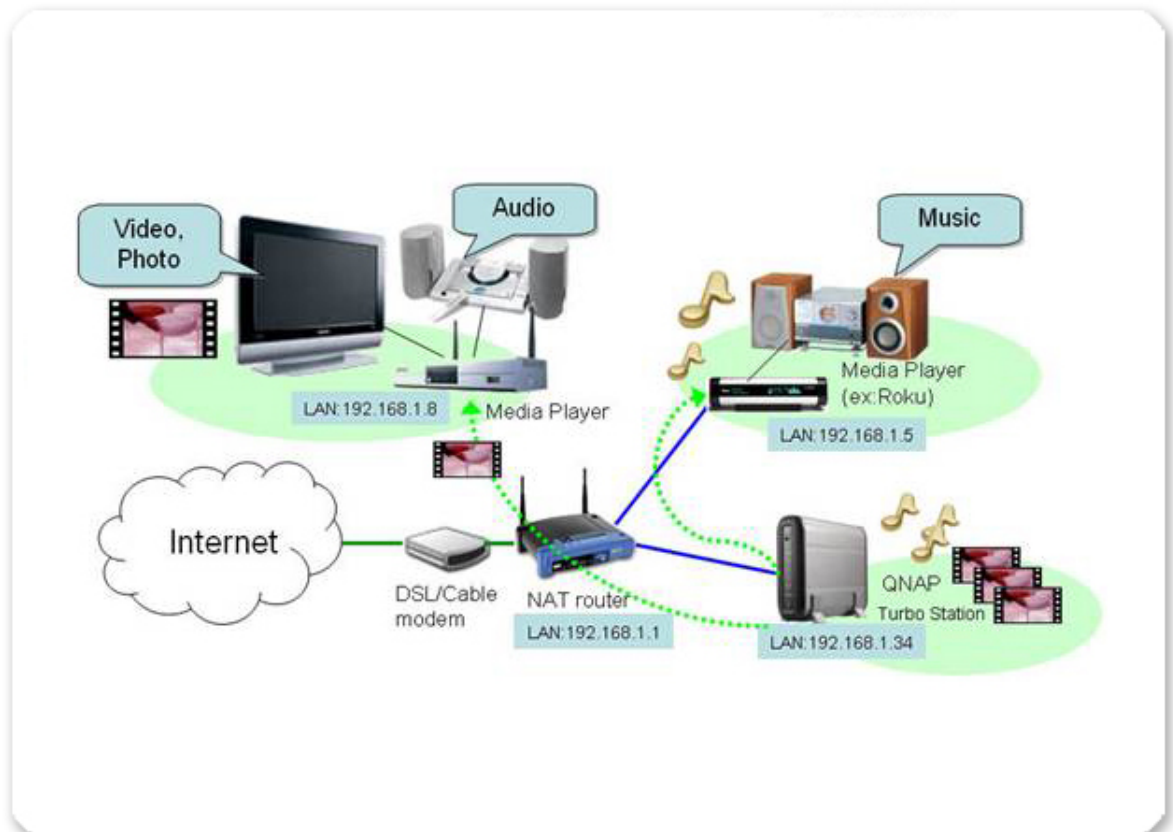
La arquitectura UPnP permite la interconexión entre dispositivos como ordenadores personales, electrodomésticos, dispositivos de electrónica de consumo y dispositivos inalámbricos. Es un protocolo con una arquitectura abierta y distribuida que se basa en estándares reconocidos como la Familia de protocolos de Internet (TCP/IP), HTTP, XML, y SOAP. Los puntos de control UPnP son dispositivos que utilizan UPnP para controlar dispositivos UPnP[?, ?, ?].

La arquitectura UPnP soporta Zero Configuration Networking. Un dispositivo compatible con UPnP de cualquier fabricante es capaz de conectarse de manera dinámica a una red, obtener una dirección IP, anunciar sus servicios, comunicar sus funciones bajo demanda y descubrir la presencia y capacidades de los demás dispositivos existentes. Los servidores Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) y Domain Name System (DNS) son opcionales y sólo se utilizarán en caso de que estén presentes en la red. Los dispositivos se pueden desconectar de la red de manera automática sin dejar información de estado.

ANEXO A10. UPnP AV

La arquitectura AV define la interacción general entre el control UPnP puntos y dispositivos UPnP AV. Es independiente de cualquier tipo de dispositivo, el formato de contenido, y la transferencia protocolo. Es compatible con una variedad de dispositivos, como televisores,

Figura 68: Arquitectura UPnP



Fuente: Enable the UPnP Media Server,
<http://www.qnap.com/en/index.php?lang=en&sn=2683>

Figura 69: Arquitectura UPnP AV

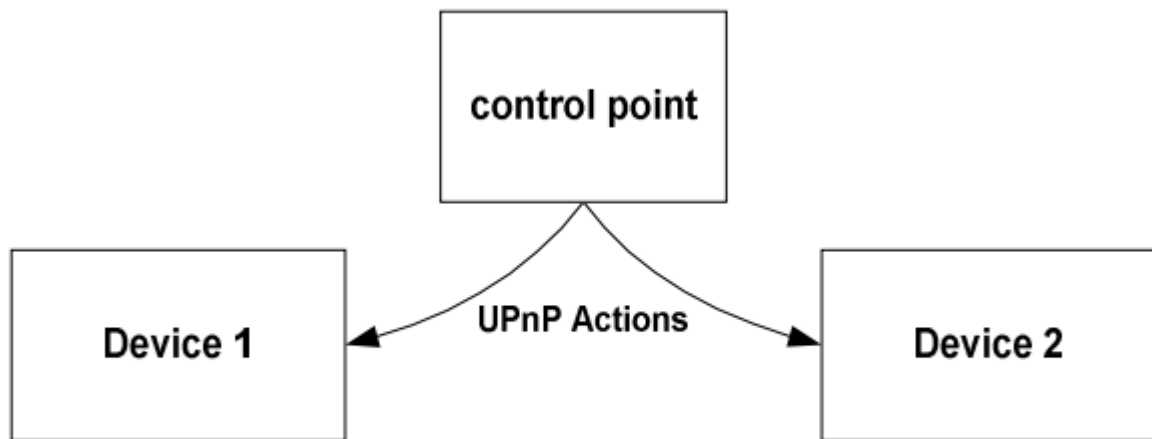


Figure 1: Typical UPnP Device Interaction Model

videograbadoras, reproductores de CD / DVD / máquinas de discos, decodificadores, sistemas estéreos, reproductores de MP3, cámaras de imagen fija, cámaras de vídeo, marcos de cuadros electrónicos (EPF), y los PC. La arquitectura AV permite a los dispositivos de apoyo a diferentes tipos de formatos para el entretenimiento contenido (como MPEG2, MPEG4, JPEG, MP3, Windows Media Architecture (WMA), los mapas de bits (BMP), NTSC, PAL, ATSC, etc) y múltiples tipos de protocolos de transferencia (tal como IEC-61883/IEEE-1394, HTTP GET, RTP, HTTP PUT / POST, TCP / IP, etc.)

La Figura 69 muestra un modelo típico de interacción de un dispositivo UPnP.

En comparación con la Figura 69, la Figura 70 muestra un modelo de interacción UPnP AV

Donde se observa que la interacción se realiza por medio de un punto de control además de la transferencia directa de un dispositivo (Dispositivo 1) a otro dispositivo haciendo este proceso más rápido y estable aunque es necesario el sincronismo del punto AV de control y la transferencia entre dispositivos.

ANEXO B. METODOLOGÍAS QUE SE HAN USADO PARA EL DESARROLLO DE LAS REDES INTELIGENTES EN EL SECTOR RESIDENCIAL

Respecto a lo que las metodologías se refieren, existe una cantidad considerablemente grande con respecto a los métodos usados dentro de las casas inteligentes, en especial los basados en la localización. A continuación se mostrará los métodos que se aplican actualmente a las redes inteligentes con una breve descripción.

Figura 70: Modelo de interacción de la arquitectura UPnP AV

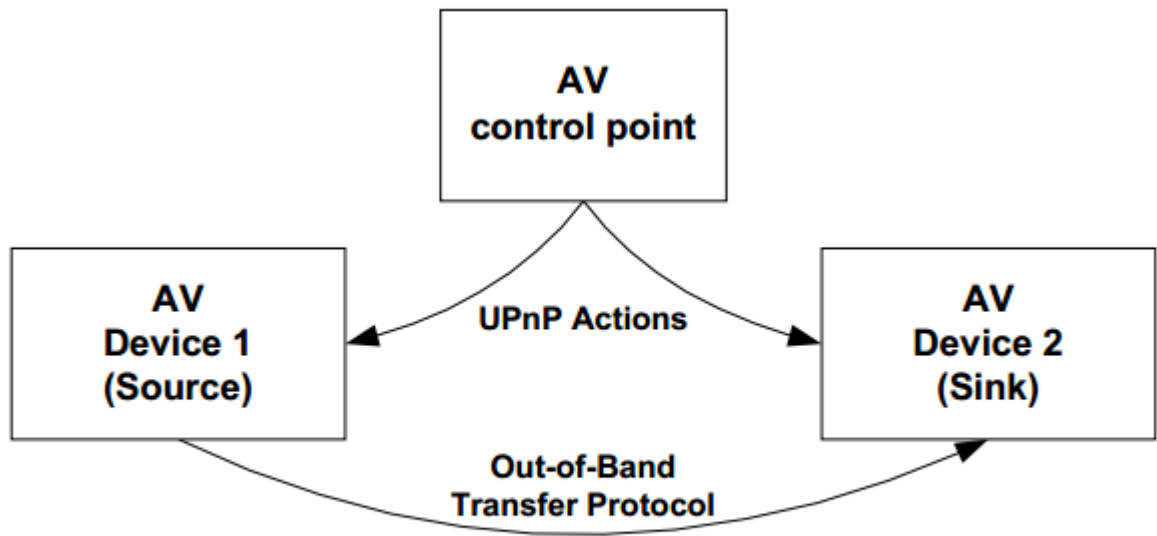


Figure 2: UPnP AV Device Interaction Model

ANEXO B1. ACHE

Adaptative Control of Home Environment, Control para la calefacción, luz etc. De los hogares inteligentes. El sistema de ACHE, que significa adaptación de control en el medio del hogar. ACHE monitorea el medio ambiente, observa las medidas adoptadas por los usuarios (por ejemplo, ajustando el termostato; girando en una configuración particular de las luces), y los intentos para inferir patrones en el medio ambiente que predicen estas acciones[2].

ACHE tiene dos objetivos. El primero es la anticipación de las necesidades de sus habitantes. Iluminación, temperatura del aire y ventilación se debe mantener a la comodidad de los habitantes, el agua caliente debe estar disponible bajo demanda. Cuando los habitantes ajustan manualmente puntos de ajuste del medio ambiente, que es una indicación de que sus necesidades no han sido satisfechas y servirán como entrenamiento señal de ACHE. Si ACHE puede aprender a anticiparse a las necesidades, se evitará el control manual del medio ambiente. El segundo objetivo de ACHE es la conservación de energía. Luces deben ajustarse a la intensidad mínima requerida, el agua caliente debe mantenerse a la temperatura mínima necesaria para satisfacer la demanda, sólo las habitaciones que pueden ser ocupados en un futuro próximo se deben calentar. Existen opciones para calentar una habitación (por ejemplo, hornos, ventiladores de techo forzando el aire caliente hacia abajo, abriendo persianas para admitir luz del sol), la alternativa de minimizar el consumo de energía que se espera se debe seleccionar. El logro de uno cualquiera de estos objetivos en el aislamiento es bastante sencillo. Si ACHE se ocupa sólo de apaciguar a los habitantes, la temperatura del aire podría ser mantenido en un cómodo $70^{\circ}F$ en todo momento. Si ACHE solamente se ocupa de la conservación de energía, todos los dispositivos podrían ser apa-

gados. El desafío de ACHE es lograr ambos objetivos al mismo tiempo. Esto requiere la capacidad de anticipar actividades habitante, patrones de ocupación y tolerancias[2].

ANEXO B2. AEP

Asymptotic Equipartition Property, es un teorema de estados que plantea unos resultados a partir de procesos aleatorios[2].

Propiedad de equipartición asintótica (AEP) es una propiedad general de las muestras de salida de una fuente estocástica. Es fundamental para el concepto de conjunto típico utilizado en las teorías de la compresión. En términos generales, el teorema afirma que, aunque hay muchas series de resultados que pueden ser producidos por un proceso aleatorio, el resultado real es probablemente una definición superficial de un conjunto de resultados que todos tienen aproximadamente la misma probabilidad de ser el que realmente cuenta. (Esto es una consecuencia de la ley de los grandes números y la teoría ergódica). Aunque hay resultados individuales que tienen una probabilidad más alta que cualquier resultado de este conjunto, la gran cantidad de resultados en el conjunto es casi una garantía de que el resultado vendrá de la establecido. Una forma de comprender intuitivamente la propiedad es a través de gran teorema de desviación de Cramer, que establece que la probabilidad de una gran desviación de la media decae exponencialmente con el número de muestras. Tales resultados se estudian en gran teoría desviaciones, intuitivamente, son las grandes desviaciones que violen equipartición, pero éstas son poco probables. En el campo de la generación de números pseudo-aleatorios, un generador de candidato de calidad indeterminada cuya salida de la secuencia se encuentra demasiado lejos fuera del conjunto típico por algunos criterios estadísticos se rechaza como insuficientemente al azar. Por lo tanto, aunque el conjunto típico es vagamente definido, surgen nociones prácticos en cuanto a suficiente tipicidad[2].

ANEXO B3. AGGIR

Autonomía gerontológica para grupos con iguales recursos[8].

ANEXO B4. AI

Artificial Intelligent, control basado en inteligencia artificial para los dispositivos inteligentes[21].

El término "Artificial Intelligent", en español "inteligencia artificial" fue definido formalmente en 1956 en la Dartmouth[21], fué un trabajo que duró cinco años en los cuales se propuso muchas definiciones distintas que en ningún caso habían logrado ser aceptadas totalmente por la comunidad investigadora. La AI es una de las nuevas disciplinas que junto en que la mayoría de los científicos.

Una de las razones por la cual se realiza el estudio de la AI es él poder conocer más acerca de nosotros mismos y que, a diferencia de la psicología y de la filosofía que también centran su estudio de la inteligencia, AI y sus esfuerzos por comprender este fenómeno están encaminados tanto a la construcción de entidades inteligentes como su comprensión.

El estudio de la inteligencia es una de las disciplinas más antiguas, por más de 2000 años los filósofos no han escatimado esfuerzos por comprender como se ve, recuerda y razona junto con la forma en que estas actividades deberían realizarse. Según John Mc Carthy la

Bibliografía

inteligencia es la "capacidad que tiene el ser humano de adaptarse eficazmente al cambio de circunstancias mediante el uso de información sobre esos cambios", pero esta definición resulta muy amplia ya que de acuerdo con esta, el sistema inmunológico del cuerpo humano resultaría inteligente ya que también mediante el uso de información este logra adaptarse al cambio. Otra interesante manera de ilustrar la inteligencia sería recurrir a la teoría societal de la mente de Marvin Minsky donde cada mente humana es el resultado del accionar de un comité de mentes de menor poder que conversan entre sí y combinan sus respectivas habilidades con el fin de resolver problemas[21].

La llegada de las computadoras a principios de los 50, permitió el abordaje sin especulación de estas facultades mentales mediante una auténtica disciplina teórica experimental. Es a partir de esto que se encontró que la IA constituye algo mucho más complejo de lo que se pudo llegar a imaginar en principio ya que las ideas modernas que constituyen esta disciplina se caracterizan por su gran riqueza, sutileza e interés; en la actualidad la IA abarca una enorme cantidad de subcampos que van desde áreas de propósito general hasta tareas específicas.

Una de las definiciones que se han dado para describir la IA la sitúa dentro de una disciplina que tiene que ver con las ciencias de la computación que corresponden al esfuerzo por parte de gran cantidad de científicos que durante los últimos treinta años han realizado con el fin de dotar a las computadoras de inteligencia, a partir de esta definición encontramos que una de las técnicas de IA es aquella que se utiliza con el fin de lograr que un determinado programa se comporte de forma inteligente sin pretender tener en cuenta la " forma de razonamiento "empleada para lograr ese comportamiento[21].

Luego, aquí surge un dilema, ya que según esto cualquier problema resoluble por un computador, sin complicaciones y también como un ser humano podría encuadrarse en el campo de la inteligencia artificial acudiendo solamente a la aplicación de reglas consecutivas al pie de la letra o lo que encontramos con el nombre de algoritmos dentro del lenguaje de IA; este término fue acuñado en honor al matemático árabe AL-KWARIZMI que copiló una serie de estos para ser aplicados a diferentes problemas algebraicos.

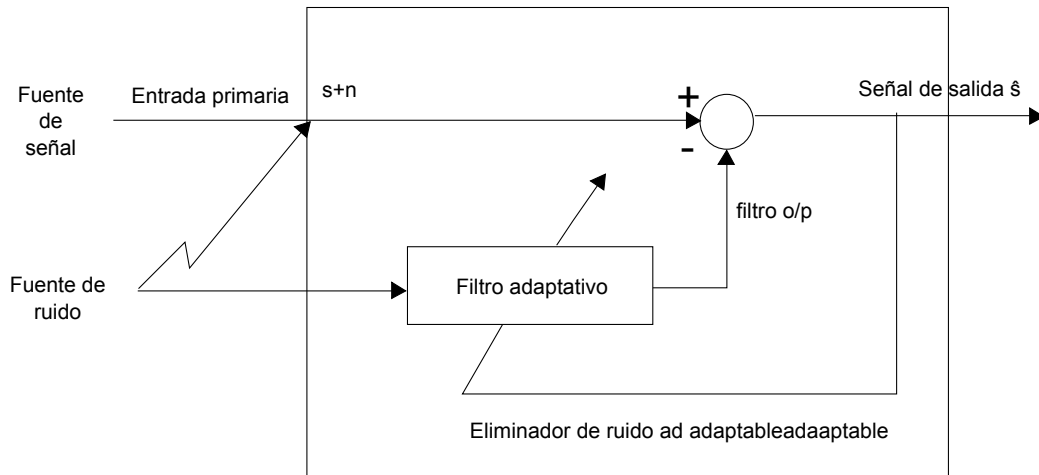
ANEXO B5. ALZ

Metodología de predicción basada en comprensión se usa especialmente para los problemas de alzheimer y usa entre otras, bases de las redes neuronales para su desempeño[16].

ANEXO B6. ANC

Adaptive Method Cancellation es un método basado en puntos o nodos[69, 8, 62]. Es una técnica alternativa de señales de estimación corrompidos por ruido aditivo o interferencia. Su ventaja reside en que, sin priori estimaciones de señal o ruido, los niveles de rechazo de ruido son alcanzables que sería difícil o imposible de lograr por otros métodos de procesamiento de señales de la eliminación de ruido. Su coste, inevitablemente, es que se necesita dos entradas - una entrada primaria que contiene la señal de corrompido y una entrada de referencia que contiene ruido correlacionado de algún modo desconocido con el ruido primaria. La entrada de referencia se forma adaptativa filtró y se resta de la entrada primaria para obtener la estimación de la señal. Adaptable filtrado antes de descontar per-

Figura 71: Metodo adaptativo de cancelación



Fuente: Figura 1, Adaptive Noise Canceller, "Adaptive Noise Cancellation", 1/ECE/97

mite el tratamiento de los insumos que son deterministas o estocásticos, fijo o variable en el tiempo.

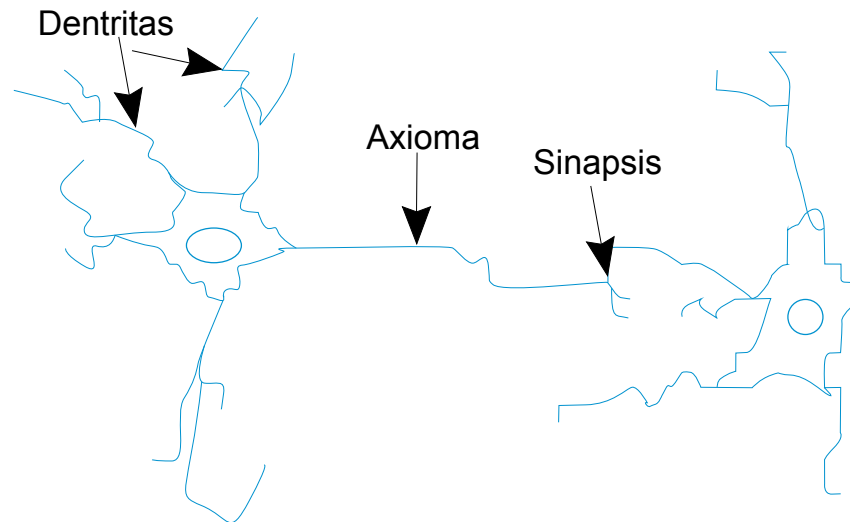
La Figura 71 muestra el diagrama general del metodo se muestra[62].

Como se muestra en la Figura 5.8.5, un eliminador de ruido adaptativo (ANC) tiene dos entradas - primarias y referencia. La entrada principal recibe una señal s de la fuente de la señal que está dañado por la presencia de ruido n correlacionada con la señal. La entrada de referencia recibe un ruido n_0 correlacionado con la señal correlacionada, pero de alguna manera con el ruido n . El ruido n_0 pasa a través de un filtro para producir una salida que n es un cálculo aproximado de ruido de entrada primaria. Esta estimación de ruido se resta de la señal dañada para producir una estimación de la señal en s , la salida del sistema ANC[62].

ANEXO B7. ANN

Artificial Newronal Networks, es un modelo matemático inspirado por redes neuronales biológicas, la idea es modelar "neuronas artificiales"[60]. Una neurona artificial es un modelo computacional inspirado en las neuronas naturales. Neuronas naturales reciben señales a través de las sinapsis localizados en las dendritas o de la membrana de la neurona. "Cuando las señales recibidas son lo suficientemente fuertes (superar un cierto umbral), la neurona se activa y emite una señal de que el axón. Esta señal puede ser enviada a otra sinapsis, y

Figura 72: Concepción: neuronas naturales



Fuente: Figura 1, Natural neurons (artist's conception), Artificial Neural Networks for Beginners

podría activar otras neuronas".³⁵.

La Figura 5.8.5 muestra la concepción de un modelo abstracto simple de lo que son las neuronas naturales. Aunque las neuronas naturales son mucho más abstractas que las neuronas artificiales. La idea es, básicamente, de las entradas que se multiplican por los pesos (intensidad de las señales respectivas), y luego calcula mediante una función matemática que determina la activación de la neurona. Otra función calcula la salida de la neurona artificial (a veces en dependencia de un umbral).

ANEXO B8. ARIMA

Modelo autorregresivo integrado de media móvil o ARIMA (acrónimo del inglés autoregressive integrated moving average). Es una técnica de predicción que proyecta los valores futuros de una serie basada totalmente en su propia inercia. Su principal aplicación es en el área de la predicción a corto plazo que requiere un mínimo de 40 puntos de datos históricos. Funciona mejor cuando los datos muestran un patrón estable o constante en el tiempo con una cantidad mínima de valores atípicos. A veces llamado Box-Jenkins (después de que los autores originales), ARIMA es generalmente superior a las técnicas de suavizado exponencial cuando los datos son razonablemente largo y la correlación entre las observaciones anteriores es estable. "Si los datos son de corto o muy volátiles, pues algún método de suavizado puede funcionar mejor. Si usted no tiene por lo menos 38 puntos de datos, debe considerar otro método que no ARIMA"³⁶

³⁵"Artificial Neural Networks for Beginners", 2003

³⁶"<http://www.forecastingsolutions.com/arima.html>", 2013

ANEXO B9. ASM

Abstract State Machine (ASM) es un modelo estadístico basado en la variación de procesos, fue desarrollado durante 1990 y es prácticamente un uno de los modelos más recientes dentro de los diseños rigurosos de sistemas[81].

ANEXO B10. ATL

Active tag List, identifica la dirección de los tags con los servicios[4].

ANEXO B11. Bayesian

Estadística matemática utiliza dos grandes paradigmas, convencionales o frecuencias y bayesianas[9, 52, 54]. Los métodos bayesianos ofrecen un paradigma completo tanto para la inferencia estadística y para la toma de decisiones bajo incertidumbre. Los métodos bayesianos se pueden derivar de un sistema axiomático, y por lo tanto proporcionan una metodología general. Los métodos bayesianos contienen como casos particulares muchos de los procedimientos frecuentemente usados, resolver muchas de las dificultades que enfrentan los métodos estadísticos convencionales, y extender la aplicabilidad de los métodos estadísticos[34]. En particular, los métodos bayesianos hacen que sea posible la incorporación de hipótesis científica en el análisis (por medio de la distribución a priori) y se pueden aplicar a los problemas cuya estructura es demasiado complejo para los métodos convencionales para ser capaz de manejar[78]. El paradigma bayesiano se basa en una interpretación de la probabilidad como una medida condicional racional de la incertidumbre, que se acerca el sentido de la palabra "probabilidad" en el lenguaje ordinario. Inferencia estadística sobre la cantidad de interés se define como la modificación de la incertidumbre acerca de su valor a la luz de las pruebas, y el teorema de Bayes especifica con precisión cómo debe hacerse esta modificación. La situación especial, a menudo se reunió en la información científica y la toma de decisiones públicas, donde la única información aceptable es la que se deduce de los datos documentados disponibles, se aborda por métodos ObjectiveBayesian, como un caso particular.³⁷

ANEXO B12. CBR

Case-based reasoning, es un proceso para resolver problemas basados en la solución de problemas similares[36]. Razonamiento basado en casos (CBR) es un recién llegado a la IA y se describe comúnmente como una tecnología IA igual que los mencionados anteriormente, CBR describe una metodología para la resolución de problemas, pero no prescribe ninguna tecnología específica[32]. Los orígenes de CBR fueron estimulados por el deseo de entender cómo la gente recuerda la información y son a su vez recuerdos de la información, y que, posteriormente, reconocen las personas para resolver problemas al recordar cómo han resuelto problemas similares en el pasado. La definición clásica de la RBC fue acuñado por Riesbeck y Schank.³⁸

³⁷BAYESIAN STATISTICS, José M. Bernardo, Departamento de Estadística, Facultad de Matemáticas, 46100-Burjassot, Valencia, Spain

³⁸Case-based reasoning is a methodology not a technology,

ANEXO B13. CMR

Corresponde a las siglas Customer Relationship Management, gestión de las relaciones con el cliente[79].

El CRM según Barton Goldenberg³⁹, consiste en 10 componentes:

- Funcionalidad de las ventas y su administración
- Telemarketing
- Manejo del tiempo
- Servicio y soporte al cliente
- Marketing
- Manejo de la información para ejecutivos
- Integración del ERP(Enterprise Resource Planning)
- Excelente sincronización de los datos
- e-Commerce
- Servicio en el campo de ventas.

Básicamente, CRM se dedica a adquirir y mantener la lealtad del cliente, específicamente de aquellas cuentas más valiosas.

ANEXO B14. CSMA

En telecomunicaciones, se entiende por Acceso Múltiple por Detección de Portadora (Carrier Sense Multiple Access) el escuchar el medio para saber si existe presencia de portadora en los momentos en los que se ocupa el canal[39].

“Los protocolos MAC en redes LANs son basados en los principios de sensores de transmisor múltiples con detección de colisión CSMA”⁴⁰.

ANEXO B15. CSMA/CD

Es una técnica usada en redes Ethernet para mejorar sus prestaciones[39].

CSMA/CD a diferencia de ALOHA, como protocolo exclusivamente al azar, este incorpora dos mejoras aumentando el rendimiento: en primer lugar, no se transmite si hay otra estación hablando (CSMA, Carrier Sense Multiple Access) y en segundo, si mientras se está transmitiendo detecta que otra estación también transmite (es decir se produce una colisión) la estación se calla, en lugar de seguir transmitiendo inútilmente hasta el final de la trama

³⁹Barton Goldenberg. Barton Goldenberg, Presidente de ISM Inc

⁴⁰“Carrier-Sence Multiprle Access (CSMA) Protocols”, Proceedings 2002 IEEE 4th International Workshop on Networked Appliances (Cat. No.02EX525), 2001

Bibliografía

(CD, Colision Detect). “Mucho se ha dicho (y no siempre acertadamente) sobre las colisiones y su efecto en el rendimiento de Ethernet, por lo que este tema merece tratarse con cierto detalle”.⁴¹

ANEXO B16. CT

Contingency theorys, teorías de contingencia son teorías basadas en conducta de demanda que demanda cuando no hay un mejor modelo de organizar una corporación, conducir una empresa, o tomar decisiones. CT tiene que ver con el papel de la estructura en el desempeño organizacional. En perspectiva normativa, el principal problema de la investigación se convierte en uno de los diseños estructurales identificar cual es eficiente, efectiva y viabilidad así convertirse en los criterios (Burton y Obel 2004) contra el cual se validan diferentes diseños[21].

El término fue desarrollado por Lawrence y Lorsch (1967), en un estudio empírico, que muestra que los efectos de la estructura de la organización en relación económica de dos paradigmas de investigación entran en conflicto en teoría de la organización, tanto en virtud universal reclama: el sistema de eficiencia diferenciada de Adam Smith y el sistema humano eficaz integrado de Emile Durkheim. Según Lawrence y Lorsch (1967), “las organizaciones tienen que ser a la vez diferenciadas e integradas en una medida de optimización, que dependía del nivel de incertidumbre entorno”.⁴²

ANEXO B17. DAMI+OIL

“DAML+OIL es un lenguaje de marcado semántico de los recursos Web. Se basa en los estándares W3C anteriores, como RDF y Schema, y se extiende con primitivas de modelado. DAML + OIL proporciona primitivas de modelado que se encuentran comúnmente en los lenguajes basados en cuadros. DAML+OIL (marzo de 2001) se extiende DAML + OIL (diciembre de 2000) con valores de tipos de datos de esquema XML. DAML + OIL fue construido desde el lenguaje de ontologías DAML originales DAML-ONT (octubre de 2000), en un esfuerzo para combinar muchos de los componentes del lenguaje de petróleo”⁴³.

ANEXO B18. DCD

Domine Color Description, es la metodología usada por MPEG-7[30].

ANEXO B19. ED

Episode Discovery (ED), es un algoritmo de predicción que identifica episodios significativos dentro de una historia de acontecimiento de habitante[59].

⁴¹El protocolo CSMA/CD,R. M. Metcalfe y D. R. Boggs: "Ethernet: Distributed Packet Switching for Local Computer Networks" Communications of the ACM 19 (7), julio 1976. URL:

⁴²“Towards a concept of dynamic fit in contingency theory,Peter Klaas”, University of Southern Denmark, Faculty of Social Sciences, Dept of Organization and Management

⁴³“<http://www.w3.org/TR/daml+oil-reference>”, 18 Diciembre de 2011

ANEXO B20. EPC

Es un número único diseñado para identificar de manera inequívoca cualquier objeto[31].

El código electrónico de producto (código EPC o EPC, por sus siglas en inglés Electronic Product Code) es un número único diseñado para identificar de manera inequívoca cualquier objeto. Este código es un sistema de identificación y seguimiento de las mercancías «en tiempo real». El número se encuentra almacenado en un circuito integrado, denominado «tag», que puede leerse mediante radiofrecuencia RFID. Puede considerarse como la evolución del código EAN (Europa) o UPC (América) y proporciona datos adicionales al clásico código de barras.⁴⁴

ANEXO B21. FEC

Evaluating Efficacy of Forward Error Correction Coding, es una técnica utilizada para el control de errores en la transmisión de datos a través de canales de comunicación poco fiables o ruidoso. A menudo se ha propuesto para la recuperación de extremo a extremo de tales pérdidas de paquetes[59]. FEC puede ayudar a recuperar los paquetes perdidos de manera oportuna a través de la utilización de paquetes redundantes, En este trabajo, se estudiará la eficacia general de nivel de paquete codificación FEC, utilizando códigos Reed-Solomon entrelazadas, en la lucha contra la pérdida de paquetes de red y proporcionar una metodología de teoría de la información para determinar el compromiso óptimo entre el rendimiento de extremo a extremo y el consiguiente incremento de las tasas de pérdida de paquetes en bruto con un enfoque analítico basado en un modelo realista.⁴⁵

ANEXO B22. FIP

Fair Information Practices (FIP) son un conjunto de prácticas reconocidas internacionalmente para hacer frente a la privacidad de la información sobre las personas[51]. Privacidad de la información es un subconjunto de privacidad. Informaciones prácticas justas son importantes porque proporcionan la política subyacente de muchas leyes nacionales que abordan cuestiones de protección de datos. La convergencia de la política internacional en torno FIP como elementos básicos para la privacidad de la información se ha mantenido en vigor desde finales de 1970. Las leyes de privacidad en los Estados Unidos, que son mucho menos amplio en su alcance que las leyes en otros países, a menudo reflejan algunos elementos de la FIP, pero no es tan consistente como las leyes de la mayoría de las otras naciones.⁴⁶

ANEXO B23. FIPA

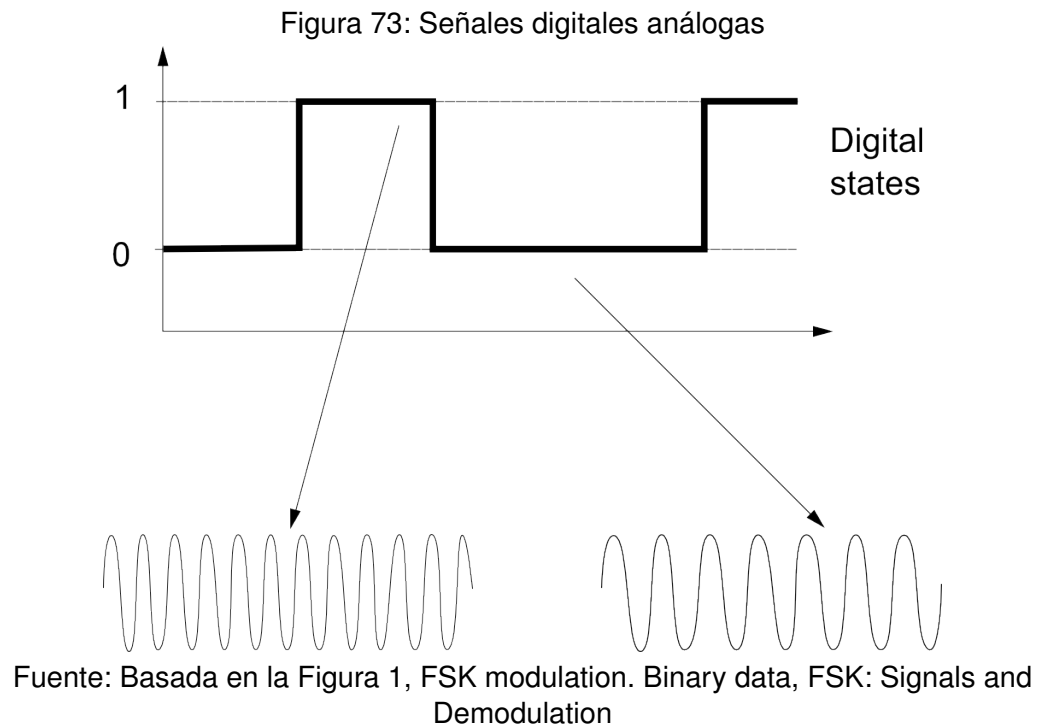
Define la ontología de los dispositivos de comunicación[34].

El modelo de comunicación entre el agente en FIPA se basa en el supuesto de que dos agentes, que deseen conversar, comparten una ontología común para el dominio del discurso. Se asegura de que los agentes atribuyen el mismo significado a los símbolos utilizados

⁴⁴http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo_electr%C3%B3nico_de_producto, el 13 mar 2013, a las 04:38.

⁴⁵Evaluating Efficacy of Forward Error Correction Coding, K. Supraja, A. Srinivasa Reddy, R. Lakshmi Tulas, International Journal of Computer Trends and Technology- July to Aug Issue 2011

⁴⁶FAIR INFORMATION PRACTICES: A Basic History, Robert Gellman, Version 1.91, November 12, 2012



en el mensaje. “Para un dominio dado, los diseñadores pueden decidir utilizar ontologías que son explícita, declarativa representados (y se almacena en algún lugar) o, alternativamente, ontologías que están codificados implícitamente con el software real aplicación del agente a sí mismos y por lo tanto no se publican formalmente a una servicio de ontología”⁴⁷.

ANEXO B24. FSK

Frequency-shift keying, es un tipo de modulación de frecuencia cuya señal modulante es un flujo de pulsos binarios que varía entre valores predeterminados[59].

Frequency-shift keying ó Manipulación por desplazamiento de frecuencia (FSK) es un método de transmisión digital de señales. Los dos estados binarios, lógica 0 (bajo) y 1 (alta), están representadas por un análogo de la forma de onda . Lógica 0 está representado por una onda en una específica frecuencia , y la lógica 1 está representado por una onda en una frecuencia diferente. Un módem convierte los datos binarios de un ordenador para FSK para la transmisión a través de líneas telefónicas, cables, fibra óptica o medios inalámbricos. El módem también convierte las señales FSK entrantes a estados de alta y baja digitales, que el equipo puede "entender". La Figura 73 muestra las señales digitales análogas.

El modo FSK se introdujo para su uso con teletipos mecánicas a mediados de la década de 1900. La velocidad estándar de las máquinas fue de 45 baudios, equivalente a unos 45 bits por segundo. Cuando las computadoras personales se hicieron comunes y redes entró en vigor, esta velocidad de señalización era tediosa. La transmisión de documentos de gran tamaño y los programas de texto tomó horas; la transferencia de la imagen era desconocida.

⁴⁷“FIPA Ontology Service Specification”, FIP Architecture Board, 2001

Bibliografía

Durante la década de 1970, los ingenieros comenzaron a desarrollar módems que corrían a velocidades más rápidas, y la búsqueda de cada vez mayor ancho de banda ha continuado desde entonces. Hoy en día, un módem telefónico estándar funciona a miles de bits por segundo. Los módems de cable y los módems inalámbricos funcionan en más de 1.000.000 bps (un megabit por segundo o 1 Mbps) y los módems de fibra óptica funcionan en muchos Mbps. Pero el principio básico de FSK no ha cambiado en más de medio siglo[59].

ANEXO B25. GMSK

GMSK es el acrónimo de Gaussian minimum shift keying y es el tipo de modulación usado en GSM[59].

La técnica de modulación GMSK, derivada de MSK, resulta ser una modulación supremamente útil, ya que optimiza el uso del ancho de banda, al utilizar un filtro Gaussiano de pre-modulación, suavizando de esta manera la señal que se desea transmitir. Así pues, en el presente documento se presentan los resultados obtenidos al realizar la simulación de un sistema de transmisión de información a través de líneas eléctricas (PLC), implementando modulación GMSK con el objetivo de minimizar los efectos indeseados introducidos en la señal a transmitir, debidos principalmente a la presencia de armónicos indeseados de origen externo.⁴⁸

ANEXO B26. HMM

Hidden Markov model (HMM), es una estadística modelo de Markov en el que se asume que el sistema que está siendo modelado para ser un proceso de Markov con observadas (oculto) estados[8].

Es una potente herramienta estadística para modelar secuencias generativas que se pueden caracterizar por un proceso subyacente generando una secuencia observable. HMMs han encontrado aplicación en muchas áreas interesados en el procesamiento de señales y, en particular, el procesamiento del habla, pero también se han aplicado con éxito a las tareas de PNL de bajo nivel, tales como el etiquetado de medio de expresión, frase fragmentación y extracción de información de destino de los documentos. Andrei Markov dio su nombre a la teoría matemática de los procesos de Markov a principios del siglo XX⁴⁹, pero era Baum y sus colegas, que desarrolló la teoría de HMMs en la década de 1960.⁵⁰

ANEXO B27. HOQ

House of Quality, es un diagrama sobre la relación entre el organizador (customer) y los productos a partir de una matriz[21]. En la planificación de un nuevo producto, los ingenieros han examinado siempre la fabricación y el historial de rendimiento del producto actual.

⁴⁸MODULACIÓN GMSK PARA TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN A TRAVÉS DE LÍNEAS ELÉCTRICAS, GMSK Modulation on Power Line Communication, ANDRES AGUDELO R. PABLO CESAR BERNAL G. EDWIN ANDRÉS QUINTERO

⁴⁹A. Markov. An example of statistical investigation in the text of eugene onyegin, illustrating coupling of tests in chains. Proceedings of the Academy of Sciences of St. Petersburg, 1913

⁵⁰L. Baum et. al. A maximization technique occurring in the statistical analysis of probablistic functions of markov chains. Annals of Mathematical Statistics, 41:164–171, 1970.

Bibliografía

Miran a los datos de prueba de campo, comparando su producto con el de los productos de sus competidores. Examinan cualquier información sobre la satisfacción del cliente que podría pasar a ser disponible. Generalmente, gran parte de esta información es a menudo incompleta. Se examina con frecuencia como datos individuales, sin comparación con otros datos que pueden apoyar o contradecir.⁵¹

ANEXO B28. INVTP

Invalid Tag Pool, descarta o invalida tags que el sistema USM puede hacer o entran en conflicto al revisar tareas en turno[4].

ANEXO B29. IPT

The information processing theory, es una teoría de investigación del desarrollo cognitivo[21]. Comenzó durante la década de 1950 y 1960, principalmente debido a la nueva tecnología que se está desarrollando en el tiempo (computadoras, sistemas de comunicación). Mucho se sabe acerca de cómo las computadoras procesan la información, por lo que el siguiente paso parecía ser la de averiguar cómo los seres humanos procesan información. Este llamado método de procesamiento de la información se hizo muy popular (el paradigma dominante) y el ordenador era una analogía muy atractivo para el funcionamiento de la mente humana.

ANEXO B30. Katz ADL

Metodo para evaluación de las actividades de la vida diaria de las personas mayores[8]. Existen cambios en el envejecimiento normal y problemas de salud frecuentemente se manifiestan como la disminución de la capacidad funcional de los adultos mayores. La disminución puede colocar al adulto mayor en una espiral de iatrogenia que conduce a otros problemas de salud. Una de las mejores maneras de evaluar el estado de salud de los adultos mayores es a través de la evaluación funcional que proporciona datos objetivos que indiquen disminución futura o la mejora del estado de salud, lo cuál permite a la enfermera planificar e intervenir adecuadamente.⁵²

ANEXO B31. Lawton ADL

Actividades instrumentales usadas sobre pacientes mayores[8]. El Índice de Katz para (Katz, 1963) fue desarrollado por primera vez en Aneffort de encontrar una manera para evaluar la función y la forma en que cambia con el tiempo en los ancianos. Es un índice ordinal diseñado para evaluar el funcionamiento físico utilizando una clasificación dicotómica (dependiente / independiente) de seis ADLs en orden jerárquico decreciente de dificultad como cotizada: bañarse, vestirse, ir al baño, la transferencia, la continencia y la alimentación, valorados en una escala de independencia. Un punto importante a tratar sobre la escala

⁵¹House of Quality,Steps in Understanding the House of Quality,Jennifer Tapke,Allyson Muller,Greg Johnson and Josh Sieck

⁵²Mary Shelkey, PhD, ARNP, Virginia Mason Medical Center, and Meredith Wallace, PhD, APRN, "Katz Index of Independence in Activities of Daily Living (ADL)", BC, Fairfield University School of Nursing

Bibliografía

ADL Katz es que se crea un inventario útil en la creación de un lenguaje común sobre la función de un paciente. Este inventario puede ser fácilmente entendido por todos los cuidadores que participan en la evaluación de las personas de edad de acuerdo a los niveles de independencia. Se ha modificado y diferentes enfoques de la calificación que ha usado de calificación categórica (sí / no) a una escala de respuesta de 3 puntos (independiente, un poco de ayuda, o dependiente) para mejorar la capacidad de detectar diferencias sutiles. Scoring ocurre en dos etapas, la primera es la traducción de la escala de 3 puntos en una escala dicotómica utilizando pautas creadas por el propio Katz. En segundo lugar “la escala dicotómica es de 6, donde 6 es considerado como dependiente en todas las actividades cotidianas y 0 se considera independiente en todas las actividades cotidianas. La mayoría de las evaluaciones Katz ADL combinan las dos fases mediante la creación de una guía que ofrece descripciones específicas para cada tarea, por lo que el evaluador puede elegir dependientes o independientes”⁵³.

ANEXO B32. LDA

Es un modelo basado en discriminantes lineales. Asignación Dirichlet latente o LDA (Blei et al, 2003), se ha convertido rápidamente en una de las más populares técnicas de modelización probabilística de texto en el aprendizaje de la máquina y ha inspirado una serie de trabajos de investigación (por ejemplo, Girolami y Kaban, 2005; Teh et al, 2004). LDA se ha demostrado ser eficaz en algunas de las tareas relacionadas con el texto, tales como la clasificación de documentos, pero la viabilidad y la eficacia de la utilización de LDA en tareas IR sigue siendo mayormente desconocida. Poseer semántica totalmente generativos, LDA potencialmente supera los inconvenientes de los modelos anteriores, como tema PLSi (Hoffman, 1999). Modeling Language (Ponte y Croft, 1998; Berger y Lafferty, 1999), que es uno de los más populares métodos estadísticamente principios a IR, es también un modelo generativo, motivándonos para examinar las reclamaciones de documentos LDA basados en el marco de modelo de lenguaje.⁵⁴

ANEXO B33. LeZi-update

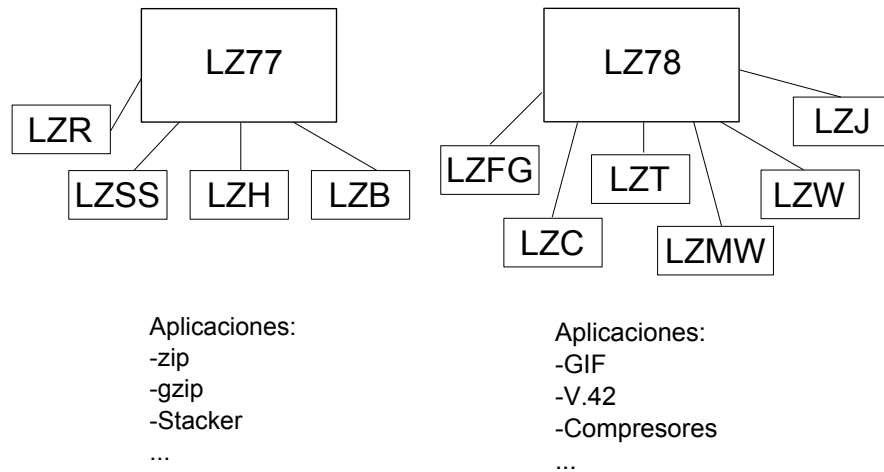
Es un algoritmo de predicción para obtener la información teórica de rastrear a usuarios móviles en redes de PCS[18, 16, 2, 78]. “Lezi-update no está destinado a sustituir a las actualizaciones dinámicas basadas en el umbral. Más bien, se supone que para reducir el coste de la actualización, trabajando como un complemento en el módulo para el esquema de actualización subyacente”⁵⁵

⁵³Dr. Susan Doble ,Tracey Fisher, Masters of Health Informatics, “Assessing Function in the Elderly: Katz ADL and Lawton IADL”, Dalhousie University,June 2008

⁵⁴LDA-Based Document Models for Ad-hoc Retrieval,Xing Wei and W. Bruce Croft,Computer Science Department,University of Massachusetts Amherst,140 Governors Drive,Amherst, MA 01003

⁵⁵Sajal K. Da, Center for Research in Wireless Computing (CReW), “LeZi-Update: An Information-Theoretic Approach to Track Mobile Users in PCS Networks,Amiya Bhattacharya”,Department of Computer Science, University of North Texas

Figura 74: Familia de Algoritmos Ziv



Fuente, Basada en la Figura 1: The Lempel Ziv Algorithm Family, “The Lempel Ziv Algorithm”, 2003

ANEXO B34. LZ78

Es un algoritmo basado en LeZi-update. Basado en el Lempel Ziv el cuál es un algoritmo para la compresión de datos sin pérdidas[18]. “No es un solo algoritmo, sino toda una familia de algoritmos, derivado de los dos algoritmos propuestos por Jacob Ziv y Abraham Lempel en sus papeles emblemáticos en 1977 y 1978”⁵⁶. Algoritmos Lempel Ziv son ampliamente utilizados en herramientas de compresión tales como gzip, la compresión de imágenes GIF y el estándar de módem V.42.

ANEXO B35. Márkov

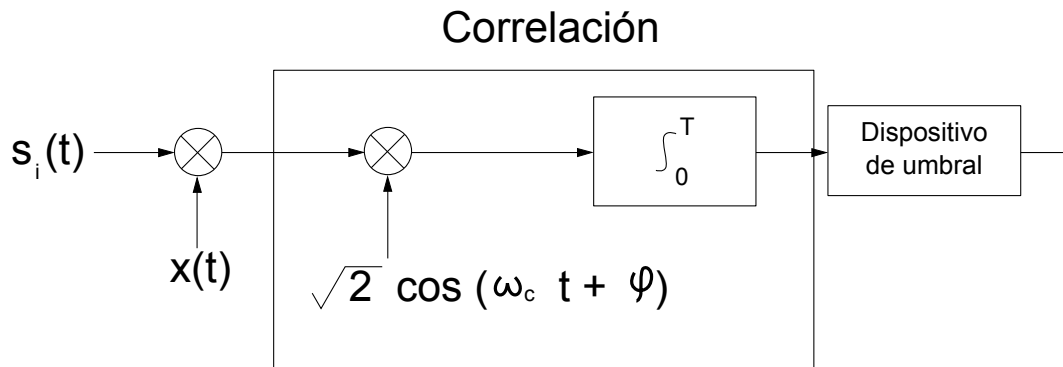
Es un modelo estadístico. En la teoría de la probabilidad, se conoce como cadena de Márkov a un tipo especial de proceso estocástico discreto en el que la probabilidad de que ocurra un evento depende del evento inmediatamente anterior. En efecto, las cadenas de este tipo tienen memoria[9]. “Recuerdan” el último evento y esto condiciona las posibilidades de los eventos futuros. Esta dependencia del evento anterior distingue a las cadenas de Márkov de las series de eventos independientes, como tirar una moneda al aire o un dado⁵⁷. Reciben su nombre del matemático ruso Andréi Márkov (1856-1922), que las introdujo en 1907⁵⁸

⁵⁶The Lempel Ziv Algorithm, “The Lempel Ziv Algorithm”, Enero 16 de 2003

⁵⁷http://es.wikipedia.org/wiki/Cadena_de_Markov#cite_note-1

⁵⁸A.A. Márkov. “Rasprostranenie zakona bol’shikh chisel na velichiny, zavisyaschie drug ot druga”. Izvestiya Fiziko-matematicheskogo obschestva pri Kazanskom universitete, 2-ya seriya, tom 15, pp. 135–156, 1906.

Figura 75: Entrada con correlación para BPSK



ANEXO B36. M-ary PSK

Es una técnica avanzada de modulación basada en PSK. NPSK es en si una constelación unidimensional, se basa en la demodulación coherente de las señales unidimensionales y se puede hacer con el receptor de correlación simple así[59]:

ANEXO B37. M-ary QAM

Técnica avanzada de modulación basada en QAM. Generalmente los datos de banda base digitales pueden ser enviados mediante la variación tanto de la fase (o la frecuencia) de una portadora de RF (radio frecuencia), generalmente ofrecen dos grados de libertad y las técnicas de modulación de banda base de datos de mapa lo hacen en cuatro o más posibles señales de portadora de RF. A estas técnicas de modulación se denominan modulación M-ary, ya que pueden representar señales más que si sólo la amplitud o fase se variaron solamente[59].

ANEXO B38. Minimax

Es un algoritmo de localización usado entre un sensor fijo y uno en movimiento[70]. “Para optimizar el número de procesos o movimientos que se realiza una acción existen diferentes formas de hacerlo, por ejemplo, hay una forma lenta para determinar el mejor movimiento posible es enumerar todos los movimientos posibles. Pero sólo enumerar la cantidad de procesos a seguir puede tardar mucho tiempo, por lo que se espera exista una forma que generar de forma recursiva todos los procesos posibles en menor tiempo. El algoritmo Minimax lleva a cabo esta simulación, pero sólo recursivamente en un subárbol a la vez. Por lo tanto, de forma recursiva marcar el subárbol izquierdo, luego el del medio, a continuación, la correcta, y devolver el mejor de ellos”⁵⁹. Algo similar al mostrado en la Figura 5.8.5.

⁵⁹ Amir Kamil, “Minimax”, CS61B, UC Berkeley, Primavera de 2003

Figura 76: Algoritmo Minimax

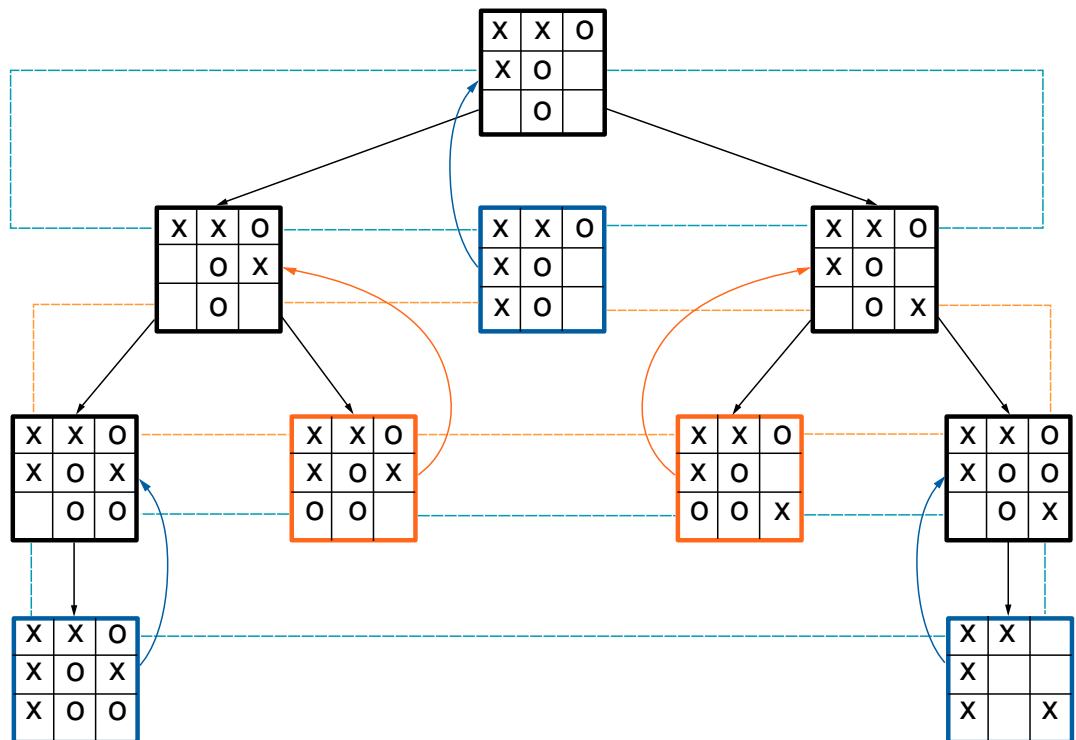


Figura 1, The minimax algorithm applied to a tic-tac-toe game, "FSK: Signals and Demodulation"

ANEXO B39. MSK

Minimum-shift keying, es un tipo de fase continua de frecuencia de cambio de claves que se desarrolló en la década de 1950 y 1960[59]. “En su traducción literal, es la modulación por desplazamiento mínimo y es un tipo especial de modulación por desplazamiento de fase-frecuencia continua (CPFSK). El nombre de modulación por desplazamiento mínimo implica la separación de frecuencia mínima (es decir, ancho de banda) que permite la detección ortogonal”.⁶⁰

ANEXO B40. OFDM

Es una multiplexación que consiste en enviar un conjunto de ondas portadoras de diferentes frecuencias[39], donde cada una transporta información, la cual es modulada en QAM o en PSK. Es un método de modulación donde el espectro asociado a cada dato es una pequeña porción del ancho de banda total, el cual se divide en N sub-canales, cada sub-canal es modelado a partir de un símbolo y se multiplexa con frecuencia⁶¹. A partir de este método existen varios sistemas asociados a este pero no se entrará en detalles para efectividad del proyecto.

ANEXO B41. OT

Teorías organizacionales basadas en estructuras de organización dinámicas[21]. Diseñar organizaciones es aquel proceso mediante el que se construye o cambia la estructura de una organización con la finalidad de lograr aquellos objetivos que tiene previstos⁶²

ANEXO B42. OWL

OWL es el acrónimo del inglés Web Ontology Language, un lenguaje de marcado para publicar y compartir datos usando ontologías en la WWW[65, 54, 28]. OWL tiene como objetivo facilitar un modelo de marcado construido sobre RDF y codificado en XML⁶³. El Lenguaje de Ontologías Web (OWL) es una familia de representación del conocimiento idiomas para la edición de ontologías.

ANEXO B43. PCA

Es un modelo estadístico basado en la variación de forma de un objeto[80, 81]. Es un modelo estadístico lineal.

ANEXO B44. PPM-style blending technique

Es un mecanismo de predicción para ordenar en el contexto de prioridades altas y bajas[2].

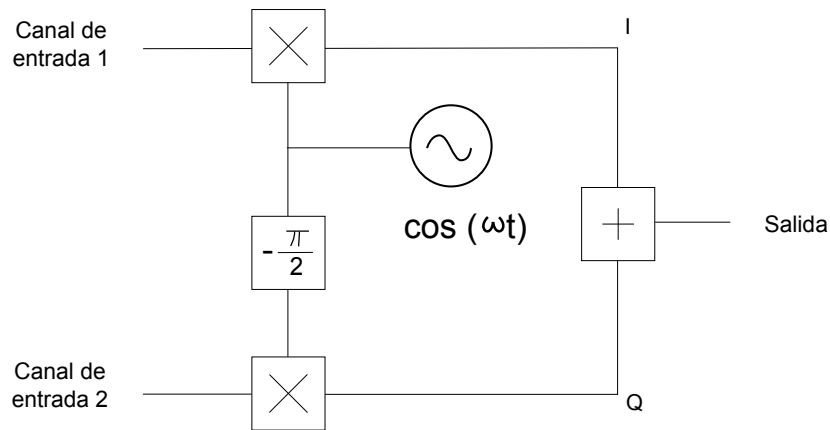
⁶⁰Rutgers University – Dept. of Electrical and Computer Engineering, “ECE559 (Advanced Topics in Communication Engineering)”, Lecture 11&12 (February 27 & March 4, 2002) , Instructor: Dr. Narayan B. Mandayam

⁶¹Academia y desarrollo, Leonardo Jiménez, Joaquin Parrado, Carlos Quiza, Carlos Suarez

⁶²Mintzberg, 1991; Robbins, 1990; Simon, 1981; Starbuck & Nystrom, 1981

⁶³<http://es.wikipedia.org/wiki/OWL>

Figura 77: Modelo: modulador QAM



Fuente del autor

ANEXO B45. PSK

(Phase Shift Keying), es una forma de modulación angular que consiste en hacer variar la fase de la portadora entre un número de valores discretos[39].

ANEXO B46. QAM

Es una técnica de modulación digital avanzada que transporta datos, mediante la modulación de la señal portadora de información tanto en amplitud como en fase[39]. “La QAM es una forma de modulación digital cuya información está contenida tanto en la fase como en la amplitud de la portadora transmitida”⁶⁴.

Aspectos principales de la QAM:

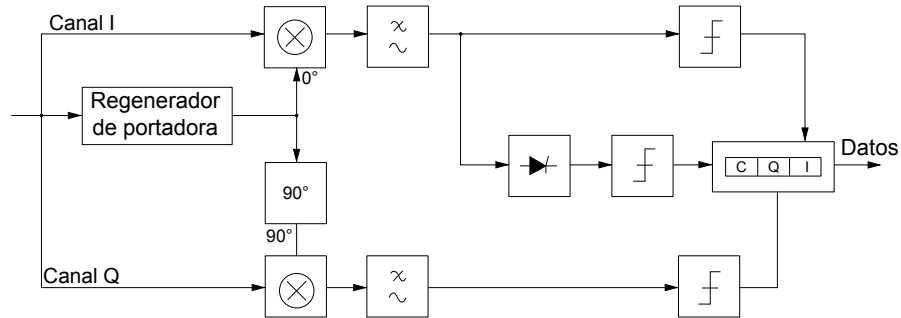
- Aplicaciones en módems para transmisión de datos de alta velocidad (ITU-T V22bis, V29, V32, V32bis, V33, V34, V34bis, BELL 209) y en la transmisión de radio digital.
- Requiere circuitos de elevada complejidad.
- Probabilidad de error de elevada complejidad.
- F_b es la velocidad de transmisión de los bits y “n” el número de bits considerados para la modulación, el espectro mínimo B_w de la señal modulada resulta igual a F_b/n .
- La eficiencia de transmisión, definida como relación entre F_b (Banda de frecuencia) y B_w (Ancho de banda).

La Figura 5.8.5 muestra un ejemplo de un modulación QAM.

La Figura 5.8.5 muestra un ejemplo de un demodulación QAM.

⁶⁴Sistemas de comunicación II, Facultad: Ingeniería, Escuela: Electrónica, Asignatura: “Sistemas de comunicación II”.

Figura 78: Modelo: modulador QAM

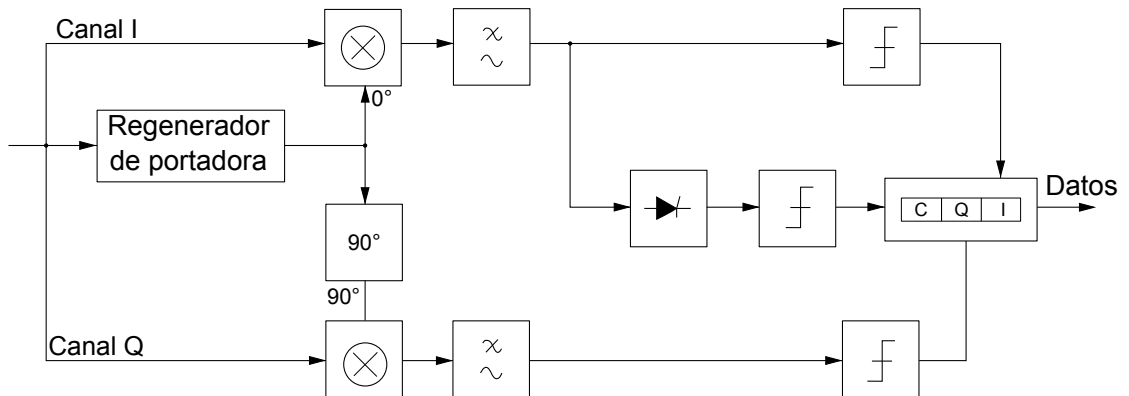


Fuente: Figura 4. Demodulador 8QAM, “Sistemas de comunicación II”

ANEXO B47. QPSK

QPSK (Quadrature Phase-Shift Keying) es un tipo de modulación PSK. En QPSK se utiliza el mismo modulador que el QAM[59] pero con mensajes binarios, tanto en los canales I y Q. A continuación se muestra la Figura 5.8.5 para un modulador QPSK.

Figura 79: Modelo: modulador QPSK



Fuente: Figura 4. Demodulador 8QAM, “Sistemas de comunicación II”

ANEXO B48. RDF

Define un simple modelo de datos genérico y un mecanismo de propósito general[34]. “El Resource Description Framework es una DTD (definición del tipo de documento) de XML, una aplicación de metadatos que utiliza XML a fin de proporcionar un marco estándar para la interoperabilidad en la descripción de contenidos web. Como señala (Miller, 1998)[42], XML impone la necesidad de una restricción estructural para proporcionar métodos inequívocos de expresión semántica. RDF no es más que la infraestructura que permite esa restricción gracias a la codificación, reutilización e intercambio de metadatos estructurados. Con estas prerrogativas, interoperabilidad y estructuración, RDF es el modelo más promisorio para

Figura 80: Modelo RFD



Figura 1, “RDF: UN MODELO DE METADATOS FLEXIBLE PARA LAS BIBLIOTECAS DIGITALES DEL PRÓXIMO MILENIO”,

asociar información sobre el contenido de los recursos web, y no es arriesgado decir que promete ser el modelo de descripción de la información para las bibliotecas digitales del siglo XXI, así como para optimizar, de forma generalizada, la búsqueda y recuperación en la web”⁶⁵.

“El RDF surge en agosto de 1997 el seno del Consorcio Web W3C, cuya actividad en relación con los metadatos está apoyada por protagonistas muy influyentes en la escena industrial, tales como creadores de navegadores — Netscape, Microsoft— y motores de búsqueda. Se nutre de los trabajos de varios colectivos como otras iniciativas del W3C —PICS para el control de contenidos o P3P destinado a salvaguardar la privacidad en la web— y por supuesto, de los trabajos de la comunidad bibliotecaria en torno al Dublin Core (DC) que es uno de los modelos de meta-información que primero ha adoptado la sintaxis del RDF. En la fecha de realización de esta comunicación, y desde febrero de 1999, la especificación del modelo y la sintaxis de RDF —tras muchos borradores de trabajo— es ya una recomendación del Consorcio Web [W3C-RDF-R], y su esquema es, desde marzo de este mismo año, una propuesta de recomendación [W3C-RDFS-PR]”⁶⁶. La Figura 5.8.5 muestra la representación de un modelo de datos, sintaxis y esquema RDF[42].

Se pueden destacar tres aspectos de la semántica funcional del formato RDF: un modelo de datos, una sintaxis y un esquema.

- Recursos: cualquier objeto web identificable unívocamente por un URI, es decir, un identificador uniforme de recursos como un URL. Un recurso puede ser un documento HTML; una parte de una página web como por ejemplo un elemento HTML o XML dentro de un documento fuente, una colección de páginas, un sitio web completo; y en síntesis, cualquier recurso entendido como objeto de información.
- Propiedades: son aspectos específicos, características, atributos o relaciones utilizadas para describir recursos. Cada tipo de propiedad tiene sus valores específicos, define los valores permitidos, los tipos de recursos que puede describir y las relaciones que existen entre las distintas propiedades.

⁶⁵RDF: UN MODELO DE METADATOS FLEXIBLE PARA LAS BIBLIOTECAS DIGITALES DEL PRÓXIMO MILENIO*, Eva M^a Méndez Rodríguez (emendez@bib.uc3m.es), Dpto. de Biblioteconomía y Documentación, Universidad Carlos III de Madrid

⁶⁶RDF: UN MODELO DE METADATOS FLEXIBLE PARA LAS BIBLIOTECAS DIGITALES DEL PRÓXIMO MILENIO*, Eva M^a Méndez Rodríguez (emendez@bib.uc3m.es), Dpto. de Biblioteconomía y Documentación, Universidad Carlos III de Madrid

Bibliografía

- Descripciones: Son el conjunto de un recurso, un nombre de propiedad y el valor de esa propiedad —sujeto, predicado y objeto, respectivamente— (la Figura 1 representa un RDF statement o descripción RDF).

ANEXO B49. Red neuronal

Es una de las técnicas con mayor rendimiento usada para predecir posibles estados[81].

ANEXO B50. ROI

Es un subconjunto seleccionado de muestras dentro de un conjunto de datos identificado para un propósito particular[30]. Return On Investment (ROI) y es básicamente una relación que se da generalmente en porcentaje para medir el rendimiento de una inversión. Se usa como una medida de desempeño, que se utiliza para evaluar la eficacia de una inversión o para comparar la eficacia de una serie de inversiones. En términos puramente económicos, es una manera de considerar las ganancias sobre el capital invertido.

$$ROI = \frac{\text{beneficioobtenido} - \text{inversión}}{\text{inversión}}$$

ANEXO B51. SEC

Smart Entertainment Center, se basa en el confort de los dispositivos para entretenimiento.

ANEXO B52. SHIP

Es un método de predicción encaminado en las últimas acciones sobre los dispositivos inteligentes[18], se basa en las últimas acciones sobre los dispositivos inteligentes. SHIP “índice eficiencia energética en el diseño” EEDI ha sido formulado por la OMI, el comité de protección ambiental marino MEPC como una medida del rendimiento de la emisión de CO_2 en los buques[16].

ANEXO B53. SS

“Sustracción espectral es un método para la restauración del espectro de potencia o la magnitud del espectro de una señal observada en ruido aditivo, a través de la sustracción de una estimación del espectro de ruido medio del espectro de la señal ruidosa[69, 8]. El espectro de ruido se estima por lo general, y actualiza, a partir de los períodos en los que la señal está ausente y sólo el ruido está presente. La suposición es que el ruido es un estacionario o un proceso que varía lentamente, y que el espectro de ruido no cambia significativamente entre medio de los períodos de actualización. Para la restauración de las señales de dominio de tiempo, una estimación de la magnitud del espectro instantáneo se combina con la fase de la señal con ruido, y luego se transforma a través de una transformada inversa discreta de Fourier para el dominio del tiempo. En términos de complejidad computacional, sustracción espectral es relativamente barato. Sin embargo, debido a variaciones aleatorias de ruido, sustracción espectral puede resultar en estimaciones negativas de la magnitud de

Bibliografía

tiempo corto o espectro de potencia. La magnitud y el espectro de potencia son variables no negativas, y los presupuestos negativos de estas variables se deben corresponder con los valores no negativos. Este proceso de rectificación no lineal distorsiona la distribución de la señal restaurada. La distorsión de procesamiento se hace más notable como la relación señal-a-ruido disminuye. En este capítulo, se estudia sustracción espectral, y los diferentes métodos de reducción y eliminación de las distorsiones de procesamiento”⁶⁷.

ANEXO B54. SVM

Son máquinas de vectores de soporte (SVM, también de apoyo a las redes de vectores) son supervisadas de aprendizaje asociadas con los modelos de aprendizaje de algoritmos que analizan los datos y reconocer patrones. Actualmente existe gran variedad de máquinas de vectores de soporte en la industria. Para el fin de este proyecto no es necesario profundizar en este tema[33].

ANEXO B55. SWRL

Un lenguaje combinando OWL y RuleML SWRL (Semantic Web Rule Language) es una propuesta de un lenguaje normas Web Semántica, combinando sublenguas de la “Ontología Web OWL Language” (OWL DL y Lite) con los del lenguaje de marcado de Regla (unarios / binarios registro de datos)[54].

La especificación fue presentado en mayo de 2004 a la W3C por el Consejo de Investigación Nacional de Canadá, la red de inferencia (ya adquirida por webMethods), y la Universidad de Stanford, en asociación con el Conjunto de EE.UU. / UE ad hoc Agente Committee.g Markup Language)⁶⁸.

ANEXO B56. TDMA

La multiplexación por división de tiempo (Time Division Multiple Access o TDMA) es una técnica que permite la transmisión de señales digitales y cuya idea consiste en ocupar un canal. Fue definido inicialmente por el estándar IS-54 y ahora especificado en la serie IS-13x de especificaciones de la EIA/TIA. Por su herencia del estándar AMPS es llamado también digital AMPS o D-AMPS[39].

El servicio TDMA se desarrolló principalmente durante 1992 por McCaw, Southwest Bell, Bell South y otros. Como los canales físicos de TDMA son los mismos físicos AMPS, TDMA puede desplazarse fácilmente dentro de AMPS y coexistir de una manera de modo dual.

TDMA subdivide cada uno de los canales de $30kHz$ de AMPS en 3 canales full-rate de TDMA, cada uno tiene capacidad de soporte de una llamada de voz. Así, TDMA podrá proveer de 3 a 6 veces más la capacidad del canal de tráfico de AMPS, tan pronto como se disponga de decodificadores de voz con un rango de bit más bajo, con una ganancia correspondiente en la eficiencia de trunking.

⁶⁷“Advanced Digital Signal Processing and Noise Reduction”, Second Edition, Saeed V. Vaseghi, Copyright © 2000 John Wiley & Sons Ltd, ISBNs: 0-471-62692-9 (Hardback): 0-470-84162-1 (Electronic)

⁶⁸http://en.wikipedia.org/wiki/Semantic_Web_Rule_Language

ANEXO B57. TMM

Metodos de predicción usando el modelo Markov (Task-based Markov). TMM descubre tareas de alto nivel con los datos suministrados no marcados[16].

ANEXO B58. UDDI

Universal Description, Discovery and Integration. El registro en el catálogo se hace en XML. UDDI es una iniciativa industrial abierta (sufragada por la OASIS) entroncada en el contexto de los servicios Web⁶⁹. Universal Description, Discovery and Integration (UDDI) es un lenguaje de marcado extensible plataforma independiente (XML) basado en registro de empresas de todo el mundo a la lista de ellos en Internet, y un mecanismo para registrar y localizar aplicaciones de servicios web.

ANEXO B59. UML

Es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y utilizado en la actualidad[54]. El Lenguaje UML comenzó a gestarse en octubre de 1994, cuando Rumbaugh sí unió a la compañía racional fundada porción Booch (dos reputados Investigadores en el área de Metodología del software). "El Objetivo de Ambos era unificar dos Métodos Que habían DESARROLLADO: el Método Booch y el OMT (herramienta de modelado de objetos). El Primer Borrador Apareció en octubre de 1995". En la esa misma época otro reputado investigador, jacobson, se unió racional y sí incluyeron las ideas suyas. Estas personas tres del hijo conocidas como. los "tres amigos". Además, la este lenguaje sí abrió a la colaboración de otras empresas para qué aportaran ideas de sus. Todas estas colaboraciones condujeron a la definición de la primera versión de uml".⁷⁰

ANEXO B60. UT- AGENT

Un intelligent agent, Es un modelo para el ambiente de las casas inteligentes[36].

ANEXO B61. VEC

Algoritmo de localización usado entre un sensor fijo y uno en movimiento[70].

ANEXO B62. VLAN

Una VLAN (acrónimo de virtual LAN, «red de área local virtual») es un método de crear redes lógicamente independientes dentro de una misma red física[59].

El concepto de la VLAN es similar a otros conceptos en el mundo de las redes donde el tráfico se identifica por el uso de una etiqueta o la etiqueta. La identificación es crucial para un dispositivo para ser capaces de aislar los puertos y correctamente hacia adelante el tráfico recibido. Como veremos más adelante, la falta de identificación es a veces una

⁶⁹Sira Panduranga Rao, Diane J. Cook, Department of Computer Science and Engineering, University of Texas at Arlington, Arlington, TX 76019 USA

⁷⁰"El Lenguaje Unificado de Modelado (UML)", Enrique Hernández Orallo(ehernandez@disca.upv.es)

Bibliografía

causa de inseguridad y debe ser evitado. Si cualquier paquete en un dispositivo está estrechamente acoplado a una etiqueta de VLAN apropiada, siempre es posible discriminar de manera fiable el tráfico en dominios separados e independientes. “Esta es la premisa básica de la arquitectura de conmutación VLAN basadas. En particular, los dispositivos de Cisco funcionan de acuerdo con las tecnologías de etiquetado VLAN populares como ISL o 802.1Q través de enlaces físicos (a veces denominados astrunks) y emplean técnicas de marcación avanzadas para preservar la información de la VLAN interna y utilizarlo con el fin de reenvío de tráfico. La simple observación de que se puede hacer en este punto es que si la identificación de VLAN del paquete no se puede modificar después de la transmisión de su fuente y se mantiene consistente de punta a punta, entonces la seguridad basada en VLAN no es menos confiable que la seguridad física”.⁷¹

ANEXO B63. VMM

Los modelos de Markov cuyo estado espacios surgen del producto cartesiano de dos o más variables aleatorias discretas[47]. Son modelos que se crearon principalmente para las ciencias económicas. Son modelos estadísticos en el que se asume que el sistema a modelar es un proceso de Márkov de parámetros desconocidos. El objetivo es determinar los parámetros desconocidos (u ocultos, de ahí el nombre) de dicha cadena a partir de los parámetros observables. Los parámetros extraídos se pueden emplear para llevar a cabo sucesivos análisis, por ejemplo en aplicaciones de reconocimiento de patrones. Un HMM se puede considerar como la red bayesiana dinámica más simple. En un modelo de Márkov normal, el estado es visible directamente para el observador, por lo que las probabilidades de transición entre estados son los únicos parámetros. “En un modelo oculto de Markov, el estado no es visible directamente, sino que sólo lo son las variables influidas por el estado. Cada estado tiene una distribución de probabilidad sobre los posibles símbolos de salida. Consecuentemente, la secuencia de símbolos generada por un HMM proporciona cierta información acerca de la secuencia de estados”.⁷²

ANEXO B64. VOR

Algoritmo de localización usado entre un sensor fijo y uno en movimiento[70].

ANEXO B65. Weka

Es una colección de algoritmos de aprendizaje automático para tareas de minería de datos[33]. Los algoritmos bien se pueden aplicar directamente a un conjunto de datos o llamadas desde su propio código Java. Weka contiene herramientas para los datos pre-procesamiento, clasificación, regresión, clustering, reglas de asociación y visualización. También es muy adecuado para el desarrollo de nuevos sistemas de aprendizaje automático.

⁷¹“Virtual LAN Security Best Practices”,Cisco Systems, Inc,All contents are Copyright © 1992–2002 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Important Notices and Privacy Statement

⁷²http://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_oculto_de_M%C3%A1rkov#Probabilidad_de_una_secuencia_observada, 2 mayo 2013, a las 12:18

Bibliografía

“El nombre proviene de un ave que sólo se encuentra en las islas de Nueva Zelanda, Weka es un ave no voladora con una naturaleza inquisitiva. El nombre se pronuncia como este, y el pájaro suena así”⁷³.

Weka es software libre publicado bajo la Licencia Pública General GNU.

ANEXO B66. Wizard-of-Oz Study

Es un experimento de investigación en el que los sujetos interactúan con un ordenador del sistema que los sujetos creen que es autónomo. El propósito de la metodología Wizard-of-Oz Study es simular una interacción entre un computador y un humano. Esto permite a los ingenieros de software evaluar el diálogo entre una persona y un computador dentro de un sistema que no ha sido implementado previamente. La idea es que la interacción entre usuario y computador o usuario sea indiferente.

La elección de un método de entrada que debería ser usado para estos sistemas dependen del nivel de conocimiento para cada usuario. Dos señores, Fraser y Gilbert exploraron diferentes opciones de diseño usando lenguaje natural el cual puede ser:

- Solamente la persona usa lenguaje natural.
- Solamente el asistente o máquina usa lenguaje natural.
- Asistente traductor, el cual traslada la entrada de usuario dentro de otro tipo de diálogo.
- Finalmente, ambos interactúan en un lenguaje natural.⁷⁴

ANEXO B67. WTL

Waiting Tag List, contiene la información de todas los tags detectados por el RFID[4].

ANEXO C. PROTOCOLOS USADOS EN EL DESARROLLO DE LAS REDES INTELIGENTES EN EL SECTOR RESIDENCIAL

ANEXO C1. ANSI / EIA-709.1

Es un protocolo de control de red usado por LonWorks donde los dispositivos se comunican unos con otros usando el Protocolo LonTalk – integrado en los Neuron Chips de todos los dispositivos LonWorks disponibles hoy en día[12].

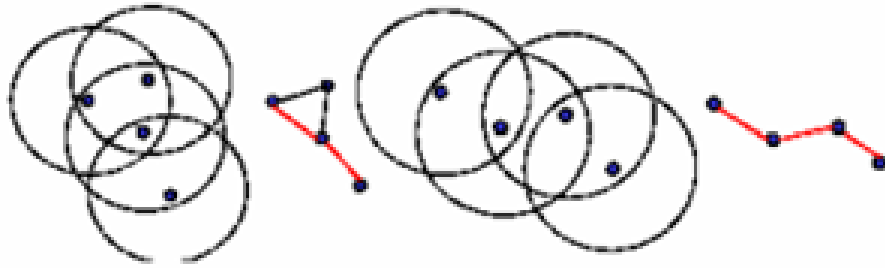
ANEXO C2. AODV

Ad hoc On-Demand es un protocolo de enrutamiento para redes móviles ad hoc (MANET) y otras redes inalámbricas ad-hoc[38]. “Consiste en un conjunto autónomo y espontáneo de Routers o Nodos móviles que se comunican entre sí a través de conexiones wireless,

⁷³<http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>

⁷⁴DEGREE PROJECT AT CSC, KTH 2010, Wizard-of-Oz Studies, Elina Meier, 870729-0667, Klasrovägen 41C, 19149 Sollentuna, clinam@kth.se

Figura 81: Enrutamiento AODV



dónde no existe una infraestructura de red fija y la gestión se realiza de forma distribuida⁷⁵. Dichos nodos tienen libertad de movimiento, y su topología física cambia precipitadamente y de forma impredecible. Es así como los nodos hacen parte de la toma de decisiones, ejecutando las actividades propias del mantenimiento de la red y tomando parte en los algoritmos de enrutamiento y de seguridad.

El término Ad-Hoc, aunque podría ser interpretado con connotaciones negativas tales como “improvisado” o “desorganizado”, en el contexto de las redes inalámbricas hace referencia a redes flexibles, en las cuales todos los nodos ofrecen servicios de enrutamiento para permitir la comunicación de nodos que no tienen conexión inalámbrica directa. Con relación a las redes cableadas, las redes Ad-Hoc presentan cambios de topologías frecuentes e impredecibles debido a la movilidad de sus nodos. Estas características impiden la utilización de protocolos de enrutamiento desarrollados para redes cableadas y crean nuevos retos de investigación que permitan ofrecer soluciones de enrutamiento eficientes que superen problemas tales como topología dinámica, recursos de ancho de banda y batería limitada y seguridad reducida⁷⁶.

Los protocolos de enrutamiento desarrollados para redes cableadas no se adaptan al entorno altamente dinámico de las redes Ad-Hoc. Dichos protocolos hacen uso de mensajes de actualización de rutas periódicos que ofrecen una elevada sobrecarga incluso en redes con tráfico reducido. Esta metodología de diseño hace que en entornos dinámicos con cambios de topología frecuente dichas aproximaciones ofrezcan una sobrecarga excesiva. La Figura 81 muestra la forma en que AODV realiza el enrutamiento⁷⁷.

ANEXO C3. ARCNET

Es una arquitectura de red de área local que utiliza una técnica de acceso de paso de testigo como el Token Ring[10]. “Tiene una topología física en forma de estrella, utilizando cable coaxial y hubs pasivos o activos. Fue desarrollada por Datapoint Corporation en el año 1977”. “Transmite 2 megabits por segundo y soporta longitudes de hasta 600 metros. Actualmente se encuentran en desuso en favor de las Ethernet”. “Arquitectura de red de

⁷⁵ Carlos Felipe Téllez Castaño, “Detección De Intrusos Y Seguridad En Redes Móviles Ad-Hoc”, Universidad Nacional de Colombia, Seminario de Investigación, Pagina 1

⁷⁶ Carlos Felipe Téllez Castaño, “Detección De Intrusos Y Seguridad En Redes Móviles Ad-Hoc”, Universidad Nacional de Colombia, Seminario de Investigación, Paginas 2,3

⁷⁷ Carlos Felipe Téllez Castaño, “Detección De Intrusos Y Seguridad En Redes Móviles Ad-Hoc”, Universidad Nacional de Colombia, Seminario de Investigación, Pagina 2

Bibliografía

área local desarrollado por Datapoint Corporation que utiliza una técnica de acceso de paso de testigo como el Token Ring⁷⁸. La topología física es en forma de estrella mientras que la topología lógica es en forma de anillo, utilizando cable coaxial y hubs pasivos (hasta 4 conexiones) o activos.

ANEXO C4. BACnet

Es un protocolo abierto de comunicación de datos para edificios inteligentes y redes de control (BACnet=Building Automation and Control networks)[10]. Fue desarrollado por el organismo norteamericano ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration, and Air Conditioned Engineers) y su objetivo es el manejo de aplicaciones de control en sistemas de automatización de edificios tales como sistemas de control de aire acondicionado(HVAC, por sus siglas en inglés), iluminación, seguridad, y de detección y supresión de fuego. Actualmente, es un estándar de la ANSI y de la ISO[36].

Este protocolo surgió debido a la necesidad de crear un estándar que permitiera la comunicación de sistemas de control de diferentes vendedores. Dicha necesidad apareció en la década de 1980, ante la imposibilidad de reunir bajo un mismo sitio sistemas de control de distintos vendedores lo que ocasionaba grandes costos y en algunas ocasiones pérdida de materiales y equipos. En vista de estas situaciones, en Enero de 1987 ASHRAE inició el desarrollo de un protocolo industrial estándar para la comunicación de los sistemas de control en edificios con la creación del comité 135 que se encargó de esta tarea.

“En Agosto de 1991 se presentó al público la primera versión del protocolo, en Marzo de 1994 salió la segunda versión, y finalmente en Junio de 1995 la tercera versión fue aprobada como estándar de ASHRAE y en Noviembre de ese año fue aprobado como un estándar de la ANSI”⁷⁹.

ANEXO C5. BatiBUS

BatiBUS es un protocolo de domótica totalmente abierto, es decir, que lo puede implementar cualquier empresa interesada en introducirlo en su cartera de productos[68]. Fue muy utilizado en los antiguos sistemas de control industrial franceses, y debido a sus limitaciones, quedó obsoleto. Fue desarrollado por Merlin Gerin, AIRELEC, EDF y Landis & Gyr fue el primer bus de control domótico que apareció en el mercado. “En 1989, las compañías citadas fundaron el BatiBUS Club International (BCI) con el objetivo de extender y ampliar el uso del BatiBUS. En la actualidad BCI está formado por gran cantidad de miembros de múltiples países, entre los cuales se encuentran ciertas compañías líderes en equipamiento de aire acondicionado, calefacción, iluminación, sistemas automáticos, etc.”⁸⁰

BatiBUS ha conseguido la certificación como estándar europeo CENELEC. Existen una serie de procedimientos y especificaciones que sirven para homologar cualquier producto que use esta tecnología como compatible con el resto de productos que cumplen este estándar. A su vez, la propia asociación BCI ha creado un conjunto de herramientas para facilitar el desarrollo de productos que cumplan esta especificación.

⁷⁸<http://es.wikipedia.org/wiki/ARCNET>, 7 abr 2013, a las 03:49.

⁷⁹Ing. Iván Jaramillo J, Oscar Ricardo Montero Tovar, Jorge Alexander Pico Bonilla, “IMPLEMENTACION DE UN SENSOR INTELIGENTE DE TEMPERATURA SOPORTADO SOBRE EL PROTOCOLO BACNET ”,

⁸⁰Empresa Merlin, “Protocolo de domotica totalmente abierto”, 1979

Características

Aunque utilizan topología en bus, suele emplearse un concentrador para distribuir las estaciones de trabajo usando una configuración de estrella.

El cable que usan suele ser coaxial, aunque el par trenzado es el más conveniente para cubrir distancias cortas.

Usa el método de paso de testigo, aunque físicamente la red no sea en anillo. En estos casos, a cada máquina se le da un número de orden y se implementa una simulación del anillo, en la que el token utiliza dichos números de orden para guiarse. El cable utiliza un conector BNC giratorio.

La velocidad de transmisión rondaba los 2 Mbits, aunque al no producirse colisiones el rendimiento era equiparable al de las redes ethernet. Empezaron a entrar en desuso en favor de Ethernet al bajar los precios de éstas. Las velocidades de sus transmisiones son de 2.6 Mbits/s. Soporta longitudes de hasta unos 609 m (2000 pies).

ANEXO C6. Bluetooth

“El nombre de la tecnología Bluetooth se tomó de un rey danés del siglo X llamado Harald Blåtand, cuya traducción es «diente azul», que se hizo famoso por sus habilidades comunicativas y sobre todo por iniciar el proceso de cristianización de la sociedad vikinga”⁸¹.

Bluetooth es una norma que define un estándar global de comunicación inalámbrica, que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes equipos mediante un enlace por radiofrecuencia. Los principales objetivos que se pretende conseguir con esta norma son[59, 10, 36]:

- Simplificar las comunicaciones entre equipos móviles y fijos, dispositivos de mano y dispositivos de Internet.
- Eliminar cables y conectores entre éstos.
- Ofrece la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre equipos personales.

Permite comunicaciones, incluso a través de obstáculos, a distancias de hasta unos 10 metros. Esto significa que, por ejemplo, se pueda escuchar la música en formato digital por ejemplo mp3 desde el comedor, cocina, cuarto de baño, etc.

También sirve para crear una conexión a Internet inalámbrica desde el portátil usando el teléfono celular. Un caso aún más práctico es el poder sincronizar libretas de direcciones, calendarios etc. en la PDA, teléfono móvil, ordenador de sobremesa y portátil automáticamente y al mismo tiempo⁸².

ANEXO C7. WS-BPEL

La prueba de composiciones de WS es uno de los retos más importantes para su implantación generalizada a medio plazo[76]. Su naturaleza dinámica dificulta la aplicación directa

⁸¹Diego Barragán Guerrero, “En Corto Circuito”, Enero 2007

⁸²Ángel F. Guamán, “Universidad Técnica Particular de Loja”, 2007

Bibliografía

de técnicas clásicas de prueba, pues hay que gestionar aspectos poco comunes en otros lenguajes, como el descubrimiento e invocación en tiempo de ejecución de servicios y la compensación⁸³.

“La simulación de un motor WS-BPEL es algo complejo, dado que hay una gran cantidad de características nada triviales que implementar. En caso de que alguna de estas características no se implementara correctamente, la composición no se estaría probando adecuadamente. Por ello, consideramos que es un proceso propenso a errores, dado que no se basa en la ejecución del código WS-BPEL en un entorno real (es decir, un motor WS-BPEL que invoque a servicios reales como permite nuestro framework)”⁸⁴.

ANEXO C8. CAN

CAN (Controller Area Network) es un protocolo abierto para uso automotriz y de alta confiabilidad, apropiado para aplicaciones de tiempo real distribuidas, como una red de dispositivos de vuelo. La principal motivación del análisis y aplicación de este protocolo es poder utilizar componentes comerciales (COTS, Commercial off the Shelf) para el desarrollo de un sistema de comunicaciones en el ámbito espacial, logrando reducir costos pero cumpliendo con los requerimientos de un sistema modular distribuido de vuelo (MDAS, Modular Distributed Avionics System). En este trabajo se presenta una aplicación del protocolo de comunicación CAN a fin de ser implementado sobre un sistema aeroespacial. Se analizan sus ventajas en interconexión satelital y vehículos lanzadores de un prototipo, utilizando microcontroladores interconectados al bus mediante transceptores y controladores CAN⁸⁵.

ANEXO C9. CEBus

CEBus por sus siglas, Consumer Electronic Bus, también conocido como EIA -600, es un conjunto de normas eléctricas y protocolos de comunicación para dispositivos electrónicos para transmitir comandos y datos[36, 10]. Es adecuado para los dispositivos en los hogares y oficinas a utilizar, y puede ser útil para la interfaz de la utilidad y aplicaciones industriales ligeras.

La norma CEBus incluye cosas tales como espectro ensanchado de modulación en la línea eléctrica. Espectro de la extensión de partida implica una modulación a una frecuencia, y la alteración de la frecuencia durante su ciclo. El estándar de la línea de alimentación CEBus comienza cada ráfaga a 100 kHz, y aumenta linealmente hasta 400 kHz durante una duración de 100 microsegundos. Tanto las ráfagas (denominado estado "superior") y la ausencia de explosión (en adelante, el estado "inferior") crean cifras similares, por lo que una pausa en el medio no es necesario⁸⁶.

⁸³Heffner, R., Fulton, L, "Topic overview: Service-oriented architecture. Forrester Research, Inc", 2007

⁸⁴Bucchiarone, A., Melgratti, H., Severoni, F, "Testing service composition. In: ASSE: Proceedings of the 8th Argentine Symposium on Software Engineering", 2007

⁸⁵Diego Encinas , Pablo Meilan , J. Alberto Bava, R. Marcelo Naiouf, "Protocolo de comunicaciones CAN aplicado a sistemas satelitales y vehículos lanzadores "

⁸⁶"<http://en.wikipedia.org/wiki/CEBus&prev=/search%3Fq%3DCEBus>"

ANEXO C10. CORBA

Common Object Request Broker Architecture, es una tecnología para crear sistemas distribuidos, creada por un consorcio de fabricantes, agrupados bajo el OMG[27]. El estándar CORBA define qué ha de incluir una implementación estándar, pero no cómo se han de hacer. Esta tarea se deja de la mano de los diferentes fabricantes. Esta es una de las principales características de CORBA: permite una total libertad a los implementadores siempre que estos respeten unos mínimos orientados a la interoperabilidad entre implementaciones.

Ventajas

- Versatilidad: Muchas arquitecturas y sistemas operativos cuentan con una implementación de CORBA, lo que hace suponer que se puede usar CORBA en virtualmente cualquier proyecto de sistemas distribuidos.
- Eficiencia: La libertad de desarrollo ha favorecido la existencia de una pléyade de implementaciones del estándar que se adaptan a multitud de posibles necesidades de los usuarios, generando una competencia que favorece aquellas implementaciones de mayor calidad y con más características.
- Adaptación: Es posible emplear los servicios de CORBA desde cualquier lenguaje de programación, desde C++, C ó Java, hasta COBOL ó Ada.

Inconvenientes

- Complejidad: Permitir la interoperabilidad de distintos lenguajes, arquitecturas y sistemas operativos hace que sea un estándar bastante complejo, y su uso no sea tan transparente al programador como sería deseable.
- “Incompatibilidad: Muchas empresas ofrecen implementaciones CORBA, si bien el grado de cumplimiento es diverso. Las divergencias entre ORBs radican en detalles que, aunque no hacen imposible aplicar en uno el mismo diseño de un programa pensado para otro, hacen que la adaptación sea engorrosa. Cuestiones como la colocación de librerías o las diferentes formas de implementar la gestión de la concurrencia, hacen difícil la portabilidad del código y obligan al programador a reciclarse cuando quiere cambiar de ORB. Además, donde el estándar no concreta, las implementaciones pueden variar entre sí, lo que da lugar a molestas incompatibilidades que compli- can la vida al usuario”⁸⁷.

ANEXO C11. DHCP

“Por sus siglas en inglés, Dynamic Host Configuration Protocol, en español “protocolo de configuración dinámica de host” es un protocolo de red que permite a los clientes de una red IP obtener sus parámetros de configuración automáticamente. Se trata de un protocolo de tipo cliente/servidor en el que generalmente un servidor posee una lista de direcciones IP

⁸⁷David Basanta Gutiérrez, Lourdes Tajés Martínez, “Tecnologías para el desarrollo de Sistemas Distribuidos: Java versus Corba”, 1999

Bibliografía

dinámicas y las va asignando a los clientes conforme éstas van estando libres, sabiendo en todo momento quién ha estado en posesión de esa IP, cuánto tiempo la ha tenido y a quién se la ha asignado después”⁸⁸.

ANEXO C12. DSDV

Por sus siglas, Destination-Sequenced Distance-Vector Routing[38]. Es un esquema de la tabla de enrutamiento basada en las redes móviles ad hoc basado en el algoritmo de Bellman-Ford. Fue desarrollado por C. Perkins y P.Bhagwat en 1994. La principal contribución del algoritmo era resolver el problema de bucle de enrutamiento. Cada entrada en la tabla de enrutamiento contiene un número de secuencia, los números de secuencia son generalmente incluso si un enlace está presente, de lo contrario, se utiliza un número impar. “El número es generado por el destino, y el emisor debe enviar la próxima actualización con este número. Información de enrutamiento se distribuye between nodes mediante el envío de copias completas con poca frecuencia y pequeños cambios incrementales con mayor frecuencia”⁸⁹.

ANEXO C13. DSR

Es un protocolo de encaminamiento en el que el nodo origen establece la ruta a seguir en la red hasta alcanzar el nodo destino[38]. Por tanto, en el mensaje de datos enviado están listadas las direcciones de los nodos intermedios que debe atravesar el paquete. Si un nodo tiene que comunicarse con otro para el que no conoce una ruta, envía un paquete RR, que será retransmitido por los nodos de la red hasta alcanzar su objetivo. Cuando el paquete RR llega al nodo destino, este responde a con un paquete de respuesta, Route Reply (REP), en el que aparecerán los nodos intermedios que deben procesar los paquetes para comunicar los nodos extremos⁹⁰.

ANEXO C14. FTP

FTP (siglas en inglés de File Transfer Protocol, 'Protocolo de Transferencia de Archivos') en informática, es un protocolo de red para la transferencia de archivos entre sistemas conectados a una red TCP (Transmission Control Protocol), basado en la arquitectura cliente-servidor[59]. Desde un equipo cliente se puede conectar a un servidor para descargar archivos desde él o para enviarle archivos, independientemente del sistema operativo utilizado en cada equipo.

El servicio FTP es ofrecido por la capa de aplicación del modelo de capas de red TCP/IP al usuario, utilizando normalmente el puerto de red 20 y el 21. Un problema básico de FTP es que está pensado para ofrecer la máxima velocidad en la conexión, pero no la máxima seguridad, ya que todo el intercambio de información, desde el ingreso y la contraseña del usuario en el servidor hasta la transferencia de cualquier archivo, se realiza en texto plano

⁸⁸http://es.wikipedia.org/wiki/Dynamic_Host_Configuration_Protocol, 19 jul 2013, a las 02:38

⁸⁹http://en.wikipedia.org/wiki/Destination-Sequenced_Distance_Vector_routing, 21 July 2013 at 15:40

⁹⁰Jose Luis Tornos, Jose Luis Salazar, Joan Josep Piles, “Uso de rutas cacheadas en el encaminamiento seguro basado en DSR”

sin ningún tipo de cifrado, con lo que un posible atacante puede capturar este tráfico, acceder al servidor y/o apropiarse de los archivos transferidos⁹¹.

ANEXO C15. GSM

La red GSM (Sistema global de comunicaciones móviles) es, a comienzos del siglo XXI, el estándar más usado de Europa[40]. Se denomina estándar "de segunda generación" (2G) porque, a diferencia de la primera generación de teléfonos portátiles, las comunicaciones se producen de un modo completamente digital.

En 1982, cuando fue estandarizado por primera vez, fue denominado "Groupe Spécial Mobile" y en 1991 se convirtió en un estándar internacional llamado "Sistema Global de Comunicaciones Móviles"⁹².

En Europa, el estándar GSM usa las bandas de frecuencia de 900MHz y 1800 MHz. Sin embargo, en los Estados Unidos se usa la banda de frecuencia de 1900 MHz. Por esa razón, los teléfonos portátiles que funcionan tanto en Europa como en los Estados Unidos se llaman tribanda y aquellos que funcionan sólo en Europa se denominan bibanda. Colombia ha tomado la red GSM con las bandas de frecuencia de estados Unidos, La Figura 82 describe la infraestructura de una red GSM.

El estándar GSM permite un rendimiento máximo de 9,6 kbps, que permite transmisiones de voz y de datos digitales de volumen bajo, por ejemplo, mensajes de texto (SMS, Servicio de mensajes cortos) o mensajes multimedia (MMS, Servicio de mensajes multimedia).

ANEXO C16. HAVi

El HAVi ha sido desarrollado para cubrir las demandas de intercambio de información entre los equipos de audio y vídeo digitales de las viviendas actuales. Es independiente del firmware usado en cada uno de los equipos, de hecho, el HAVi tiene su propio sistema operativo (independiente del HW y de la función del equipo) que ha sido especialmente diseñado para el intercambio rápido y eficaz de grandes paquetes de datos de audio y vídeo (streaming)[68].

"El HAVi ha escogido al estándar IEEE 1394 (llamado "i.Link" o "FireWire") como soporte físico de los paquetes de datos. Este estándar, que alcanza velocidades de hasta 500 Mbps, es capaz de distribuir al mismo tiempo diversos paquetes de datos de audio y vídeo entre diferentes equipos de una vivienda, además de todos los paquetes de control necesarios para la correcta distribución y gestión de todos los servicios"⁹³.

ANEXO C17. HDMI

HDMI (High-Definition Multi-media Interface) es un tipo de conexión multimedia de alta definición que está llamada a sustituir al conocido Euroconector (SCART)[68].

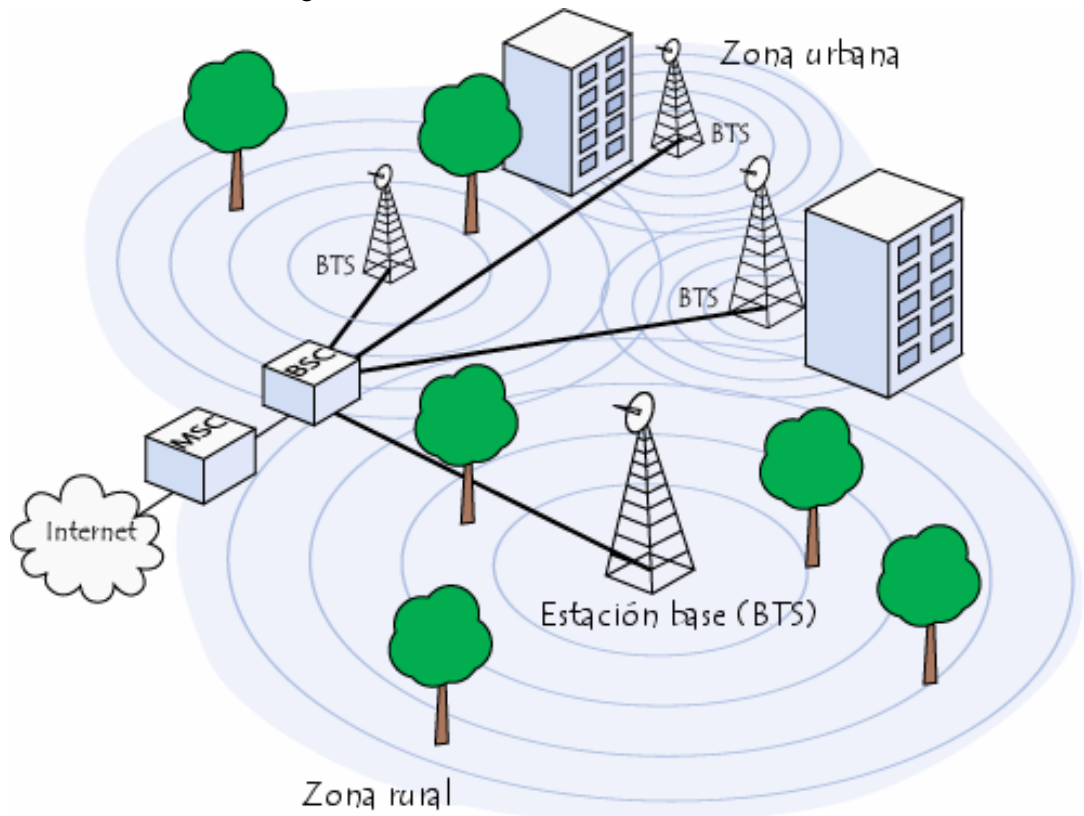
"HDMI ha sido desarrollado por los principales fabricantes de electrónica de consumo, entre los que se encuentran Hitachi, Matsushita Electric Industrial (Panasonic), Philips, Sony,

⁹¹ "http://es.wikipedia.org/wiki/File_Transfer_Protocol", 3 ago 2013, a las 05:42

⁹² "<http://es.kioskea.net/contents/681-estandar-gsm-sistema-global-de-comunicaciones-moviles>", Julio 2013

⁹³ "<http://www.havi-logistics.com>", 2013

Figura 82: Infraestructura básica red GSM



Fuente: Arquitectura de la red GSM, <http://es.kioskea.net/contents/681-estandar-gsm-sistema-global-de-comunicaciones-moviles>

Bibliografía

Thomson (RCA), Toshiba y Silicon Image. Digital Content Protection, LLC (una subsidiaria de Intel) ha desarrollado la High-bandwidth Digital Content Protection (HDCP) (Protección de contenido digital de gran ancho de banda) para HDMI⁹⁴. Se han especificado tres versiones hasta la fecha las cuales se mostraran a continuación:

- HDMI 1.0 (Diciembre 2002): Cable único de conexión digital audio/video con bitrate máximo de 4.9 Gbit/s. Soporte hasta 165Mpixels/s en modo video (1080p60 Hz o UXGA) y 8-canales/192 kHz/24-bit audio.
- HDMI 1.2 (Agosto 2005): Se añade en esta especificación soporte para One Bit Audio, usado en Super Audio CD's, hasta 8 canales. Disponibilidad HDMI Tipo A para conectores de PC.
- HDMI 1.3 (Junio 2006): Se incrementa el ancho de banda a 340 MHz (10.2 Gbit/s) y se añade soporte para Dolby TrueHD y DTS-HD. TrueHD y DTS-HD son formatos de audio de bajas pérdidas usados en HD-DVD y Blu-ray Disc. Esta especificación dispone también de un nuevo formato de miniconector para videocámaras.

ANEXO C18. HomeRF

La tecnología HomeRF está basada en el protocolo de acceso compartido SWAP (Shared Wireless Access Protocol). Al igual que Bluetooth SIG (Bluetooth Special Interest Group), el HomeRF Working Group (HRFWG) es un grupo de compañías encargadas de proporcionar y establecer un cierto orden en este océano tecnológico, obligando a que los productos fabricados por las empresas integrantes de este grupo tengan una plena interoperatividad. En sí, la especificación SWAP define una nueva y común interfaz inalámbrica que está diseñada para poder soportar tanto el tráfico de voz como los servicios de datos en redes LAN dentro de los entornos domésticos y entrar en operabilidad con las redes públicas de telefonía e Internet. La Figura 83 describe una HomeRF graficamente

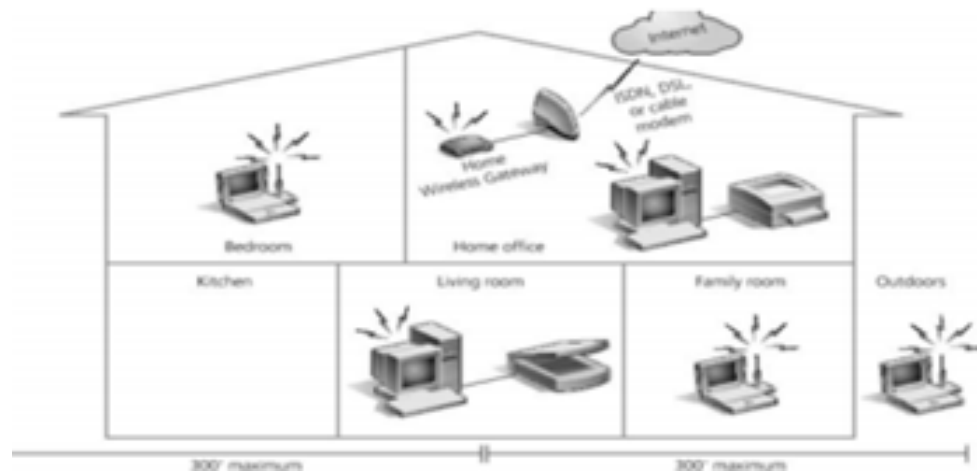
Esta nueva normativa por ejemplo, ha sido definida en Estados Unidos para asegurar la interoperabilidad de una numerosa cantidad de productos con capacidades de comunicación sin hilos que se desarrollan equipos de cómputo para el mercado doméstico.

ANEXO C19. HTTP

El Protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP) es un protocolo de nivel de aplicación de los sistemas de información hipermedia distribuidos y colaborativos. HTTP-ha estado en uso por la iniciativa mundial de información World Wide Web desde 1990. La primera versión del HTTP, del Conocida como HTTP/0.9, era un único protocolo para la transferencia de datos en bruto a través de Internet. HTTP/1.0, tal como se define en el RFC 1945 [6], mejorado por el protocolo permitiendo que los mensajes estén en el tamaño de los mensajes MIMElike contienen meta información acerca de los datos transferidos y modificadores de la petición / respuesta de la semántica. SIN EMBARGO, HTTP/1.0 suficientemente no

⁹⁴Hitachi, Ltd. , Matsushita Electric Industrial Co., Ltd, Philips Consumer Electronics, International B.V., Silicon Image, Inc. Sony Corporation, Thomson Inc., Toshiba Corporation, "High-Definition Multimedia Interface ", 2006

Figura 83: Estructura de una HomeRF



tiene en cuenta los efectos de poderes jerárquicos, almacenamiento en caché, la necesidad de conexiones persistentes, o hosts virtuales. Además, la proliferación de aplicaciones implementadas incompletamente que se hacen llamar "HTTP/1.0" ha hecho necesario un cambio de versión del protocolo para que dos aplicaciones que se comunican una a la otra observándose las verdaderas capacidades. Esta especificación de protocolo de las olefinas denominado "HTTP/1.1". Este protocolo incluye requisitos más estrictos que HTTP/1.0 con el fin de garantizar una aplicación fiable de las TIC características. Sistemas de información prácticos requieren más funciones individuales de recuperación, incluido el registro, actualización de aplicaciones para usuario y anotación. HTTP permite a una participación abierta de los métodos establecidos y encabezados indicando que el el propósito de la solicitud. Se basa en la disciplina de referencia proporcionado por el identificador uniforme de recursos (URI), una ubicación (URL) o el nombre (URN), lo que indica la indicación del recurso a todo lo que un método debe ser aplicado. Los mensajes se transmiten en un tamaño similar a la utilizada por el correo de Internet según la definición de las extensiones multipropósito de correo Internet (MIME). HTTP también utilizado como un protocolo genérico para la comunicación entre agentes de usuario y los servidores proxy / gateways a otros sistemas de Internet, incluidos los programas respaldados por el SMTP, NNTP, FTP, Gopher, y WAIS [10] protocolos. De esta manera, HTTP permite acceso básico hipertexto a los recursos disponibles a partir de diversas aplicaciones[23].

ANEXO C20. JMS

JMS es en si un protocolo y un sistema por el cuál se envían mensajes de texto basados en la plataforma Java[40].

Una aplicación JMS, esta compuesta por las siguientes partes:

- Un proveedor JMS es un sistema de mensajes que implementa las interfaces de JMS y proporciona características administrativas y de control. Las implementaciones de la plataforma J2EE 1.3 incluyen un proveedor JMS.

Figura 84: Interacción de una aplicación JMS

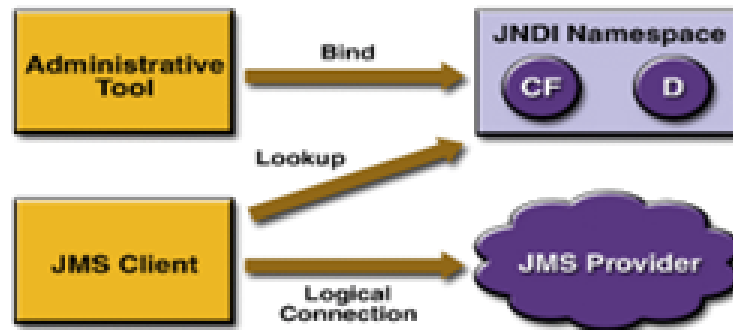


Figura 1. Arquitectura del API JMS

- Clientes JMS son los programas o componentes escritos en Java™ que producen y consumen mensajes.
- Mensajes son los objetos que trasladan información entre clientes.
- Objetos Administrados que son objetos JMS preconfigurados, creados por el administrador para el uso de los clientes. Los 2 tipos de son connection factories y destinations.
- Clientes Nativos que son programas que usan los productos de la API de clientes nativos en vez del API JMS.

La Figura 84 muestra la interacción de las partes que componen una aplicación hecha en JMS.

ANEXO C21. Kerberos

Kerberos es un protocolo de autenticación de redes de ordenador creado por el MIT que permite a dos computadores en una red insegura demostrar su identidad mutuamente de manera segura[4]. Sus diseñadores se concentraron primeramente en un modelo de cliente-servidor, y brinda autenticación mutua: tanto cliente como servidor verifican la identidad uno del otro. Los mensajes de autenticación están protegidos para evitar espionaje y ataques de repetición o Replay.

Kerberos se basa en criptografía de clave simétrica y requiere un tercero de confianza. Además, existen extensiones del protocolo para poder utilizar criptografía de clave asimétrica.

Kerberos se basa en el Protocolo de Needham-Schroeder. Usa un tercero de confianza, denominado "centro de distribución de claves" (KDC, por sus siglas en inglés: Key Distribution Center), el cual consiste de dos partes lógicas separadas: un "servidor de autenticación" (AS o Authentication Server) y un "servidor emisor de tiquets" (TGS o Ticket Granting Server). Kerberos trabaja sobre la base de "tickets", los cuales sirven para demostrar la identidad de los usuarios.

Kerberos mantiene una base de datos de claves secretas; cada entidad en la red —sea cliente o servidor— comparte una clave secreta conocida únicamente por él y Kerberos. El conocimiento de esta clave sirve para probar la identidad de la entidad. Para una comunicación entre dos entidades, Kerberos genera una clave de sesión, la cual pueden usar mayor seguridad..

95

ANEXO C22. Konnex

KNX: único protocolo normalizado a nivel europeo e internacional. KNX es el único protocolo internacional aprobado para el control de viviendas y edificios que cumple con los requisitos de las normas europeas EN 50090 (CENELEC) y EN 13321 (CEN) así como con la norma internacional ISO/IEC 14543-3 (ISO e IEC)[10, 36].

Las especificaciones anteriores a KNX aparecieron a principios de los 90 de la mano de BatiBUS, EIB y EHS. En 1997 estos tres consorcios decidieron unirse con el fin de desarrollar conjuntamente el mercado del hogar inteligente, acordando especificaciones industriales comunes que también podrían ser propuestas como norma internacional.

La especificación KNX fue publicada en primavera de 2002 por la recién establecida KNX Association. Se basa en la especificación de EIB completada con los mecanismos de configuración y medios físicos nuevos originalmente desarrollados por BatiBUS y EHS. En diciembre de 2003 el protocolo KNX fue aprobado por los comités nacionales europeos de normalización y ratificados por el CENELEC, como norma europea EN 50090.

Actualmente SEE se juega un papel muy importante en el proceso de desarrollo y adopción de la norma así como en la promoción del protocolo KNX al presidir el Comité Español de Normalización SC205 “Sistemas Electrónicos para Viviendas y Edificios”.

ANEXO C23. L2CAP

L2CAP, siglas de Logical Link Control and Adaptation Protocol (Protocolo de control y adaptación del enlace lógico) es utilizado dentro de la pila de protocolos de Bluetooth[20]. L2CAP se utiliza para pasar paquetes con y sin orientación a la conexión a sus capas superiores incluyendo tanto al Host Controller Interface (HCI) como directamente al gestor del enlace⁹⁶. Las funciones de L2CAP incluyen:

- Segmentación y reensamblado de paquetes. Acepta paquetes de hasta 64KB de sus capas superior.
- Multiplexación de varias fuentes de paquetes, comprobando el protocolo de las capas superiores para así adaptarlo antes del reensamblaje.

ANEXO C24. LDAP

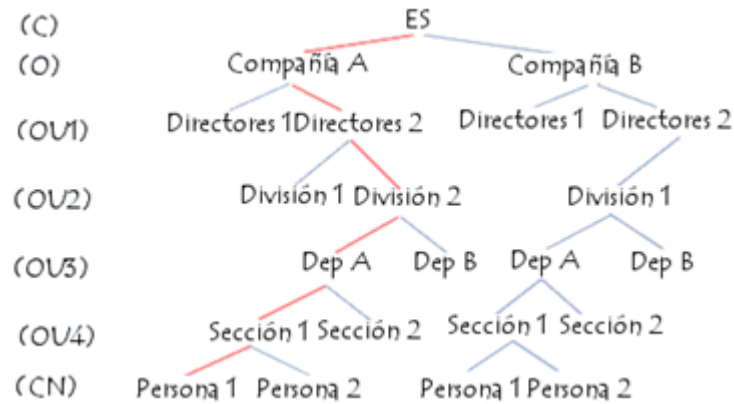
El LDAP por sus siglas Protocolo compacto de acceso a directorios[68], es un protocolo estándar que permite administrar directorios, esto es, acceder a bases de información de usuarios de una red mediante protocolos TCP/IP.

⁹⁵<http://es.wikipedia.org/wiki/Kerberos>

⁹⁶http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolos_Bluetooth, 8 jun 2013, a las 04:54

Bibliografía

Figura 85: Estructura del árbol LDAP



Las bases de información generalmente están relacionadas con los usuarios, pero, algunas veces, se utilizan con otros propósitos, como el de administrar el hardware de una compañía.

El objetivo del protocolo LDAP, desarrollado en 1993 en la Universidad de Michigan, fue reemplazar al protocolo DAP (utilizado para acceder a los servicios de directorio X.500 por OSI) integrándolo al TCP/IP. Desde 1995, DAP se convirtió en LDAP independiente, con lo cual se dejó de utilizar sólo para acceder a los directorios tipo X500. LDAP es una versión más simple del protocolo DAP, de allí deriva su nombre Protocolo compacto de acceso a directorios.

Estructura

LDAP presenta la información bajo la forma de una estructura jerárquica de árbol denominada DIT (Árbol de información de directorio), en la cual la información, denominada entradas (o incluso DSE, Directory Service Entry), es representada por bifurcaciones. Una bifurcación ubicada en la raíz de una bifurcación se denomina entrada raíz.

Cada entrada en el directorio LDAP corresponde a un objeto abstracto o real (por ejemplo, una persona, un objeto material, parámetros, etc.). La Figura muestra la estructura de un árbol LDAP.

ANEXO C25. MPEG7

MPEG7 es un estándar ISO/IEC desarrollado por la MPEG (Moving Picture Experts Group), el comité que anteriormente desarrolló MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 y que está desarrollando MPEG-21. Este estándar es considerado como una parte integral de la iniciativa MPEG y provee un conjunto de herramientas estandarizadas para describir el contenido multimedia para su uso por parte de personas y sistemas automáticos[7].

Este sistema fue desarrollado por expertos representando locutores, creadores de contenido, fabricantes de aparatos electrónicos, editores, encargados de derechos de propiedad intelectual, proveedores de servicios de telecomunicaciones y universidades mediante una labor de desarrollo que comienza en 1998, donde se realizó un llamado de propuestas de

acuerdo a los objetivos y horizonte que el estándar debía cubrir. De las casi 400 propuestas recibidas se seleccionaron los elementos que fueron incorporados en un modelo común que evoluciona hasta el día de hoy, donde a mediados del 2001 se encontraban disponibles por lo menos 43 aplicaciones⁹⁷.

ANEXO C26. NNTP

El funcionamiento del NNTP consta de un servidor en el que están almacenadas las noticias y a él se conectan los clientes a través de la red[68]. La conexión entre cliente y servidor se hace de forma interactiva consiguiendo así un número de artículos duplicados muy bajo. Esto supone una gran ventaja respecto de servicios de noticias anteriores, en los que la tecnología por lotes era su principal aliada. Esta conexión se realiza sobre el protocolo TCP. El puerto 119 está reservado para el NNTP. Sin embargo cuando los clientes se conectan al servidor de noticias mediante SSL se utiliza el puerto 563. Cada artículo de noticias almacenado en el servidor está referenciado por el nombre de la máquina del cliente que ha publicado dicho artículo. Esta referencia queda presente en un campo de la cabecera llamado NNTP-Posting-Host.

Métodos

Para transferir noticias generalmente se usan dos métodos:

- Método pushing (activo): Cuando el cliente envía un artículo al servidor por este método, éste le devuelve un código de respuesta por el cual se sabe si ya tiene ese artículo, o sin embargo no lo tiene y es transferido desde el cliente. La orden para realizar dicho proceso es IHAVE msgid⁹⁸.
- Método pulling (pasivo): Con esta técnica se obtiene una lista de artículos de un grupo cuya fecha es posterior a la especificada por el cliente. Para ello se utiliza la orden NEWSNEWS. Después el cliente selecciona los artículos que no posee de la lista anterior, y le son transferidos. La orden ARTICLE sirve para realizar dicho propósito trabajando con cada uno de los IDs de los mensajes seleccionados. Esta técnica también se puede llamar tirar.

ANEXO C27. POP3

Es un protocolo para la gestión de correo en Internet. Es el más utilizado junto con SMTP[68], porque aunque en algunos nodos menores de Internet normalmente es poco práctico mantener un sistema de transporte de mensajes (MTS), es posible que una estación de trabajo no tenga recursos suficientes (espacio en disco, entre otros) para permitir que un servidor de SMTP [RFC821] y un sistema local asociado de entrega de correo estén residentes y continuamente en ejecución. De forma similar, puede ser caro (o incluso imposible) mantener una computadora personal interconectada a una red tipo IP durante grandes cantidades de tiempo (el nodo carece el recurso conocido como "connectivity").

⁹⁷<http://futura.disca.upv.es/imd/cursosAnteriors/2k3-2k4/copiaTreballs/alpaal/Treball/MPEG7.htm>

⁹⁸http://es.wikipedia.org/wiki/Network_News_Transport_Protocol

Bibliografía

El protocolo POP permite recoger el correo electrónico en un servidor remoto (servidor POP). Es necesario para las personas que no están permanentemente conectadas a Internet, ya que así pueden consultar sus correos electrónicos recibidos sin que ellos estén conectados. Existen dos versiones principales de este protocolo, POP2 y POP3, a los que se le asignan los puertos 109 y 110 respectivamente, y que funcionan utilizando comandos de texto radicalmente diferentes.

Al igual que con el protocolo SMTP, el protocolo POP (POP2 y POP3) funciona con comandos de texto enviados al servidor POP. Cada uno de estos comandos enviados por el cliente (validados por la cadena CR/LF) está compuesto por una palabra clave, posiblemente acompañada por uno o varios argumentos, y está seguido por una respuesta del servidor POP compuesta por un número y un mensaje descriptivo.

ANEXO C28. RFCOMM

El protocolo RFCOMM proporciona emulación de puertos serie a través del protocolo L2CAP. Este protocolo se basa en el estándar de la ETSI denominado TS 07.10. RFCOMM es un protocolo de transporte sencillo, con soporte para hasta 9 puertos serie RS-232 (EIA/TIA-232-E). El protocolo RFCOMM permite hasta 60 conexiones simultáneas (canales RFCOMM) entre dos dispositivos Bluetooth[40].

Para los propósitos de RFCOMM, un camino de comunicación involucra siempre a dos aplicaciones que se ejecutan en dos dispositivos distintos (los extremos de la comunicación). Entre ellos existe un segmento que los comunica. RFCOMM pretende cubrir aquellas aplicaciones que utilizan los puertos serie de las máquinas donde se ejecutan. El segmento de comunicación es un enlace Bluetooth desde un dispositivo al otro (conexión directa).

RFCOMM trata únicamente con la conexión de dispositivos directamente, y también con conexiones entre el dispositivo y el modem para realizar conexiones de red. RFCOMM puede soportar otras configuraciones, tales como módulos que se comunican via Bluetooth por un lado y que proporcionan una interfaz de red cableada por el otro.

Para destacar de este protocolo, en FreeBSD el protocolo RFCOMM se implementa utilizando la capa de "sockets" de Bluetooth⁹⁹.

ANEXO C29. RMI

Remote Method Invocation (RMI) de Java es un modelo de objetos distribuidos para desarrollar aplicaciones complejas y robustas. Es un mecanismo ofrecido por Java para invocar un método de manera remota[18].

Es una solución java pura para entornos exclusivos java con la finalidad última de facilitar al máximo posible el desarrollo de aplicaciones distribuidas orientadas a objetos y escritas en java. Proporciona los mecanismos necesarios para hacer transparente al máximo la inherente complejidad de la comunicación en red, permitiendo que el programador se pueda concentrar solo en la lógica particular de la aplicación que desarrolla. Básicamente, Java RMI es una extensión al modelo de objetos de Java para soportar objetos distribuidos¹⁰⁰.

⁹⁹http://www.freebsd.org/doc/es_ES.ISO8859-1/books/handbook/network-bluetooth.html

¹⁰⁰Santi Caballé, Fatos Xhafa, "APLICACIONES DISTRIBUIDAS EN JAVA"

ANEXO C30. SIP

Session Initiation Protocol (SIP o Protocolo de Inicio de Sesiones) es un protocolo desarrollado por el grupo de trabajo MMUSIC del IETF con la intención de ser el estándar para la iniciación, modificación y finalización de sesiones interactivas de usuario donde intervienen elementos multimedia como el video, voz, mensajería instantánea, juegos en línea y realidad virtual.

La sintaxis de sus operaciones se asemeja a las de HTTP y SMTP, los protocolos utilizados en los servicios de páginas Web y de distribución de e-mails respectivamente. Esta similitud es natural ya que SIP fue diseñado para que la telefonía se vuelva un servicio más en Internet.

En noviembre del año 2000, SIP fue aceptado como el protocolo de señalización de 3GPP y elemento permanente de la arquitectura IMS (IP Multimedia Subsystem). SIP es uno de los protocolos de señalización para voz sobre IP, los otros son H.323 e IAX2.

ANEXO C31. SMTP

El protocolo SMTP (Protocolo simple de transferencia de correo) es el protocolo estándar que permite la transferencia de correo de un servidor a otro mediante una conexión punto a punto[68]. Éste es un protocolo que funciona en línea, encapsulado en una trama TCP/IP. El correo se envía directamente al servidor de correo del destinatario. El protocolo SMTP funciona con comandos de textos enviados al servidor SMTP (al puerto 25 de manera pre-determinada). A cada comando enviado por el cliente (validado por la cadena de caracteres ASCII CR/LF, que equivale a presionar la tecla Enter) le sigue una respuesta del servidor SMTP compuesta por un número y un mensaje descriptivo.

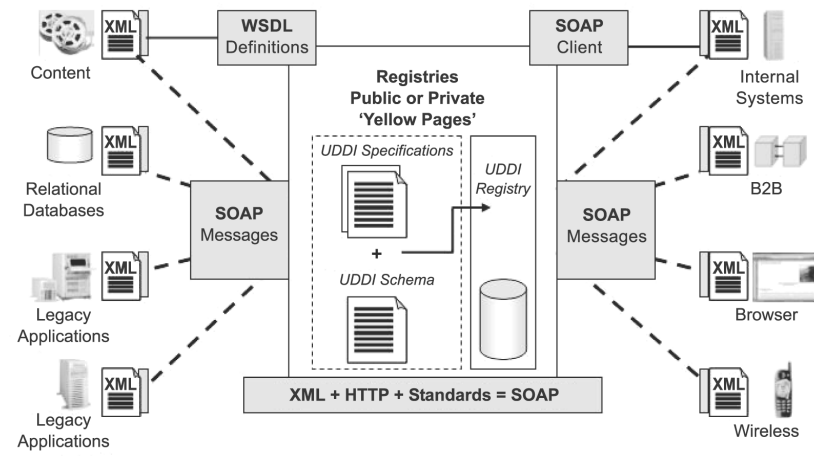
ANEXO C32. SNMP

El sistema de administración de red se basa en dos elementos principales: un supervisor y agentes. El supervisor es el terminal que le permite al administrador de red realizar solicitudes de administración. Los agentes son entidades que se encuentran al nivel de cada interfaz. Ellos conectan a la red los dispositivos administrados y permiten recopilar información sobre los diferentes objetos[25, 68].

Los conmutadores, concentradores (hubs), routers y servidores son ejemplos de hardware que contienen objetos administrados. Estos objetos administrados pueden ser información de hardware, parámetros de configuración, estadísticas de rendimiento y demás elementos que estén directamente relacionados con el comportamiento en progreso del hardware en cuestión. Estos elementos se encuentran clasificados en algo similar a una base de datos denominada MIB ("Base de datos de información de administración"). SNMP permite el diálogo entre el supervisor y los agentes para recolectar los objetos requeridos en la MIB. La arquitectura de administración de la red propuesta por el protocolo SNMP se basa en tres elementos principales:

- Los dispositivos administrados son los elementos de red (puentes, concentradores, routers o servidores) que contienen "objetos administrados" que pueden ser información de hardware, elementos de configuración o información estadística.

Figura 86: Implementación de SOAP Y XML



Source: Meloan (n.d.)

- Los agentes, es decir, una aplicación de administración de red que se encuentra en un periférico y que es responsable de la transmisión de datos de administración local desde el periférico en formato SNMP.
- El sistema de administración de red (NMS), esto es, un terminal a través del cual los administradores pueden llevar a cabo tareas de administración.

ANEXO C33. SOAP Y XML

Simple Object Access Protocol, es un protocolo estándar que define cómo dos objetos en diferentes procesos pueden comunicarse por medio de intercambio de datos XML[8, 28, 45]. La característica principal de SOAP es que tiene la posibilidad de formar la base de una "pila de protocolos de web service"¹⁰¹, ofreciendo un framework de mensajería básica en la cual los web services se puedan construir. Este protocolo basado en XML consiste de tres partes: un sobre, el cual define qué hay en el mensaje y cómo procesarlo; un conjunto de reglas de codificación para expresar instancias de tipos de datos; y una convención para representar llamadas a procedimientos y respuestas¹⁰².

A partir de la implementación de SOAP y XML se genera una implementación similar a la que muestra la Figura 86 la cual indica cómo es posible aplicar SOAP a las redes inteligentes en el sector residencial.

Sin embargo, a partir del protocolo HTML también es posible realizar aplicaciones en menor medida con la cual se puedan observar procesos etc. Ya que es el lenguaje más popular que existe desde la creación.

No solamente es necesario la programación para la interacción ya que es necesario la interacción no solamente de los dispositivos con el servidor sino servidores entre sí además de dispositivos entre, para ello y como solución casi unánime se toma como base el protocolo de comunicación TCP/IP por el cuál se comunicaría el sistema. Es necesario hacer

¹⁰¹http://es.wikipedia.org/wiki/Simple_Object_Access_Protocol

¹⁰²http://es.wikipedia.org/wiki/Simple_Object_Access_Protocol

énfasis en la recolección de tecnologías existentes como la base para el desarrollo de las redes inteligentes.

ANEXO C34. SQL

SQL (Structured Query Language) es un lenguaje de programación diseñado para almacenar, manipular y recuperar datos almacenados en bases de datos relacionales[68]. “La primera encarnación de SQL apareció en 1974, cuando un grupo de IBM desarrolló el primer prototipo de una base de datos relacional. Relational Software (luego se convirtió en Oracle) lanzó la primera base de datos relacional comercial”¹⁰³.

Existen estándares para SQL. Sin embargo, el SQL que puede utilizarse en cada uno de las principales RDBMS actuales viene en distintas formas. Esto se debe a dos razones: 1) el estándar SQL es bastante complejo, y no es práctico implementar el estándar completo, y 2) cada proveedor de base de datos necesita una forma de diferenciar su producto de otros. En esta guía de referencia, dichas diferencias se señalarán cuando sea apropiado.

Este sitio de la guía de referencia SQL enumera los comandos SQL normalmente utilizados, y se divide en las siguientes secciones:

- Comandos SQL: Las instrucciones SQL básicas para almacenamiento, recuperación y manipulación de datos en una base de datos relacional.
- Manipulación de Tabla: Cómo se utilizan las instrucciones SQL para administrar las tablas dentro de una base de datos.
- SQL Avanzado: Comandos SQL avanzados.
- Sintaxis SQL: Una página única que enumera la sintaxis para todos los comandos SQL en esta guía de referencia.

“Para cada comando, primero se presentará y explicará la sintaxis SQL, seguida por un ejemplo. Al final de esta guía de referencia, deberá tener una idea general de la sintaxis SQL. Además, deberá poder realizar consultas SQL utilizando la sintaxis apropiada. Según mi experiencia creo que el comprender lo básico de SQL es mucho más fácil que dominar todas las dificultades de este lenguaje de base de datos, y espero que también llegue a la misma conclusión”¹⁰⁴.

ANEXO C35. SSDP

El Protocolo Simple de Descubrimiento de Servicios (Simple Service Discovery Protocol) es un protocolo que sirve para la búsqueda de dispositivos UPnP en una red[28]. Utiliza UDP en unicast o multicast en el puerto 1900 para anunciar los servicios de un dispositivo. Solo la información más importante acerca el dispositivo y el servicio ofrecido está contenido en los mensajes intercambiados.

El protocolo se utiliza también para buscar ciertos servicios en la red. Un Punto de Control UPnP (UPnP Control Point) manda un mensaje a todos los dispositivos en la red por el

¹⁰³“<http://www.1keydata.com/es/sql/>”, 2013

¹⁰⁴“<http://www.1keydata.com/es/sql/>”, 2013

mismo canal, igual que los anuncios. Si alguno de ellos ofrece el servicio deseado le contesta con un mensaje normal HTTP con el código '200 OK'. Este mensaje se manda en UDP unicast.

ANEXO C36. Estructura

Un paquete SSDP consiste en un HTTP-Request con la instrucción 'NOTIFY' para anunciar o con 'M-SEARCH' para buscar un servicio. El HTTP-Body queda vacío. La cabecera contiene atributos específicos de UPnP¹⁰⁵.

- NTS (Notification Sub Type) puede tener el valor "ssdp:alive" para registrarse o "ssdp:byebye" para anular el registro del dispositivo.
- USN (Unique Service Name) contiene una identificación única.
- LOCATION contiene la URL de la descripción.

ANEXO C36. TCP

TCP (que significa Protocolo de Control de Transmisión) es uno de los principales protocolos de la capa de transporte del modelo TCP/IP. En el nivel de aplicación, posibilita la administración de datos que vienen del nivel más bajo del modelo, o van hacia él, (es decir, el protocolo IP). Cuando se proporcionan los datos al protocolo IP, los agrupa en datagramas IP, fijando el campo del protocolo en 6 (para que sepa con anticipación que el protocolo es TCP). TCP es un protocolo orientado a conexión, es decir, que permite que dos máquinas que están comunicadas controlen el estado de la transmisión¹⁰⁶.

Características

Las principales características del protocolo TCP son las siguientes:

- TCP permite colocar los datagramas nuevamente en orden cuando vienen del protocolo IP.
- TCP permite que el monitoreo del flujo de los datos y así evita la saturación de la red.
- TCP permite que los datos se formen en segmentos de longitud variada para "entregarlos" al protocolo IP.
- TCP permite multiplexar los datos, es decir, que la información que viene de diferentes fuentes (por ejemplo, aplicaciones) en la misma línea pueda circular simultáneamente.
- Por último, TCP permite comenzar y finalizar la comunicación amablemente.

¹⁰⁵<http://es.wikipedia.org/wiki/SSDP>, 10 mar 2013, a las 12:59

¹⁰⁶<http://es.kioskea.net/contents/281-protocolo-tcp>

ANEXO C37. TCP/IP

El protocolo TCP/IP fue desarrollado a principios de los 70 del siglo pasado y es uno de los protocolos más antiguos que se utilizan en la actualidad[59]. En principio se creó como protocolo para la transmisión de datos entre computadores. En realidad consiste en dos clases de protocolos, un protocolo de control y otro de Internet.

El cómo llegó este protocolo a ser parte de las redes inteligentes es debido a la facilidad de implementación, la seguridad, entre otros. Para el objetivo de este proyecto no es necesario detallar cómo funciona este protocolo debido a que este es solo uno de los protocolos usados en las redes inteligentes.

Básicamente, lo que hace el protocolo TCP/IP es establecer el lenguaje por el cual se va a transmitir los datos entre dos dispositivos que, en general son dos routers, estos a su vez van a los servidores que reparten la red hacia los diferentes dispositivos inteligentes además de conectar varios hogares inteligentes entre sí generando toda una red global. Sin embargo, la compañía Outpost24 publicó un boletín en el que advertía de una vulnerabilidad grave que podría afectar a la totalidad de la red de Internet.

“Esta vulnerabilidad, según Outpost24, afecta a los servicios basados en protocolos TCP/IP, y podría ser utilizada para lanzar ataques de denegación de servicio (DoS). Pueden afectar a los sistemas y aplicaciones. Los temas fueron encontrados por la herramienta Sockstress desarrollado por Outpost24”¹⁰⁷.

ANEXO C38. UDP

User Datagram Protocol (UDP) es un protocolo del nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas (Encapsulado de capa 4 Modelo OSI)[59, 68]. Permite el envío de datagramas a través de la red sin que se haya establecido previamente una conexión, ya que el propio datagrama incorpora suficiente información de direccionamiento en su cabecera. Tampoco tiene confirmación ni control de flujo, por lo que los paquetes pueden adelantarse unos a otros; y tampoco se sabe si ha llegado correctamente, ya que no hay confirmación de entrega o recepción. Su uso principal es para protocolos como DHCP, BOOTP, DNS y demás protocolos en los que el intercambio de paquetes de la conexión/desconexión son mayores, o no son rentables con respecto a la información transmitida, así como para la transmisión de audio y vídeo en tiempo real, donde no es posible realizar retransmisiones por los estrictos requisitos de retardo que se tiene en estos casos¹⁰⁸.

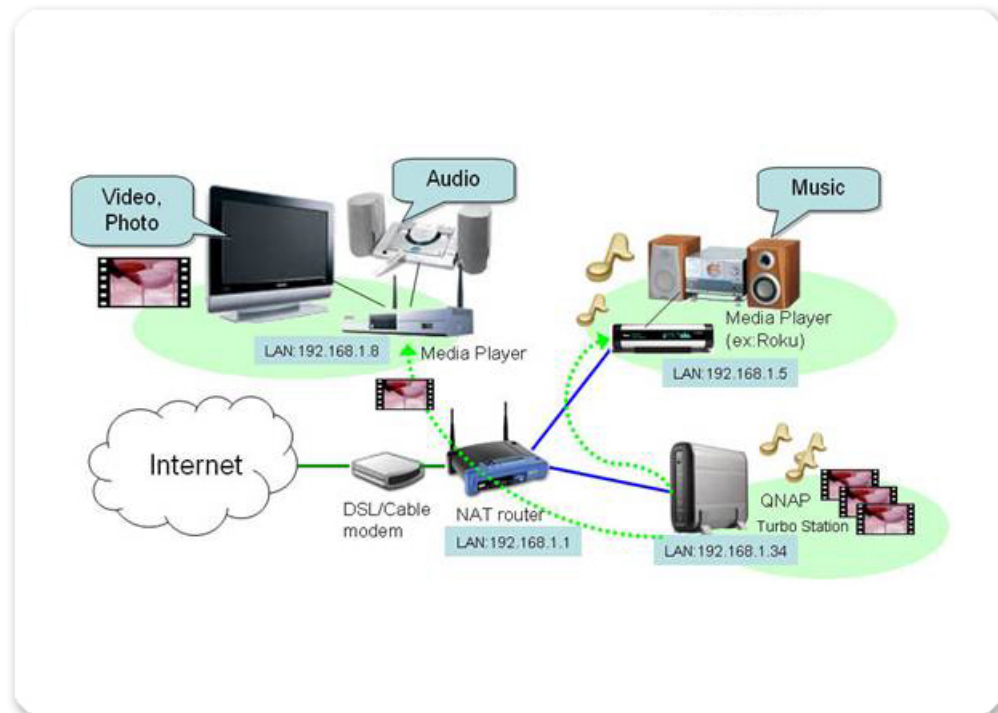
ANEXO C39. UPnP

En 1999 los proyectos basados en el gestor de sesiones AV UPnP con reconocimiento de ubicación para los hogares inteligentes fueron para entonces la moda ya que se partió desde el concepto de Domótica hacia las redes inteligentes, este es un punto fundamental en la infraestructura de las mismas.

¹⁰⁷<http://www.outpost24.com>, 2012

¹⁰⁸http://es.wikipedia.org/wiki/User_Datagram_Protocol

Figura 87: Tecnología UPnP en las redes inteligentes



La arquitectura UPnP y su integración con las redes inteligentes

La utilización de la arquitectura UPnP en las redes inteligentes muestra en principio una visión hacia la estandarización ya que es una arquitectura software libre y abierto y distribuido de forma independiente al fabricante [71, 2, 25, 27, 35, 28]. En lo que se refiere a esta arquitectura, básicamente la arquitectura UPnP es un conjunto de protocolos de comunicación que permite a periféricos en red, como ordenadores personales, impresoras, pasarelas de Internet, puntos de acceso Wi-Fi y dispositivos móviles, descubrir de manera transparente la presencia de otros dispositivos en la red y establecer servicios de red de comunicación, compartición de datos y entretenimiento. UPnP está diseñado principalmente para redes de hogar sin dispositivos del ámbito empresarial. En la Figura se muestra las características principales de la arquitectura UPnP en el sector residencial.

Para describir cómo funciona la arquitectura UPnP, se parte del hecho que esta es en realidad una extensión de plug-and-play, una tecnología para conectar dispositivos de manera directa y sin necesidad de configuración a un ordenador, aunque UPnP no está relacionada directamente con la tecnología plug-and-play. Los dispositivos UPnP son "plug-and-play" en el sentido de que una vez conectados a una red son capaces de establecer de manera automática comunicaciones con otros dispositivos. La arquitectura UPnP permite la interconexión entre dispositivos como ordenadores personales, electrodomésticos, dispositivos de electrónica de consumo y dispositivos inalámbricos. Es un protocolo con una arquitectura abierta y distribuida que se basa en estándares reconocidos como la Familia de protocolos de Internet (TCP/IP), HTTP, XML, y SOAP. Los puntos de control UPnP son dispositivos que

Bibliografía

utilizan UPnP para controlar dispositivos UPnP. La arquitectura UPnP soporta Zero Configuration Networking. Un dispositivo compatible con UPnP de cualquier fabricante es capaz de conectarse de manera dinámica a una red, obtener una dirección IP, anunciar sus servicios, comunicar sus funciones bajo demanda y descubrir la presencia y capacidades de los demás dispositivos existentes. Los servidores Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) y Domain Name System (DNS) son opcionales y sólo se utilizarán en caso de que estén presentes en la red. Los dispositivos se pueden desconectar de la red de manera automática sin dejar información de estado.

El medio por el cuál se transmite la información ha sido la principal causa de debate en las entidades relacionadas con la información sin embargo y en vista al alcance de las tecnologías inalámbricas estos proyectos toman por rumbo las tecnologías radiales en especial la RFID.

ANEXO C40. WAP

Wireless Application Protocol o WAP (protocolo de aplicaciones inalámbricas) es un estándar abierto internacional para aplicaciones que utilizan las comunicaciones inalámbricas, p.ej. acceso a servicios de Internet desde un teléfono móvil[59, 68].

Se trata de la especificación de un entorno de aplicación y de un conjunto de protocolos de comunicaciones para normalizar el modo en que los dispositivos inalámbricos, se pueden utilizar para acceder a correo electrónico, grupo de noticias y otros.

El organismo que se encarga de desarrollar el estándar WAP fue originalmente el WAP Forum, fundado por cuatro empresas del sector de las comunicaciones móviles: Sony Mobile Communications (anteriormente llamada Sony Ericsson Communications AB), Nokia, Motorola y Openwave (originalmente Unwired Planet). Desde 2002 el WAP Forum es parte de la Open Mobile Alliance (OMA), consorcio que se ocupa de la definición de diversas normas relacionadas con las comunicaciones móviles, entre ellas las normas WAP¹⁰⁹.

ANEXO C41. WiMAX

“Una Red WiMAX es la creación de una estructura de red implementando como base principal la utilización de tecnología inalámbrica WiMAX (802.16d - 802.16e) como forma para que los equipos se conecten entre sí y a internet”¹¹⁰. Una definición breve sería como si existiera un enchufe de red en cualquier punto dentro de la zona de cobertura WiMAX[58].

WiMAX Fijo

WiMAX, en el estándar IEEE 802.16-2004, fue diseñado para el acceso fijo. En esta forma de red al que se refirió como "fijo inalámbrico" se denomina de esta manera porque se utiliza una antena, colocada en un lugar estratégico del suscriptor. Esta antena se ubica generalmente en el techo de una habitación mástil, parecido a un plato de la televisión del satélite. También se ocupa de instalaciones interiores, en cuyo caso no necesita ser tan robusto como al aire libre.

¹⁰⁹http://es.wikipedia.org/wiki/Wireless_Application_Protocol

¹¹⁰<http://www.redeswimax.info>

Se podría indicar que WiMAX Fijo, indicado en el estándar IEEE 802.16-2004, es una solución inalámbrica para acceso a Internet de banda ancha (también conocido como Internet Rural). WiMAX acceso fijo funciona desde 2.5-GHz autorizado, 3.5-GHz y 5.8-GHz exento de licencia. Esta tecnología provee una alternativa inalámbrica al módem cable y al ADSL¹¹¹.

WiMAX Móvil

WiMAX, en una posterior revisión de su estándar IEEE 802.16-2004, la IEEE 802.16e, se enfoca hacia el mercado móvil añadiendo portabilidad y capacidad para clientes móviles con capacidades de conexión WiMAX (IEEE 802.16e).

Los dispositivos equipados con WiMAX que cumpla el estándar IEEE 802.16e usan Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencia (OFDMA), similar a OFDM en que divide en las subportadoras múltiples. OFDMA, sin embargo, va un paso más allá agrupando subportadoras múltiples en subcanales. Una sola estación cliente del suscriptor podría usar todos los subcanales dentro del periodo de la transmisión.

ANEXO D. TECNOLOGÍAS APLICADAS A LAS REDES INTELIGENTES EN EL SECTOR RESIDENCIAL

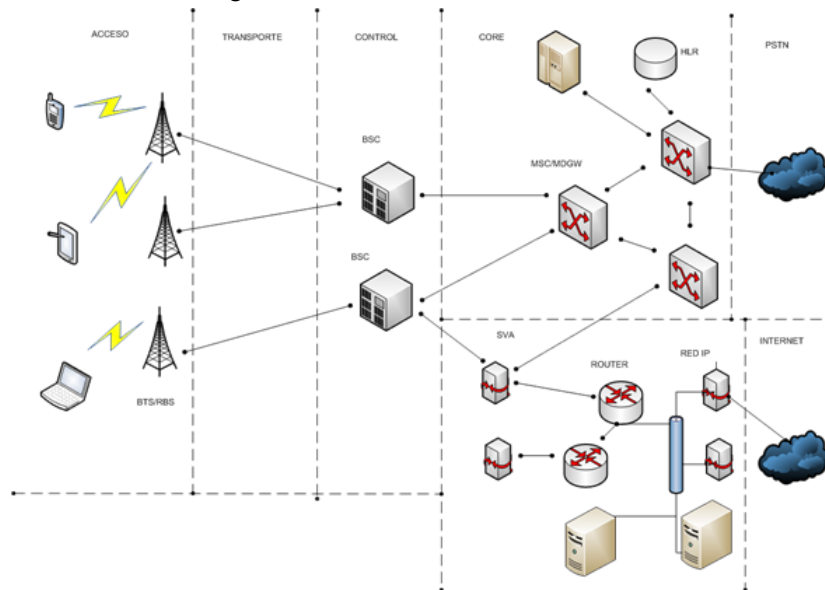
ANEXO D1. 3G

3G es la abreviación de tercera generación de transmisión de voz y datos a través de telefonía móvil mediante UMTS[79]. En términos más simples posibles, 3G tiene que ver con la velocidad. Le permite enviar y recibir grandes cantidades de datos a través de un teléfono celular. De hecho, muchos se refieren a 3G como "BANDA ANCHA INALÁMBRICA", ya que permite muy rápidas velocidades de navegación. Aunque las estimaciones varían, la mayoría de los analistas coinciden en que la 3G brinda velocidades en el rango de 144Kbps a 2,4 Mbps. La Figura 88 muestra la estructura de la red de 3G.

El 3G funciona encapsulando los datos enviados en la red en paquetes pequeños. Estos paquetes son ensamblados en el orden correcto en el extremo del receptor. Se diferencia de la llamada tecnología 2G (GSM), en la que una pequeña parte de la red es "reservada" o se mantiene abierta para una llamada. Gracias a este proceso de parcelación, las redes 3G son capaces de enviar más datos de manera eficiente en un corto periodo de tiempo. Lo que es más, la tecnología inteligente 3G también permite a los proveedores de servicios móviles para conocer la ubicación (dentro de unos nuevos metros) de los teléfonos que utilizan allí el servicio. Esto permite enviar información sobre ofertas en ciertas áreas como restaurantes, proveedores, etc. También es una inmensa ayuda en caso de emergencias-los que se pierden pueden encontrar la salida o la policía pueden ser dirigidas a ellos, con base en la información del proveedor de servicios acerca de la ubicación del teléfono. Existe principalmente dos tipos de servicio 3G: UMTS (servicio universal de telefonía móvil), que también se conoce como WCDMA, y CDMA2000, para el propósito del proyecto de grado no serán detalladas.

¹¹¹["http://www.redeswimax.info"](http://www.redeswimax.info)

Figura 88: Estructura de la red 3G



ANEXO D2. 4G

Esta nueva tecnología recibe el nombre genérico de 4G pero realmente la tecnología que es el emblema de la cuarta generación es el LTE (Long Term Evolution). Y está destinada a ser el próximo estándar evolutivo de las comunicaciones móviles a nivel mundial. Su carta de presentación en la parte que más interesa al usuario (la velocidad) es sencilla, tasas de descarga de hasta 326Kbps y subidas de 50Kbps.

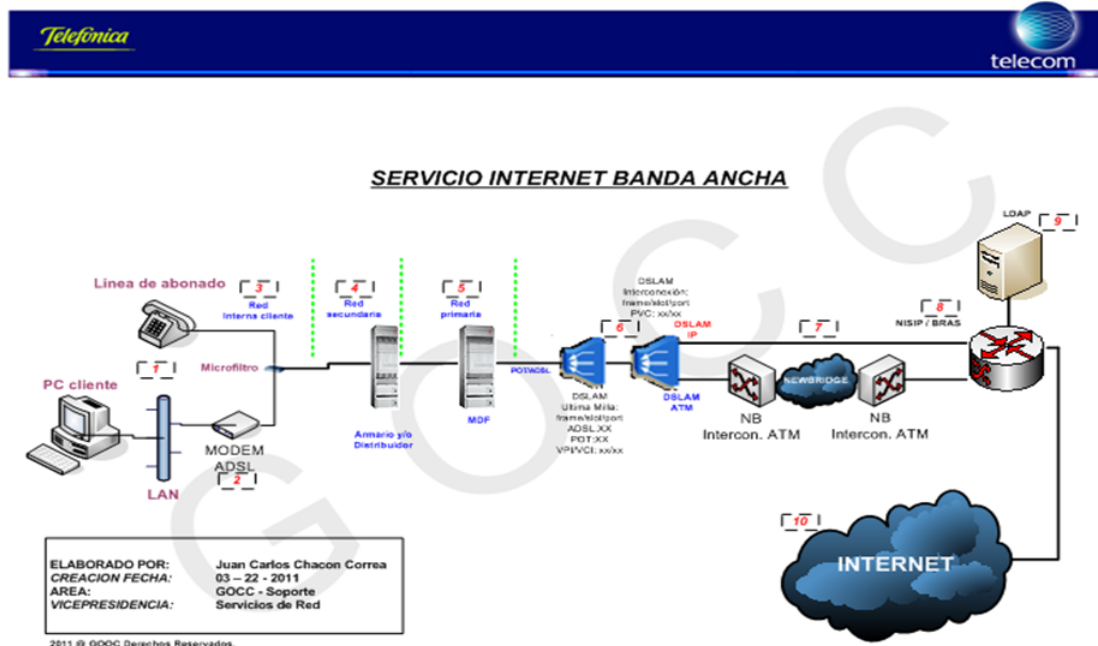
El concepto de 4G englobado dentro de 3G incluye técnicas de avanzado rendimiento radio como MIMO y OFDM. Se refiere específicamente a la forma como son manejadas las ondas de transmisión y recepción en antenas para dispositivos inalámbricos como enrutadores. En los últimos años la tecnología MIMO ha sido aclamada en las comunicaciones inalámbricas ya que aumenta significativamente la tasa de transferencia de información utilizando diferentes canales en la transmisión de datos o la multiplexación espacial por tener las antenas físicamente separadas. y OFDM : Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales consiste en enviar un conjunto de portadoras de diferentes frecuencias donde cada una transporta información la cual es modulada en QAM o en PSK[6].

ANEXO D3. ADSL

La terminología ADSL significa Asymmetric Digital Subscriber Line, es una plataforma para la provisión de servicios multimedia desde 200kbps hasta 8Mbps, consiste en la transmisión analógica de datos digitales apoyada en el par simétrico de cobre que lleva la línea telefónica, comúnmente llamado par de cobre.

En Colombia las redes están distribuidas hacia último kilómetro o última milla a partir del par de cobre, las topologías varían de acuerdo a los proveedores de internet, la topología que maneja telefónica en Colombia la mostrada en la Figura 89.

Figura 89: Topología ADSL en Telefónica, Colombia



Básicamente lo que hace es dirigir desde los quipos Core de la red metro hacia el usuario final a través de enlaces entre diferentes configuraciones de Dslam en forma lineal similar a la red de transmisión de energía eléctrica.

ANEXO D4. Bluetooth

Tecnología de comunicación inalámbrica que transmite voz y datos entre dispositivos. Es una tecnología inalámbrica de corto alcance que permite reemplazar el cableado entre dispositivos fijos o portátiles, manteniendo altos niveles de seguridad.

Algunas cualidades son: Instrumentación y Comunicaciones Industriales, Robustez, Bajo consumo, bajo costo

Permite manejar simultáneamente transmisiones de datos y voz, interconectando:

- Computadoras personales, de escritorio
- Laptops
- PDAs
- Auriculares
- Teléfonos Celulares
- Impresoras
- Reproductores multimedia como DVDs, BlueRays, etc

- Etc

Bluetooth se transformó en un estándar de facto, posteriormente considerado como estándar internacional IEEE 802.15.1.

Actualmente es muy usada en teléfonos inteligentes, la corporación Apple lo emplea en todos los accesorios así como la competencia Samsung, Sony, Nokia, etc. como alternativa al cableado, etc.

ANEXO D5. Cisco Inter- net Home

Tecnología de comunicación inalámbrica que transmite voz y datos entre dispositivos[18].

ANEXO D6. DDC

Es una tecnología usada en las redes eléctricas, permite la reducción de las fugas de energía y del consumo de potencia activa, sobre todo al abordar[1, 59].

ANEXO D7. DRM

El derecho de autor restringido generalmente se refiere a un enfoque minimalista a derechos de autor, lo que sólo funciona la mayor protección que se necesita para fomentar la creatividad, pero con la meta de hacer obras a disposición del público. Copyright grueso es un enfoque más maximalista y crudamente puso la meta de los derechos de autor de espesor es generalmente para maximizar las ganancias. Se está avanzando hacia los derechos de autor en todo el mundo en general. este movimiento está encabezado, como era de esperar, las empresas cuyo producto principal es la forma de propiedad intelectual, tales como libros, películas y música. Pero hay otra tendencia en relación con la protección de la propiedad intelectual y que es la creación de controles tecnológicos para proteger las obras digitales. Esto se conoce como gestión de derechos digitales o DRM. DRM no es una sola tecnología, y no es ni siquiera una sola filosofía. Se refiere a una amplia gama de tecnologías y normas, muchas de las cuales todavía están en la etapa de planificación y desarrollo¹¹².

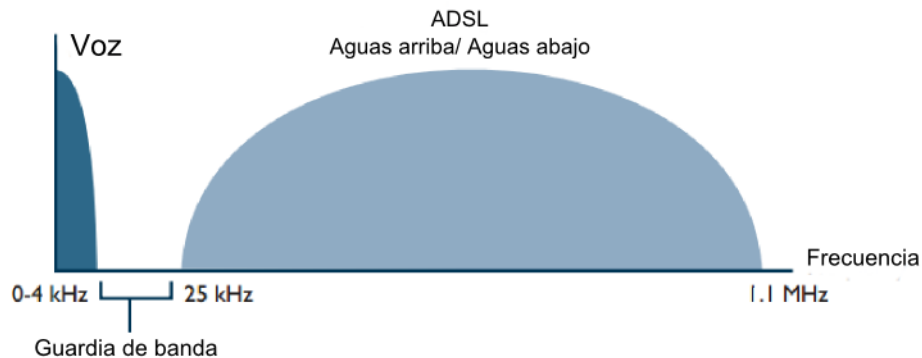
ANEXO D8. DSL

Línea de Abonado Digital (DSL) es una conexión de banda ancha que utiliza la línea telefónica existente[79]. DSL proporciona transmisiones de datos de alta velocidad sobre el cable trenzado de cobre, el llamado "LastMile" o "bucle local", que conecta la casa de un cliente o de la oficina a sus compañías telefónicas oficinas centrales locales (COS). Hay un número de diferentes tipos de DSL y que se denominan colectivamente como xDSL.

¿Cómo funciona DSL? El servicio telefónico tradicional (también conocido como el Servicio telefónico ordinario o POTS[59]) se ha creado para el intercambio de información de voz utilizando una señal analógica. Ordenadores, sin embargo, usan señales digitales para comunicarse, por lo que a fin de que esta señal para viajar por la red telefónica, se necesita

¹¹²The Technology of Rights: Digital Rights Management, Karen Coyle, "Based on a talk originally given at the Library of Congress", November 19, 2003

Figura 90: Frecuencias análogas y digitales para DSL



un módem para convertir los datos digitales a analógico y de vuelta otra vez. La frecuencia analógica teléfono utiliza sólo una pequeña proporción del ancho de banda en una línea (debajo de 4 kHz). La cantidad máxima de datos que los módems convencionales telefónicos y pueden transmitir a través de un sistema de POTS se trata de 56Kbps. El uso de este método para enviar datos, la transmisión a través de la compañía telefónica es un cuello de botella de ancho de banda. Cableado telefónico típico es capaz de soportar una mayor gama de frecuencias (alrededor de 1 MHz). Con módems DSL, la señal digital no se limita a 4 kHz de frecuencias de la voz, ya que no tiene que viajar por el sistema de conmutación telefónica. Módems DSL permiten hasta 1 MHz de ancho de banda que se utilizará para la transmisión digital (datos) junto analógicas (voz) señales en el mismo alambre mediante la separación de las señales, evitando de este modo las señales de interferir unos con otros. La Figura muestra cómo se dividen las frecuencias analógicas y digitales.

ANEXO D9. HOMEROS

Adopta un modelo de red híbrida para manejar recursos grandes eficientemente.

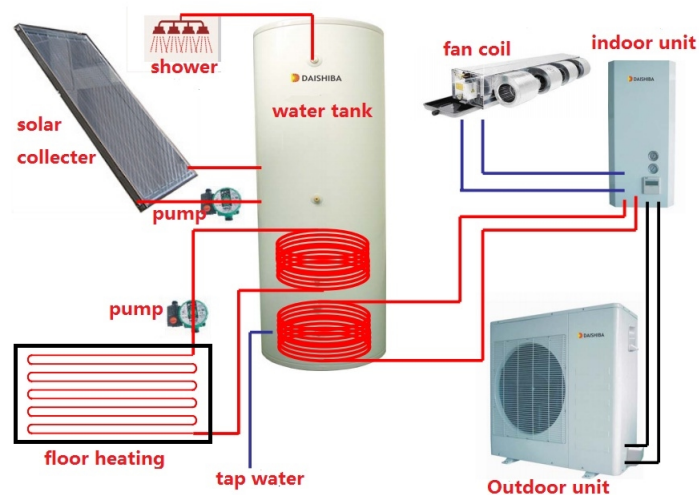
ANEXO D10. HVAC

HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado) se refiere a la tecnología de confort ambiental interior y la automatización[12, 36, 10].

Es la tecnología de la cubierta y vehicular confort ambiental. Diseño del sistema HVAC es una subdisciplina de la ingeniería mecánica, basada en los principios de la termodinámica, mecánica de fluidos y transferencia de calor. La Figura muestra un ejemplo de la implementación de la tecnología HVAC en una casa inteligente.

HVAC no solamente ha sido importante en el hogar, también lo es en el diseño de medianas y grandes edificios industriales y de oficinas, tales como los rascacielos y en ambientes marinos, tales como acuarios, donde sea seguro y saludable la construcción y se tenga regulación sobre las condiciones con respecto a la temperatura y la humedad, el uso de aire fresco del exterior.

Figura 91: Descripción de la tecnología HVAC en una casa inteligente



ANEXO D11. ICT

Las ICT o TIC se refieren a las tecnologías de comunicación e información unificadas. Las TIC han evolucionado rápidamente de la mano de la evolución de la tecnología. Cuando unimos estas tres palabras hacemos referencia al conjunto de avances tecnológicos que nos proporcionan la informática, las telecomunicaciones y las tecnologías audiovisuales, que comprenden los desarrollos relacionados con los ordenadores, Internet, la telefonía, denominado "mass media", las aplicaciones multimedia y la realidad virtual. Estas tecnologías básicamente proporcionan información, herramientas para su proceso y canales de comunicación[?, ?].

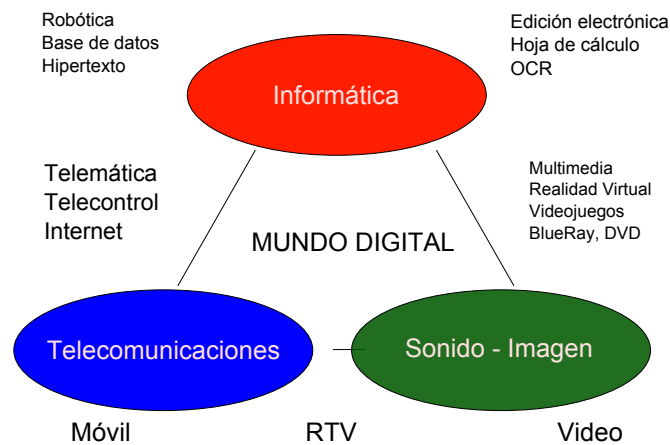
Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) son formas parte de la cultura tecnológica que los colombianos viven a diario. Amplían las capacidades físicas y mentales y las posibilidades de desarrollo social.

El concepto TIC no se encamina solamente a la informática y a las tecnologías asociadas, telemática y multimedia, estas abarcan también los medios de comunicación de todo tipo como son: los medios de comunicación social y los medios de comunicación interpersonales tradicionales con soporte tecnológico como el teléfono, fax, etc.

Las nuevas TIC se pueden utilizar de muchas maneras diferentes, algunas opciones son más relevantes en la vida cotidiana por ejemplo, en la popularidad de los jóvenes. La interacción basada en las TIC entre los jóvenes es común. La comunicación entre amigos y extraños se puede producir el uso de nombres o seudónimos (personajes virtuales o identidades netas) reales, o anónimamente. Las TIC también se utilizan para obtener información y asistencia en áreas que van desde la música y el deporte a los problemas médicos y psicológicos. Los jóvenes a menudo utilizan las TIC para el desarrollo de la identidad, y algunos, por ejemplo, establecer, mantener o unirse a clubes de fans en Internet. La constante expansión de campo de los juegos en línea es un aspecto importante del uso de los jóvenes de las TIC.

Comparaciones más amplias de uso de los jóvenes de las TIC se ven obstaculizadas por

Figura 92: Tecnologías de comunicaciones e información



el hecho de que no existen estadísticas mundiales pertinentes, por no hablar de investigaciones en profundidad, están disponibles. En comparación con la investigación en la televisión y la visualización de vídeo, estadísticas y estudios sobre el uso de las TIC entre los niños y adolescentes son relativamente escasos, incluso en países con altos niveles de desarrollo de la tecnología de la información y su uso. En las sociedades ricas en información, el uso de las TIC por niños y jóvenes es en gran medida uniforme y parece desarrollarse en etapas muy similares, con poca variación¹¹³.

Las comparaciones que involucran Finlandia, Japón y los Estados Unidos son presentadas. Los países escandinavos han sido uno de los primeros propietarios y usuarios de tecnologías de la información y la comunicación y por lo tanto pueden funcionar como tendencias de desarrollo de las TIC en el resto del mundo. Los niños en las sociedades de información están rodeados de más tecnología de la información y que cualquier generación anterior¹¹⁴.

ANEXO D12. Knopflerfish

Knopflerfish es una plataforma de servicios compatible con OSGi fácilmente y puede ser descrito como la versión certificada comercial de la fuente abierta OSGi proyecto Knopflerfish, que está dirigido y mantenido por Makewave.se usa como un contenedor de clave para muchos proyectos basados en productos Java[54].

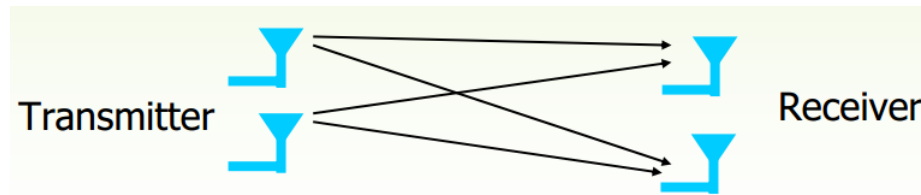
ANEXO D13. MIMO

MIMO es un acrónimo de Multiple Input Multiple Output ó Multiples Entradas Múltiples Salidas. Se trata de una tecnología de antena que sea utilizado en la transmisión hacia un

¹¹³Kartovaara and H. Sauli, "Suomalainen lapsi" ["Finnish child"], Population 2000, vol. 7 (Helsinki, Statistics Finland, 2000), p. 181

¹¹⁴<http://www.peremarques.net/tic.htm>

Figura 93: MIMO para una configuración 2x2



equipo receptor para la comunicación inalámbrica de radio. La ventaja que tiene esta tecnología es que utiliza las redes existentes para su aplicación y que aprovecha la dimensión espacial para mejorar los sistemas inalámbricos. Además está abierta a tecnologías como WiFi – 802.11n, WiMAX – 802.16e, 3G / 4G, entre otras. Puede haber varias configuraciones MIMO. Por ejemplo, un 2x2 Configuración MIMO es de dos antenas para transmitir señales (desde la base estación) y dos antenas para recibir señales (terminal móvil).¹¹⁵ La Figura 93 muestra cómo funciona MIMO para una configuración 2X2.

Características

Algunas características de MIMO son:

- MIMO aprovecha de multi-path.
- MIMO utiliza varias antenas para enviar varias señales paralelas (de transmisor).
- En un entorno urbano, tesis señales rebotan en árboles, edificios, etc. y continúa en su camino a su destino (el receptor) pero en direcciones diferentes.
- "Multi-path" ocurre cuando las diferentes señales llegan al receptor en diversos momentos.
- Con MIMO, el extremo receptor utiliza un algoritmo o señal especial procesamiento para resolver las múltiples señales a una señal que producen
- Tiene los datos transmitidos originalmente.

ANEXO D14. NFC

Near field communication (NFC) -en español: Comunicación de Campo Cercano- es una tecnología de comunicación inalámbrica, de corto alcance y alta frecuencia que permite el intercambio de datos entre dispositivos[?]. Los estándares de NFC cubren protocolos de comunicación y formatos de intercambio de datos, y están basados en ISO 14443 (RFID, radio-frequency identification) y FeliCa¹¹⁶.

Los celulares que se desarrollaron durante el 2012 y 2013 en especial por las empresas Sony y Samsung ya cuentan con esta tecnología, la idea es la estandarización de los servicios como los nuevos sistemas de transporte masivos de las principales ciudades de Colombia. La Figura 94 muestra uno de las aplicaciones principales para este sistema.

¹¹⁵CEWIT, "Center of Excellence in Wireless and Information Technology"

¹¹⁶"Technical Specifications. NFC Forum", 2011

Figura 94: Tecnología NFC



ANEXO D15. PLC

Power Line Communications, también conocido por sus siglas PLC, es un término inglés que puede traducirse por comunicaciones mediante cable eléctrico y que se refiere a tecnologías diferentes que utilizan las líneas de energía eléctrica convencionales para transmitir señales de radio para propósitos de comunicación[59]. La tecnología PLC aprovecha la red eléctrica para convertirla en una línea digital de alta velocidad de transmisión de datos, permitiendo, entre otras cosas, el acceso a Internet mediante banda ancha.

La tecnología PLC puede usar el cableado eléctrico doméstico como medio de transmisión de señales. Las tecnologías HomePlug y HomePlug AV, son los dos estándares de facto más populares empleados en el hogar, sin necesidad de instalar cableado adicional.

ANEXO D16. SCA

Es una tecnología que simplifica el desarrollo de aplicaciones dentro de una Arquitectura Orientada a Servicios. Esta tecnología de software fue creada por los principales proveedores de software como IBM, Oracle y TIBCO. SCA ofrece un modelo para las aplicaciones que lo componen siguen Arquitectura Orientada a Servicios principios.” La tecnología abarca una amplia gama de tecnologías dispares y como tal se especifica en varias especificaciones independientes con el fin de mantener la neutralidad de lenguaje de programación y entorno de aplicación”¹¹⁷.

ANEXO D17. UVB

Son las tecnologías basadas en ultravioleta, Se usan generalmente en la supervisión de la red para las redes inteligentes[?].

ANEXO D18. Xerox PARC’s Zombie Board

Tecnología para dispositivos multimedia desarrollados por la compañía PARC. Se usan principalmente en la domótica y no en el contexto de las redes inteligentes en sí[18].

¹¹⁷Edwards, Mike. "Service Component Architecture" . OASIS. el 7 de abril de 2011.