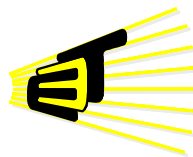


**LABORATORIOS DE ELECTRÓNICA: CRITERIOS DE SELECCIÓN CON BASE  
EN GESTIÓN TECNOLÓGICA**

**DORYS CONSUELO RAMÍREZ PRADA**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA  
Y DE TELECOMUNICACIONES**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE  
TELECOMUNICACIONES  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
BUCARAMANGA**

**2013**

**LABORATORIOS DE ELECTRÓNICA: CRITERIOS DE SELECCIÓN CON BASE  
EN GESTIÓN TECNOLÓGICA**

**DORYS CONSUELO RAMÍREZ PRADA**

**Trabajo de Investigación para optar al título de Magister en Ingeniería  
Electrónica**

**Director:**

**Dr. GILBERTO CARRILLO CAICEDO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE  
TELECOMUNICACIONES  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
BUCARAMANGA**

**2013**

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
2. MARCO TEÓRICO	16
2.1 GESTIÓN TECNOLÓGICA	16
2.2 VIGILANCIA TECNOLÓGICA	19
2.3 ROL DE LOS LABORATORIOS EN EDUCACIÓN SUPERIOR	20
3. METODOLOGÍA	23
3.1 VIGILANCIA: TENDENCIAS	23
3.2 PERFIL DE EGRESO	25
3.3 VIGILANCIA: TECNOLOGIAS	26
3.4 DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO	26
3.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS	29
4. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA	35
4.1 VIGILANCIA: TENDENCIAS	35
4.1.1 Tendencias de investigación	35
4.1.2 Tendencias en la formación del ingeniero electrónico	43
4.2 PERFIL DE EGRESO	52
4.2.1 Área: Sistemas de control y robótica	52
4.2.2 Área: Microelectrónica	54
4.2.3 Área: Tratamiento de señales	55
4.3 VIGILANCIA: TECNOLOGÍAS	56
4.4 DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO	59
4.4.1 Área: Control	59
4.4.2 Área: Microelectrónica	64
4.4.3 Área: Tratamiento de señales	67

4.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS	69
4.5.1 Valoración de proveedores	69
4.5.2 Valoración de tecnologías por área.	72
5. CONCLUSIONES	73
6. RECOMENDACIONES	75
BIBLIOGRAFÍA	76
ANEXOS	78

## LISTA FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Metodología	23
Figura 2. Jerarquía de un HAP	30
Figura 3. Diagrama de jerarquías para el proyecto.	70

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Niveles de autonomía en el laboratorio	21
Tabla 2. Recomendaciones de la Norma UNE 166006 EX	24
Tabla 3. Criterios para la valoración de equipos	33
Tabla 4. Aplicación del proceso de vigilancia tecnológica: investigación y formación	35
Tabla 5. Funciones del ingeniero electrónico y conocimientos que conforman su perfil de egreso	44
Tabla 6. Áreas de desempeño del ingeniero electrónico	46
Tabla 7. Perfil ocupacional y laboral del ingeniero electrónico.	48
Tabla 8. Competencias y campos de acción del ingeniero electrónico	49
Tabla 9. Contenidos referenciales y componentes evaluados en la prueba ECAES 2005	49
Tabla 10. Resumen de los ejercicios de prospectiva	50
Tabla 11. Resumen de las tendencias en formación	51
Tabla 12. Ejercicio de Vigilancia Tecnológica sobre tecnologías para la formación.	56
Tabla 13. Proveedores de equipos didácticos	57
Tabla 14. Escala de valoración para comparaciones pareadas	70
Tabla 15. Desempeño de los proveedores	71

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A. Gestión tecnológica: conceptos y casos de aplicación	79
ANEXO B. Estado del arte vigilancia tecnológica	94
ANEXO C. Aplicación de la metodología HAP	105
ANEXO D. Valoración de tecnologías	110

## RESUMEN

**TITULO:** Laboratorios de Electrónica: Criterios de Selección con base en Gestión Tecnológica<sup>\*</sup>.

**AUTOR:** Dorys Consuelo Ramírez Prada<sup>\*\*</sup>

**PALABRAS CLAVES:** Tecnología, gestión tecnológica, prospectiva, líneas de investigación, laboratorios, ingeniería electrónica, formación en educación superior.

### DESCRIPCIÓN:

Un currículo de pregrado en Ingeniería está idealmente compuesto de un programa integrado de cátedra, y experiencias de laboratorio. Es en el laboratorio donde el estudiante verifica apreciaciones teóricas, confronta contenidos con la realidad, comprueba diseños propios y realiza pruebas de sistemas reales. Estos ambientes son además uno de los componentes fundamentales para garantizar la calidad de la formación ofrecida por las instituciones educativas. Por lo tanto, se requiere contar con instalaciones modernas que permitan desarrollar procesos de formación, investigación y extensión, coherentes con las tendencias tecnológicas en el área de formación y con el perfil de egreso de los estudiantes.

Teniendo en cuenta que la gestión tecnológica es un proceso que integra la ciencia, el conocimiento y la administración para planear, organizar y ejecutar actividades relacionadas con la tecnología de manera estratégica y que contribuyan al alcance de los objetivos empresariales, se presenta en este documento el desarrollo y aplicación de una metodología para la selección de tecnologías, con miras a la modernización de los laboratorios del área de electrónica de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones- E3T

Con el desarrollo de este trabajo se logró realizar la apropiación de los lineamientos de algunas herramientas características de la gestión tecnológica como el benchmarking, el diagnóstico tecnológico y principalmente la vigilancia tecnológica constituyendo una de las etapas iniciales de lo que podría denominarse un proceso de planeación tecnológica para la E3T. Los resultados de este trabajo aportan a los involucrados en el proceso de renovación de la infraestructura tecnológica una visión clara sobre las tendencias del mercado en cuanto a equipos didácticos para la formación en ingeniería y especialmente un panorama sobre las tendencias de investigación en el área de ingeniería electrónica y el perfil de los ingenieros electrónicos.

---

<sup>\*</sup> Trabajo de Investigación

<sup>\*\*</sup> Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Director Doctor Gilberto Carrillo Caicedo

## ABSTRACT

**TITLE:** Electronical laboratories: Selection approaches based on Technology management\*

**AUTHOR:** Dorys Consuelo Ramírez Prada\*\*

**KEY WORDS:** Technology, technology management, technology foresight, labs, electronical engineering, undergraduate formation process

### DESCRIPTION:

An undergraduate curriculum in Engineering is ideally made up of an integrated program of class, and laboratory experiences. It is in the laboratory where the students verify theoretical appreciations, there, the students confront contents with the reality, and they checks their own designs, also they carry out tests of real systems. These learning spaces are also one of the fundamental components to guarantee the quality of the formation offered by the educational institutions. Therefore, it is necessary having modern facilities that allow to develop formation processes investigation processes and extension processes. It is also necessary having coherency between the technological tendencies in the formation area and the student's outgoing competences.

Keeping in mind that technology management is a process that integrates the science, the knowledge and the administration to drift, to organize and to execute activities related with the technology in a strategic way and that they contribute within reach of the managerial objectives, this document presents the development and application of a methodology for the selection of technologies, with an eye toward the modernization of the laboratories of the area of Electrical and Electronics Program at Universidad Industrial de Santander.

With the development of this work it was possible to carry out the appropriation of characteristic tools of the technology management as the benchmarking, the technological diagnosis and mainly the technological surveillance. These projects constitute one of the initial stages of a technology planning process for the E3T. The results of this work give to those involved in the process of renovation of the technological infrastructure a clear vision on the tendencies of the market of didactic equipment for the formation process in engineering and especially an overview on the investigation and education tendencies in electronic engineering.

---

\* Master's Work

\*\* Faculty of Physicist mechanicals engineerings. School of Electrical, Electronics and Telecommunications Engineerings. Director PhD. Gilberto Carrillo Caicedo

## INTRODUCCIÓN

En la última década la tecnología se ha posicionado como uno de los factores más relevantes para lograr altos niveles de competitividad y optimización de los procesos organizacionales. La fuerte competencia entre las organizaciones ha hecho que éstas centren sus esfuerzos en mejorar sus procesos de innovación y desarrollo; contar con personal altamente productivo; aumentar el nivel de calidad y disponer de una robusta infraestructura tecnológica y de información.

Sin embargo, hay evidencia de que la intensiva asignación de recursos para investigación y desarrollo por sí sola, no se traduce en un mejor desempeño competitivo sino que, es necesario comprometer recursos en otras áreas complementarias de la cadena de valor de la organización para obtener una verdadera ventaja competitiva (Zukerman, 2002). Día tras día, las organizaciones están comprendiendo que el más grande reto que enfrentan no es tanto, entender y aplicar una solución tecnológica sino integrar y transferir las tecnologías en productos, servicios y procesos que agreguen valor a la empresa.

La vigilancia tecnológica es una poderosa herramienta que se enmarca dentro de los procesos generales de innovación al que están sometidas todas las organizaciones. Esta práctica se ha venido extendiendo en organizaciones de diferente índole que buscan aumentar su ventaja competitiva.

La Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones como parte de la UIS, una organización en constante crecimiento, que produce y utiliza la tecnología como soporte de sus procesos misionales, no puede ser ajena a los cambios que trae su incorporación en la investigación y en la docencia. Dentro de estos cambios surge la necesidad de contar con una estrategia tecnológica y una metodología que se adapte a su dinámica y permita la optimización de los

procesos relacionados con la identificación, evaluación y selección de tecnologías.

En este documento se presentan los resultados del proyecto para el desarrollo de una metodología basada en la vigilancia tecnológica y aplicada a la actualización de los laboratorios de electrónica de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.

El documento está organizado de la siguiente forma: En el capítulo uno se presenta el planteamiento del problema; en el capítulo dos se expone el marco teórico que da soporte al desarrollo del proyecto. El capítulo tres describe la metodología diseñada para lograr la identificación de tecnologías para la formación en ingeniería electrónica; el capítulo cuatro presenta la aplicación de la metodología propuesta y finalmente se tienen las conclusiones y recomendaciones fruto del desarrollo del proyecto.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El crecimiento de la oferta académica tanto a nivel de pregrado como a nivel de posgrado ha permitido que actualmente la E3T cuente con dos programas de formación en pregrado (ingenierías eléctrica y electrónica) y cuatro en posgrado (especialización en telecomunicaciones, maestría en ingeniería electrónica, maestría en ingeniería eléctrica y Doctorado en Ingeniería)

Los programas de ingeniería, especialmente en el ciclo básico de formación en ingeniería y en ciclo profesional, están estructurados en asignaturas que tienen un componente teórico y otro práctico. Los laboratorios de ingeniería son los espacios en los cuales se aplican los principios de diseño e implementación de pruebas en hardware y software conducentes al análisis estadístico de resultados, y a la presentación de resultados. Se espera que a partir de esta experiencia el estudiante mejore tanto su habilidad para resolver problemas como su capacidad analítica, para desarrollar adecuadamente su juicio profesional.

La capacidad instalada de laboratorios de ingeniería en la E3T comienza a ser insuficiente y obsoleta para el desarrollo de prácticas de laboratorio que fortalezcan el perfil de egreso de sus profesionales a través de actividades de docencia, investigación y extensión soportadas en tecnología acorde con los últimos desarrollos industriales.

En los últimos años, la E3T ha desarrollado cuatro grandes iniciativas en lo referente a modernización y actualización tecnológica de los laboratorios: dotación de equipos de cómputo para análisis de sistemas y simulación; actualización tecnológica de los laboratorios de sistemas digitales y electrónica II, adecuación y dotación de equipos de cómputo para la maestría en ingenierías área: eléctrica y

electrónica; y dotación de equipos para el laboratorio básico de ingeniería eléctrica e ingeniería electrónica.

Estos proyectos se han enfocado principalmente en garantizar disponibilidad de equipos para la cantidad de estudiantes matriculados en las asignaturas. Más allá de la cobertura, la E3T necesita laboratorios apropiados para sus programas de pregrado y posgrado, teniendo en cuenta su Proyecto Educativo, el perfil egreso de sus estudiantes y las tendencias de investigación y desarrollo tecnológico en sus programas de formación.

Para esto se requiere plantear una estrategia que permita la obtención de un panorama completo de los requerimientos y el estado de la infraestructura tecnológica, para seleccionar los cambios y adquisiciones que se deben incluir en la modernización de los laboratorios.

## **2. MARCO TEÓRICO**

Para desarrollar este proyecto se realizó una adaptación de los elementos de la vigilancia tecnológica y la gestión tecnológica, para diseñar y aplicar una metodología que guíe los procesos de identificación y selección de tecnologías para los laboratorios de electrónica de la E3T.

### **2.1 GESTIÓN TECNOLÓGICA**

Alrededor de la década de los 80 comienza la inclusión de la gestión tecnológica en la estrategia empresarial con el fin de mantener y mejorar la posición competitiva de una organización a través de la tecnología (Dankabar, 1993). Sobre este tema se han planteado diversos modelos y concepciones orientados principalmente a la generación de la innovación y a la optimización del uso de la tecnología en las organizaciones, entre estos se encuentran modelos como el de la Fundación COTEC, Hidalgo Nuchera, Gehani y Thamhain, entre otros.

La gestión tecnológica involucra procesos relacionados con la identificación, adquisición, investigación, desarrollo e implementación de las tecnologías en la organización y su explotación para la producción de bienes y/o servicios. Según (Morin, 1985) la gestión tecnológica incluye seis funciones principales a saber: Inventariar, vigilar, evaluar, enriquecer, optimizar y proteger. A continuación se presenta una breve descripción sobre cada una de estas funciones (García, 1990):

#### **INVENTARIAR**

Hace referencia a la identificación de tecnologías que se dominan. Un inventario tecnológico se puede definir formalmente como un registro de los procesos, las técnicas y tecnologías incorporadas a los productos y/o servicios que permite

describir y evaluar cualitativa y cuantitativamente las tecnologías utilizadas. Este tipo de instrumentos da soporte a estudios prospectivos, procesos de toma de decisiones y control de gestión en la organización (Erosa y Arroyo, 2007).

### **VIGILAR**

Consiste en hacer un seguimiento de la evolución de las tecnologías y de las tecnologías que utiliza la competencia. Una herramienta útil para desarrollar esta función es la vigilancia tecnológica, la cual se define como un sistema focalizado, estructurado, sistematizado y permanente de observación y análisis del entorno, seguido de una correcta circulación interna y utilización de la información en la organización para tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse al cambio. Es uno de los factores claves para la gestión de la tecnología (Palop, 1999).

### **EVALUAR**

Evaluar es determinar el potencial tecnológico de la organización y estudiar posibles estrategias. La combinación de las dos funciones anteriores (inventariar y vigilar) permite elaborar un diagnóstico tanto interno como externo de la organización. Este diagnóstico indica a la organización su estado frente a los competidores en cuanto a: Competitividad tecnológica (líder, media, débil); ubicación principal de la tecnología (producto, proceso, maquinaria, servicio); posición en el ciclo de vida de la tecnología; empresas líderes y grado de disponibilidad. Además, permite identificar brechas de la organización con relación a la competencia, incluyendo tecnologías duras y blandas.

### **ENRIQUECER**

Involucra la planificación de los proyectos y la adquisición de las tecnologías. La planificación puede dividirse en dos clases que deben estar relacionadas: la planeación estratégica y la planeación tecnológica. La planeación estratégica se

fundamenta en la visión, objetivos y valores de la organización para elaborar planes y programas que son ejecutados mediante proyectos.

La planeación tecnológica se realiza en las áreas funcionales de la organización, basada en estudios prospectivos y diagnósticos sobre la empresa, para definir si se desarrolla internamente la tecnología o si se opta por la transferencia o compra. Tiene como objetivo incorporar el uso de la tecnología en el desarrollo estratégico de la organización (Erosa y Arroyo, 2007). Esta planeación debe incluir además de la misión y diagnósticos, políticas, objetivos, estrategias y portafolio de proyectos con presupuesto, indicadores y mecanismos de evaluación y control.

### **OPTIMIZAR**

Hace referencia a la utilización óptima de los recursos, y a la apropiación que la organización hace de la tecnología en busca de asimilarla y mejorarla.

La asimilación de tecnología se define como la incorporación de la tecnología en las actividades propias de una organización (Erosa y Arroyo, 2007). Comprende el desarrollo de estrategias para elevar el nivel de uso eficiente de la tecnología hasta dominar sus principios de funcionamiento y llegar al grado de generar cambios en la misma, mientras el tipo de negociación lo permita.

### **PROTEGER**

Esta función está relacionada con los derechos de propiedad industrial, patentes, marcas, etc. La protección a la propiedad industrial (intelectual) puede ser de hecho o de derecho. En el primer caso se busca el secreto y se ponen obstáculos a la copia. En el segundo caso se refiere a una protección legal.

## 2.2 VIGILANCIA TECNOLÓGICA

La vigilancia tecnológica (VT) Es un sistema focalizado, estructurado, sistematizado y permanente de observación y análisis del entorno, seguido de una correcta circulación interna y utilización de la información en la organización para tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse al cambio. Es uno de los factores claves para la gestión de la tecnología (Palop, 99).

Las funciones de un sistema de vigilancia, son (COTEC, 99):

- ❖ **Observar:** búsqueda, captación y difusión
- ❖ **Analizar:** tratamiento, análisis y validación
- ❖ **Difundir:** comunicación y recuperación
- ❖ **Utilizar:** explotación

Cualquier organización que involucre procesos de innovación debería incluir entre las herramientas para la gestión de su tecnología un sistema de vigilancia tecnológica que le permita generar ventajas competitivas a partir de un adecuado empleo de la información. El sistema de vigilancia tecnológica permite:

- ❖ Detectar las oportunidades.
- ❖ Conocer el estado del arte en su dominio.
- ❖ Posicionarse en su sector.
- ❖ Orientar las acciones de investigación y desarrollo.
- ❖ Encontrar socios tecnológicos, financieros, etc.
- ❖ Detectar ideas y nuevas soluciones.
- ❖ Facilitar la incorporación de nuevos avances tecnológicos.
- ❖ Reducir riesgos y detectar amenazas.

Como marco de referencia se ha realizado una revisión de conceptos y casos de aplicación de los lineamientos que sustentan la elaboración de las propuestas de actualización tecnológica de los laboratorios de electrónica de la E3T, objeto de este trabajo de investigación. En el anexo I y II se encuentran los artículos de revisión elaborados en relación con estos temas.

### **2.3 ROL DE LOS LABORATORIOS EN EDUCACIÓN SUPERIOR**

El trabajo práctico es una de las características fundamentales de un programa de formación en ingeniería por cuanto su objetivo es preparar a los estudiantes para la práctica de dicha profesión. Aplicar la ciencia a la vida diaria requiere tanto trabajo práctico como teoría. (Davies, 2008) recalca que para que los estudiantes alcancen un entendimiento satisfactorio de la ingeniería es necesario que tengan una exposición significativa de trabajo práctico en el laboratorio.

Con base en (Wollbenger y Mohan, 2010) y (Davies, 2008) se tiene que el papel y los beneficios del trabajo práctico como parte del currículo son los siguientes:

- Motiva al estudiante y estimula su interés en la asignatura.
- Ayuda al estudiante a demostrar, profundizar y entender los principios discutidos en clase a través de la relación entre teoría y práctica.
- Ofrece la oportunidad de que los estudiantes trabajen juntos en el análisis y solución de problemas de ingeniería.
- Desarrolla en el estudiante habilidades y actitudes que lo habilitan para desenvolverse profesionalmente en un contexto de ingeniería.
- Desarrolla en el estudiante habilidades para la planeación y el desarrollo de experimentos, diseño, solución de problemas y análisis.
- Le permite al estudiante adquirir experiencia en el uso de instrumentos de medida y técnicas de análisis estadístico, la recolección y el análisis de datos.

- Desarrolla habilidades en la presentación de informes técnicos.
- Familiariza a los estudiantes con equipos y materiales.
- Desarrolla el juicio técnico y profesional.

La mayoría de las competencias deseadas de un estudiante de ingeniería pueden ser desarrolladas a través de un proyecto. Sin embargo, antes de comenzar a diseñar una clase individual o experimentos es necesario definir cuáles de las competencias en cada asignatura pueden ser alcanzadas a través de este tipo de trabajo.

De acuerdo con (Davies, 2008) el tipo de actividad propuesta en el laboratorio se proponen los niveles de autonomía mostrados en la 0.

**Tabla 1. Niveles de autonomía en el laboratorio**

<b>Nivel de autonomía</b>	<b>Tipo de actividad en el laboratorio</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Material</b>	<b>Métodos</b>	<b>Respuesta</b>
0	Demostración	Dados	Dado	Dados	Dados
1	Ejercicio	Dados	Dado	Dados	Abierta
2	Indagación estructurada	Dados	Dado en una parte o completo	Dados en una parte o completo	Abierta
3	Indagación	Dados	Abierto	Abiertos	Abierta
4	Proyecto	Abiertos	Abierto	Abiertos	Abierta

En (NA, 1986) se establece que el laboratorio es el lugar para aprender y desarrollar las asignaturas, así como para profundizar y entender el mundo real de la ingeniería. La profundización incluye identificación de modelos, validación y limitación de suposiciones, presunción de desempeño de sistemas complejos, pruebas sobre especificaciones y exploración sobre nueva información fundamental.

(Wollbenger y Mohan, 2010) recalcan que aunque los laboratorios acercan la teoría a la práctica; la sola existencia de los laboratorios no garantiza la efectividad del currículo. De hecho la mayoría de laboratorios están dotados con tecnologías que ya no se usan en los procesos industriales y el software que manejan los estudiantes no les permite familiarizarse totalmente con los paquetes que se usan en la industria. (NA, 1986) y (Davies, 2008) resaltan que uno de los propósitos del laboratorio es introducir a los estudiantes en el desarrollo de procesos de la forma en que se desarrollan en la industria para lo cual se requiere de equipos de laboratorio de alta calidad que al menos sean representativos del equipo que está siendo usado en la industria.

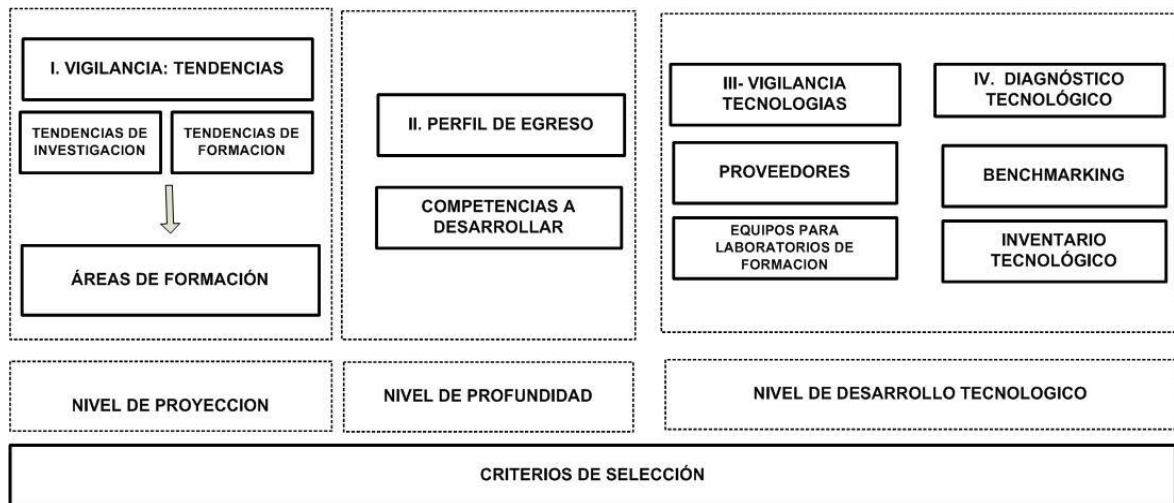
Otras falencias comunes están relacionadas con los casos de sobrecupo en los laboratorios lo cual ocasiona que la práctica y la intervención individual sea tal que los estudiantes pierden el interés en este tipo de experiencias. Por otra parte, los docentes no tienen la suficiente asistencia técnica para configurar y chequear los experimentos y ofrecer una rutina de servicio y mantenimiento o incluso para seguir la ubicación de un equipo.

Es en este sentido que se requiere una metodología de al proceso de selección de tecnologías de formación una estructura básica para lograr que la dotación de espacios de aprendizaje como los laboratorios ofrezcan las condiciones necesarias para que los estudiantes desarrollen un las competencias esperadas.

### 3. METODOLOGÍA

Partiendo de los referentes anteriores y con base en los que se basada en lo que se conoce como un sistema de inteligencia tecnológica<sup>1</sup> (Castellanos, 2007) se diseñó una metodología para identificar las tecnologías que podrían implementarse en los laboratorios de formación del programa de ingeniería electrónica.

Figura 1. Metodología



#### 3.1 VIGILANCIA: TENDENCIAS

Una vez definido el problema y establecido el marco de referencia para el desarrollo del proyecto se realizaron dos ejercicios de vigilancia tecnológica

<sup>1</sup> Sistema que utiliza e integra herramientas de la gestión tecnológica como el benchmarking, la vigilancia tecnológica y la prospectiva tecnológica para fortalecer el direccionamiento estratégico de una organización, incorporando un trabajo analítico en el tiempo y forma apropiados para definir las implicaciones que los avances tecnológicos pueden tener en el bienestar de la organización.

siguiendo las recomendaciones de la norma UNE 166006 EX<sup>2</sup>. En la 0 se describen las recomendaciones dadas por esta norma.

**Tabla 2. Recomendaciones de la Norma UNE 166006 EX**

ETAPA	DESCRIPCIÓN
IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES DE INFORMACIÓN	La organización deberá determinar las principales necesidades a cubrir por el sistema de VT de acuerdo con su política y objetivos, teniendo en cuenta la situación de partida de la organización que además servirá para identificar los factores críticos de vigilancia.
IDENTIFICACIÓN DE FUENTES INTERNAS Y FUENTES EXTERNAS DE INFORMACIÓN	Con base en las necesidades de información se identificarán en primera medida las fuentes de información y los recursos disponibles en la organización junto con aquellas que pueden ser accesibles.
MEDIOS DE ACCESO A LAS FUENTES	Definir el medio de acceso a las fuentes que son consideradas relevantes anulando aquellas que dejen de serlo.
BÚSQUEDA TRATAMIENTO Y VALIDACIÓN DE LA INFORMACIÓN	El tratamiento inicial de la información podrá valorar datos en términos de su pertinencia, confiabilidad y relevancia. Como resultado, se obtendrá información formal que puede ser distribuida a las partes interesadas de la organización.
PONDERACIÓN DE LA INFORMACIÓN	Una vez validada la información obtenida se analizará para darle valor de cara a la toma de decisiones según los criterios establecidos por la organización.
RESULTADOS DE LA VIGILANCIA TECNOLÓGICA	El principal resultado de la VT será el conocimiento por la organización para que pueda anticiparse a los cambios con menor riesgo en las decisiones. Algunas de las acciones derivadas de la VT son: Anticipación, aprovechamiento de oportunidades y reducción de riesgos.

<sup>2</sup> Gestión de la I+D+i: Sistema de Vigilancia Tecnológica

### 3.2 PERFIL DE EGRESO

Se incluye en como parte fundamental de la metodología propuesta un análisis del perfil de egreso de los estudiantes de ingeniería electrónica en las áreas de formación seleccionadas para los laboratorios.

El perfil de egreso está conformado por un conjunto de competencias, denominadas competencias profesionales, las cuales hacen inicialmente referencia a aquellas características que dotan al egresado de la capacidad de actuar adecuadamente, en una tarea profesional en un contexto determinado respaldado por los conocimientos pertinentes a su formación disciplinar y en coherencia con una serie de principios éticos (Larrain y Gonzalez,2008).

(Román y Vander, 2007) se refieren a estas competencias considerando, tanto los aspectos que van a ayudar inicialmente a comenzar una actividad profesional, como a desarrollarlas con éxito posteriormente. Su propuesta no se centra en los conocimientos propios de cada parcela del saber, sino en aquellos que, de forma general, se pueden adquirir en lo personal para organizar la actividad profesional y desarrollarla de forma cotidiana, sea ésta la que sea.

Desde una óptica integral, el perfil de egreso se puede definir como el estado potencial del egresado, desarrollado a través del proceso de formación, que le permite abordar, afrontar, formular y solucionar problemas de diferente nivel de complejidad. Esta visión articula los conocimientos profesionales con las experiencias laborales, las necesidades del entorno institucional, las necesidades del entorno social y las demandas del sector industrial.

Estas competencias deben ser afines tanto con las demandas explícitas del entorno como con la estructura del campo disciplinar propuesta por la academia y cobran sentido cuando se les aprecia desde la óptica de una tarea profesional

determinada para la cual existen criterios de logro, calidad o efectividad previamente establecidos.

En coherencia con lo anterior, se toma como punto de partida la relación entre plan de estudios contemplado en el proyecto educativo de la E3T (en el cual los docentes han explicitado los contenidos de las asignaturas, sus propósitos y en algunos casos las competencias a desarrollar) y las tendencias de investigación y formación en ingeniería electrónica, para elaborar una propuesta sobre las competencias que el estudiante de ingeniería electrónica debería desarrollar en las áreas de formación que se elijan como resultado del análisis de tendencias en investigación y formación

### **3.3 VIGILANCIA: TECNOLOGIAS**

Este ejercicio de vigilancia consiste en identificar las evoluciones y novedades de la tecnología. En este caso se realiza una exploración sobre las tendencias de equipos para la formación en ingeniería.

Se siguen los mismos pasos descritos en el numeral 3.1 adaptándolos a la necesidad de información relacionada con tecnologías para formación en laboratorios específicamente en educación superior.

### **3.4 DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO**

La gestión de la tecnología se concreta en diversos procesos de toma de decisión, basados en la disponibilidad de información actualizada de la situación en la que se encuentra la organización en cuestión y la posición que se desea ocupar en un determinado momento futuro.

La elaboración de un plan de acción tecnológico requiere disponer de un diagnóstico de la situación de partida en lo que se refiere al uso de las tecnologías disponibles (y las que se utilizan por otras organizaciones competidoras o aliadas) en relación con los requisitos de sus clientes y las necesidades de los productos o servicios que se desarrollen por una parte, y de unos objetivos definidos teniendo presente el papel de la tecnología como base de la competitividad futura de la organización, por otra.

Determinar la situación en la que se encuentra una organización en lo que se refiere al uso de las tecnologías no depende únicamente de disponer de un conjunto de datos sobre cada una de ellas, sino también de la valoración que se puede hacer de ello.

La valoración de la situación ligada al diagnóstico está en función de tres elementos básicos:

- La evolución temporal que ha tenido el uso de la tecnología en la empresa en un determinado periodo.
- La situación relativa con respecto a los competidores tanto en las tecnologías empleadas como en la forma en la que éstas se utilizan.
- La adecuación a los objetivos concretos relacionados con los productos, procesos o servicios a los que se dedica la organización.

Para la elaboración del diagnóstico tecnológico de los laboratorios de formación se aplicaron dos herramientas de la gestión tecnológica: La elaboración de un inventario tecnológico y un *benchmarking* competitivo.

## **BENCHMARKING**

El *benchmarking* es un método de diagnóstico que consiste en la comparación de una empresa con otras que tengan semejanzas o que pertenezcan a un mismo campo con el fin de encontrar brechas entre su desempeño o sus prácticas. En dicha comparación se pueden incluir productos, servicios o procesos que preste o desarrolle la organización.

El *benchmarking* es una valiosa herramienta de administración debido a que proporciona un enfoque disciplinario y lógico para comprender y evaluar de manera objetiva las fortalezas y debilidades de una compañía, en comparación con otras. Los administradores expertos de las asociaciones de *benchmarking* saben que es precisamente esta conciencia dentro de la organización lo que constituye el ímpetu para el desarrollo, aplicación y actualización de los planes de acción específicos que, mejorarán su desempeño.

El *benchmarking* competitivo es el método más ampliamente aplicado. Se orienta hacia los productos, servicios y procesos de trabajo de los competidores directos. Esta clase de información es valiosa porque las prácticas de un competidor afectan a los clientes potenciales o actuales, proveedores y observadores de la industria. La ventaja clave cuando se lleva a cabo un proceso de *benchmarking* entre competidores es que ellos emplean tecnologías y procesos iguales o muy similares a los propios, y las lecciones aprendidas se transfieren con mucha facilidad.

En el desarrollo de este proyecto se consultó a través de búsquedas internet, la información que otras instituciones de educación publican en sus sitios Web sobre los laboratorios de formación con que cuentan y la infraestructura tecnológica que los compone.

## **INVENTARIO TECNOLÓGICO**

Un inventario tecnológico es un instrumento utilizado para obtener información cualitativa y cuantitativa sobre las tecnologías disponibles en la empresa. Posibilita la planificación y la identificación de necesidades a corto, mediano y largo plazo.

El inventario tecnológico elaborado en este caso de aplicación se centró en el *hardware* y *software* existente en los laboratorios de formación de la E3T, específicamente en los relacionados con el programa de pregrado en Ingeniería Electrónica.

### **3.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS**

Al momento de seleccionar una tecnología para ser incorporada en una organización, es necesario considerar una serie de factores que garanticen que la alternativa elegida sea la mejor opción.

(García et al, 2006) señalan que las decisiones de inversión en tecnología realizadas por las empresas con base en criterios técnicos permiten alcanzar una mejor calidad de productos y disminuir costos. Al respecto (Rodríguez et al, 2009) recopilan los métodos más utilizados para las selección de alternativas, específicamente en el campo tecnológico, entre los cuales se encuentran las matrices de decisión y el Proceso Analítico Jerárquico.

En este sentido, una vez identificados los proveedores de la tecnología requerida para dotar los laboratorios, se hace necesario establecer criterios para seleccionar de forma objetiva tanto los proveedores como, los productos que ofrecen al respecto.

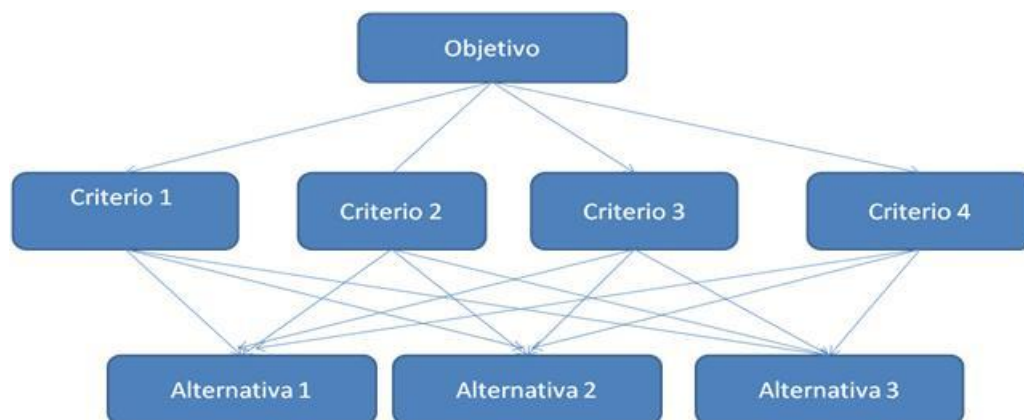
Con base en los ejercicios de vigilancia tecnológica de equipos didácticos para formación en ingeniería; la revisión de la literatura disponible respecto al rol de los laboratorios; la adaptación de los lineamientos sobre las dimensiones de la calidad tanto del servicio como del producto (Moreno, Peris y González, 2001) y algunas aproximaciones sobre evaluación de tecnología se establecieron los siguientes criterios de selección para los proveedores y las tecnologías.

### **CRITERIOS PARA LA VALORACIÓN DE PROVEEDORES**

Para establecer un rango de clasificación sobre el desempeño de los proveedores se implementa un Proceso Analítico Jerárquico (HAP por sus siglas en inglés) el cual es una técnica estructurada que apoya el proceso de toma de decisiones complejas.

El HAP provee un marco de referencia para estructurar un problema de decisión, representar y cuantificar sus elementos, relacionarlos con los objetivos generales, y evaluar alternativas de solución, tal como se muestra en la 0.

**Figura 2. Jerarquía de un HAP**



La metodología inicia con la construcción de una jerarquía de objetivos y posteriormente se evalúan sistemáticamente sus elementos para compararlos unos con otros. La comparación entre parejas de factores se realiza indicando el grado en el cual una alternativa se prefiere sobre otra, utilizando una escala de 0 a 9 puntos según el grado de preferencia de una sobre la otra.

Después de la comparación se construye una matriz de prioridades para determinar ponderaciones sobre el grado de importancia de cada factor respecto a la visión de cada participante. Finalmente se comparan las alternativas respecto a cada uno de los factores del último nivel de jerarquía y determinar de este modo prioridades globales (Erosa y Arroyo, 2007).

Se establecen cuatro criterios para valorar el desempeño de los proveedores:

- **CAPACIDAD TÉCNICA:** Conjunto de conocimientos y habilidades del proveedor para prestar sus servicios.
- **CAPACIDAD DE RESPUESTA:** Disposición para ofrecer un servicio rápido.
- **COMUNICACIÓN Y ACCESIBILIDAD:** Ubicación en la región. Atención individualizada ofrecida al cliente.
- **CALIDAD PERCIBIDA:** Imagen y reconocimiento de la marca o el proveedor. Experiencia en el suministro y montaje de laboratorios similares en otras universidades.

### **CRITERIOS PARA LA VALORACIÓN DE EQUIPOS**

Para la valoración de los equipos se diseña una matriz de decisión en la cual se incluyen dos tipos de criterios para la valoración de los tecnologías para la formación en ingeniería: un primer grupo corresponde a los criterios desde el

punto de vista tecnológico y el otro grupo a criterios desde el punto desde la óptica del proceso de formación. La ponderación de dichos criterios se presenta en la 0.

### **Criterios desde el punto de vista tecnológico**

- **DESEMPEÑO:** Cumplimiento de las especificaciones básicas que se espera de la tecnología a adquirir. Incluye las características funcionales que satisfacen los requerimientos establecidos.
- **PRESTACIONES:** Características complementarias o prestaciones adicionales de la tecnología.
- **DURABILIDAD:** Vida útil de la tecnología, duración.
- **CAPACIDAD DE SERVICIO:** Incluye servicios como soporte técnico, garantía, atención rápida, mantenimientos etc.
- **ESCALABILIDAD:** Posibilidad de incrementar con el tiempo la complejidad y el tamaño de los módulos a través de su expansión.
- **COMPONENTES REALES:** Inclusión de componentes manejados en los procesos industriales reales.
- **NECESIDAD DE ADECUACIONES:** Especificaciones del equipo que hagan referencia a la necesidad de adecuaciones especiales en los laboratorios para su desempeño.

- **NECESIDAD DE COMPONENTES ADICIONALES:** Equipos o módulos que se deben adquirir de forma independiente para que el adecuado desarrollo de las prácticas.

**Criterios desde el punto de vista del proceso de formación:**

- **ALINEACIÓN CON LAS COMPETENCIAS:** Posibilidades que ofrece el equipo para desarrollar las competencias propuestas en el perfil de egreso del estudiante.
- **NIVEL DE COMPLEJIDAD:** Asociado a la profundidad con que se puede indagar en los temas de la asignatura.
- **NIVEL DE AUTONOMÍA:** Relacionado con el tipo de actividades que puede desarrollar el estudiante utilizando las tecnologías.

**Tabla 3. Criterios para la valoración de equipos**

<b>CRITERIOS DESDE EL PUNTO DE VISTA TECNOLÓGICO</b>	<b>NIVEL</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR</b>
<b>DESEMPEÑO</b>	ALTO (A)	Cumplimiento en alto grado de las especificaciones básicas que se espera de la tecnología a adquirir	3
	MEDIO (M)	El equipo cumple medianamente las especificaciones básicas que se espera de la tecnología a adquirir.	2
	BAJO (B)	El equipo cumple en bajo grado las especificaciones básicas que se espera de la tecnología a adquirir.	1
<b>PRESTACIONES</b>	SI (S)	El sistema ofrece prestaciones adicionales a su función primordial	1
	NO (N)	El sistema NO ofrece prestaciones adicionales a su función primordial	0
<b>DURABILIDAD</b>	ALTO (A)	El equipo exhibe esta característica en alto grado .	3
	MEDIO (M)	El equipo exhibe medianamente esta característica	2
	BAJO (B)	El equipo exhibe esta característica en bajo grado .	1

<b>CRITERIOS DESDE EL PUNTO DE VISTA TECNOLÓGICO</b>	<b>NIVEL</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR</b>
CAPACIDAD DE SERVICIO	SOPORTE TÉCNICO (ST)	Se cuenta con soporte técnico	1
	MANTENIMIENTO NETO (M)	Se cuenta con mantenimiento	1
	GARANTÍA (G)	Se cuenta con garantía	1
ESCALABILIDAD	SI (S)	El sistema ofrece la Posibilidad de incrementar con el tiempo la complejidad y el tamaño de los módulos a través de su expansión.	1
	NO (N)	El sistema NO ofrece la Posibilidad de incrementar con el tiempo la complejidad y el tamaño de los módulos a través de su expansión.	0
COMPONENTES REALES	SI (S)	El sistema incluye componentes reales	1
	NO (N)	El sistema NO incluye componentes reales	0
COMPONENTES ADICIONALES	SI (S)	El sistema requiere Componentes adicionales para funcionar	0
	NO (N)	El sistema NO requiere Componentes adicionales para funcionar	1
COMPLEJIDAD	ALTO (A)	la profundidad con que se puede indagar en las temáticas de la asignatura es alta.	3
	MEDIO (M)	la profundidad con que se puede indagar en las temáticas de la asignatura es media	2
	BAJO (B)	la profundidad con que se puede indagar en las temáticas de la asignatura es baja.	1
AUTONOMIA	ALTO (A)	El sistema permite un alto grado de interacción de los estudiantes con sus componentes para realizar experimentación	3
	MEDIO (M)	La intervención del estudiante para modificar parámetros del sistema es moderada	2
	BAJO (B)	El sistema se basa en la demostración	1
ALINEACION COMPETENCIAS	ALTO (A)	Los contenidos que se pueden desarrollar con el sistema están alineados en alto grado con las competencias del área	3
	MEDIO (M)	Los contenidos que se pueden desarrollar con el sistema están alineados medianamente con las competencias del área	2
	BAJO (B)	Los contenidos que se pueden desarrollar con el sistema están alineados en bajo grado con las competencias del área	1

## 4. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

### 4.1 VIGILANCIA: TENDENCIAS

**4.1.1 Tendencias de investigación.** El acelerado desarrollo de las tecnologías de Información y Comunicación ha suscitado el interés de asociaciones académicas e industriales por establecer líneas prioritarias o estratégicas hacia las cuales debe enfocarse la investigación y el desarrollo en esta área. Con el objetivo de mantener la coherencia entre estas tendencias mundiales y la formación en ingeniería electrónica se realizó un análisis de diversos estudios de prospectiva en las áreas de electrónica y tecnologías de información y comunicación. Este estudio permitió identificar las líneas a priorizar en la formación del ingeniero electrónico en la E<sup>3</sup>T especialmente en lo relacionado con los laboratorios de pregrado.

**Tabla 4. Aplicación del proceso de vigilancia tecnológica: investigación y formación**

ETAPA	EJERCICIO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA No 1- TENDENCIAS DE FORMACION	EJERCICIO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA No 2- TENDENCIAS DE INVESTIGACION
IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES DE INFORMACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tendencias de formación en el área de ingeniería electrónica.</li> <li>• Tendencias de investigación en el área de ingeniería electrónica</li> </ul>	Proveedores y Fabricantes de equipos didácticos para la formación en ingeniería
IDENTIFICACIÓN DE FUENTES INTERNAS Y FUENTES EXTERNAS DE INFORMACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asociaciones del sector</li> <li>• Universidades</li> <li>• Grupos de Investigación</li> <li>• Publicaciones de congresos, seminarios,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asociaciones del sector</li> <li>• Universidades</li> <li>• Grupos de investigación.</li> <li>• Información disponible en internet.</li> </ul>

ETAPA	EJERCICIO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA No 1- TENDENCIAS DE FORMACION	EJERCICIO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA No 2- TENDENCIAS DE INVESTIGACION
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyecto educativo del programa.</li> <li>• Informes de prospectiva tecnológica.</li> </ul>	
MEDIOS DE ACCESO A LAS FUENTES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Red de la universidad.</li> <li>• Bases de datos de la biblioteca.</li> <li>• Conexión a Internet.</li> <li>• Buscador Google</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Red de la universidad.</li> <li>• Conexión a Internet.</li> <li>• Buscador <i>Google Scholar</i></li> </ul>
BÚSQUEDA TRATAMIENTO Y VALIDACIÓN DE LA INFORMACIÓN	Definición de criterios de valoración de los informes de prospectiva consultados	• Definición de criterios de selección de proveedores.
PONDERACIÓN DE LA INFORMACIÓN	Elaboración de resumen con las líneas de investigación y formación identificadas.	• Elaboración de resumen con los proveedores y fabricantes identificados.
RESULTADOS DE LA VIGILANCIA TECNOLÓGICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propuesta de áreas de formación para los laboratorios de ingeniería electrónica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listado de opciones de equipos para dotar los laboratorios de formación.</li> </ul>

Para desarrollar este análisis se seleccionaron los ejercicios de prospectiva realizados a nivel internacional, regional (Latinoamérica) y local (UIS) presentados a continuación.

#### **4.1.1.1 Ejercicios de prospectiva internacionales**

##### **ESTRATEGIA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (ENCYT). EJERCICIO DE PROSPECTIVA A 2020**

Ejercicio Nacional de Prospectiva puesto en marcha por la secretaría de Estado de Universidades e Investigación del MEC a través de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), con la colaboración de la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP) y la Fundación Observatorio de Prospectiva Tecnológica e Industrial (OPTI). Dicho ejercicio recoge doce informes realizados por los paneles de expertos de las áreas de Agroalimentación y Pesca, Ciencias de la salud y Biotecnología, Energía, Humanidades y Ciencias sociales, Ordenación del Territorio y Recursos Turísticos, Química y Materiales, Recursos Naturales y Medio Ambiente, seguridad y Defensa, Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones, Tecnologías de Diseño y Producción Industrial, Transporte, Matemáticas y Física. (FENCYT, 2008)

Específicamente en el área de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, el informe presenta doce (12) tendencias: Interfaces avanzadas, sistemas empotrados y distribuidos, ingeniería del software y gestión de la información, sistemas inteligentes, comunicaciones móviles e inalámbricas, comunicaciones por satélite, arquitectura y tecnologías de redes, tecnologías audiovisuales en red, tratamiento de la señal y sus aplicaciones, electrónica y componentes, desarrollo de aplicaciones y servicios, y grandes infraestructuras.

Estas tendencias se han clasificado en el estudio en dos tipos de líneas de investigación: Estratégicas y consolidadas. Para este proyecto se han seleccionado las líneas estratégicas planteadas como focos de desarrollo en el mediano y largo plazo. Además se han seleccionado sólo las relacionadas con el área de electrónica por cuanto en el informe se mezclan las relacionadas con el

área de telecomunicaciones, objeto de otro proyecto. Las líneas seleccionadas son las siguientes:

- Tratamiento de la señal y sus aplicaciones
- Electrónica y componentes
- Sistemas empotrados y distribuidos

#### THE VICTORIAN ELECTRONICS INDUSTRY CLUSTER

Este informe hace parte de un estudio emprendido por el Centro para los Estudios Económicos Estratégicos, de la Universidad de la Victoria (Australia), orientado a proporcionar una visión clara sobre la cadena de valor de la electrónica incluyendo el diseño y fabricación de componentes; y la fabricación, ensamblaje, venta, instalación mantenimiento y reparación de equipos eléctricos y electrónicos. Aunque el reporte se hace énfasis en el *clúster* del sector electrónico de Australia en general y del estado de Victoria, en particular; presenta una revisión a las tendencias del mercado y la producción mundial, la evolución de la industria electrónica y las tecnologías emergentes, identificando oportunidades y amenazas potenciales de la industria (Houghton & Thorburn, 2004).

Entre las tendencias más destacadas en este documento se encuentran: microelectrónica, tecnologías de telecomunicaciones, tecnologías avanzadas de manufactura, tecnologías de materiales, sensores e imágenes, computación cuántica, sistemas complejos, fotónica, nanotecnología y bioinformática, Mems (microelectrical mechanical systems) y robótica.

#### **4.1.1.2 Ejercicios de prospectiva regionales**

##### LIBRO BLANCO DE LA PROSPECTIVA TIC

Informe del ejercicio de prospectiva sobre TIC realizado en Argentina en el año 2008 con el objetivo de identificar las tecnologías, las áreas de aplicación y de

negocios que deberían impulsarse en ese país en el área de TIC, así como la educación necesaria para el desarrollo de las TIC y la forma de impulsar la interacción público-privada-académica. El ejercicio allí documentado parte de diez y nueve (19) áreas así: Áreas de aplicación: Industria, Agro, Gobierno, Servicios, Contenidos y Seguridad; áreas tecnológicas: Ingeniería de Software, Señales, Tecnologías de las Imágenes, Software Embebido, Micro y Nano electrónica y, finalmente las áreas transversales: Educación y Capital Humano, Innovación e I+D y Diáspora (Baum & otros, 2008). En dicho ejercicio se identificaron dos elementos claves: las áreas críticas y los focos tecnológicos para cada área de aplicación. Con base en esto se presentan las recomendaciones de acción para el desarrollo del área de TIC. Como referente para el desarrollo de este proyecto, se seleccionaron los focos tecnológicos como líneas estratégicas de investigación:

- Micro y Nano electrónica
- Software embebido
- Señales
- Imágenes
- Instrumentación y automatización

#### **4.1.1.3 Ejercicios de prospectiva nacionales**

##### **PLAN ESTRATÉGICO PROGRAMA NACIONAL DE ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES E INFORMÁTICA**

Como una herramienta para orientar las líneas de acción y las estrategias en el periodo 2005-2015, en las áreas de electrónica, telecomunicaciones e informática, el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y Tecnología Francisco José de Caldas –COLCIENCIAS, realizó un análisis sobre la situación de las tecnologías de información y comunicación, y sus tendencias a escala mundial contemplando las actividades desarrolladas por las universidades, la

industria, los organismos reguladores y las políticas establecidas por las agencias de promoción para encauzar la investigación y el desarrollo tecnológico en este tema tanto a nivel nacional como internacional (Tovar, 2005).

Las líneas orientadoras definidas por COLCIENCIAS en el campo de la electrónica se agrupan en cuatro grandes líneas:

- Electrónica inalámbrica
- MNbic (Micro, Nano, Info, Cogno),

#### DOCUMENTO SECTORIAL, CADENA ELECTRÓNICA Y EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES

Como parte de la Agenda Interna para la Productividad y la Competitividad, elaborada por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), el sector de electrónica y equipos de telecomunicaciones elaboró un documento sectorial que plasma la estrategia competitiva de esta cadena productiva abordando cuatro líneas de acción: Desarrollo y consolidación del *clúster* del sector; aprovechamiento de la transversalidad de la cadena para interactuar con otros sectores; creación de una cultura de la inversión, el desarrollo, la innovación y el mejoramiento de sus productos y , reconocimiento como sector estratégico para el desarrollo económico y social del país (DNP, 2007). El documento sectorial presenta una estructura simplificada de la cadena productiva de electrónica compuesta por los eslabones de cajas y *racks*, partes y accesorios, componentes electrónicos, antenas para telecomunicaciones, circuitos electrónicos, partes y tarjetas para computador, equipos de instrumentación y control, equipos de electrónica de potencia, computadores y equipos para tratamiento de datos y equipos de telecomunicaciones, en la cual se identifican principalmente tres actividades:

- Obtención de materiales semiconductores, conductores y aislantes que se utilizan en la fabricación de componentes electrónicos.
- Fabricación de circuitos impresos diseñados a la medida de las capacidades específicas de los demandantes.
- Ensamble de tarjetas, circuitos, partes y accesorios dentro de soportes físicos que permitan su presentación funcionalidad y portabilidad.

## BRECHAS TECNOLÓGICAS EN EDUCACIÓN SUPERIOR ÁREA ELECTRO-ELECTRÓNICA

En el informe final del plan estratégico para la educación superior en biotecnología y electro-electrónica se describen las tendencias tecnológicas en las áreas electro- electrónica desde tres puntos de vista diferentes: el de la sociedad, el de los centros de investigación y formación y el de la industria. Para determinar las necesidades que la sociedad ve como prioritarias, el informe hace referencia a las tecnologías que tendrán mayor impacto social en los próximos años de acuerdo con un estudio de la IEEE: La ingeniería biomolecular, la nanotecnología, la megacomputación, y la robótica. En cuanto las tendencias consideradas por el sector académico y de investigación, presenta una revisión de las áreas de investigación, tanto básica como aplicada, prioritarias de las universidades más destacadas de Estados Unidos: Dispositivos y componentes electrónicos, ópticos, electro-ópticos, y electromecánicos y su aplicación en microsistemas, procesadores, sensores y actuadores; la aplicación de microsistemas en la bioingeniería, la medicina y la seguridad; mecatrónica, elementos de conmutación en sistemas digitales, microfotónica, y las tecnologías de identificación biométrica (TECNOS, 2005).

Desde la óptica industrial, con base en estudios sobre las tendencias del mercado en el sector electrónico realizados por el Ministerio del Comercio en Corea y por la SIA (Semiconductor Industry Association) se identificaron los siguientes como los principales segmentos: telecomunicaciones, procesamiento de datos,

electrónica de consumo, electrónica para la industria, industria aeroespacial, industria del automóvil, equipos portátiles e inalámbricos, sistemas de banda ancha, conmutación para internet, almacenamiento masivo y computadores. Los anteriores mercados están fundamentados en tres tecnologías básicas: SoC (systems-on-chip), circuitos mixtos (analógicos/digitales) y, microprocesadores.

#### PROSPECTIVA DE LA ELECTRÓNICA EN COLOMBIA

La Universidad Nacional de Colombia, realizó un estudio prospectivo con expertos del sector electrónico nacional identificando problemáticas, soluciones y líneas de investigación de la ingeniería electrónica con el objetivo de proporcionar a la industria, la academia y el gobierno una guía para trazar estrategias en el área, con base en una visión más clara del futuro de este sector en el país (Garzón Gaitán, Tovar Gutierrez, & Rodriguez Peñaranda, 2008). Las líneas de investigación identificadas en este estudio fueron: integración de la electrónica con otras disciplinas, automatización, servicios, electrónica inalámbrica, instrumentación industrial, uso de tecnologías apropiadas para la región, exploración de tecnologías CAD e investigación de mercados.

#### **4.1.1.4 Ejercicios de prospectiva locales**

#### ANÁLISIS DE ACTORES Y ESCENARIOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PROGRAMAS ESTRATÉGICOS DE INVESTIGACIÓN EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

La Universidad Industrial de Santander, a través de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión desarrolló el proyecto institucional “Identificación de programas estratégicos de investigación de la Universidad Industrial de Santander”, en el área de Tecnologías de Información y Comunicación, cuyo objetivo es identificar las líneas estratégicas, capacidades y requerimientos para el desarrollo de programas de investigación institucionales en esta área.

Estructurado en dos fases, dicho proyecto condujo en su primera fase a la elaboración de un mapa tecnológico preliminar del área de TIC, la clasificación de los grupos de investigación de la Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas de la Universidad y de otras universidades a nivel nacional y mundial (Higuera, 2009). En la segunda fase se plantearon algunos escenarios futuros en el área de TIC con el fin de orientar las líneas de investigación en conformidad con las tendencias tecnológicas, las variables que inciden en el desarrollo del área y la fuerza de los actores que interactúan en dicho sector (Jaimes Galvis & Serrano Mantilla, 2010).

Resultado del proyecto en mención, se plantearon seis (6) líneas estratégicas de investigación para la UIS, en el área de TIC: Sistemas de Control y robótica, procesamiento de señales, comunicaciones inalámbricas, Mems y Nems, microelectrónica, e ingeniería el software. Se consideraron relevantes para el desarrollo de este proyecto las siguientes líneas de investigación:

- Sistemas de Control y robótica
- Procesamiento de señales
- Mems y Nmems
- Microelectrónica

**4.1.2 Tendencias en la formación del ingeniero electrónico.** Además del análisis de las tendencias de investigación en el área de electrónica, se realizó un análisis sobre las tendencias en la formación profesional de ingenieros electrónicos, tanto a nivel nacional como internacional, con el objetivo de identificar las principales características que se esperan de un egresado y con base en ello fortalecer la formulación de las propuestas de los laboratorios garantizando su pertinencia con las demandas del sector. Este análisis también se basó en documentos de referencia de asociaciones académicas e industriales

del sector tanto a nivel nacional como internacional que han desarrollado proyectos alrededor del tema, los cuales se presentan a continuación.

#### 4.1.2.1 Estudios internacionales

#### REPORTE FINAL DE LOS GRUPOS DE TRABAJO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA, PROYECTO 6X4

El proyecto 6X4 realizó un estudio de seis profesiones en cuatro ejes de análisis en América Latina y el Caribe en consenso con la Unión Europea. Los ejes de análisis fueron los créditos académicos, las competencias profesionales, la evaluación y acreditación, y la formación para la innovación y la investigación; precisamente una de las seis profesiones analizadas fue la ingeniería electrónica. En el informe del proyecto 6X4, por consenso de las universidades participantes, se definieron cinco funciones básicas que desempeña un ingeniero en ésta área; cada una de estas funciones se definió en términos de acciones, criterios de ejecución y evidencias de desempeño. Además se incluye una propuesta de las competencias genéricas y específicas y un perfil de egreso para los profesionales de esta área (Prieto Mejía & Pérez Cáceres, 2008). En la 0 se resumen las funciones indicadas por el informe mencionado y los conocimientos que se incluyen en el perfil de egreso.

**Tabla 5. Funciones del ingeniero electrónico y conocimientos que conforman su perfil de egreso**

FUNCIONES	CONOCIMIENTOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modelado de sistemas, fenómenos y procesos.</li> <li>▪ Resolución de problemas en ingeniería, mediante la aplicación de las ciencias básicas, utilizando un lenguaje lógico y simbólico.</li> <li>▪ Planeación, diseño, evaluación del</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Física y matemáticas.</li> <li>▪ Sistemas electrónicos de control, cómputo y comunicaciones.</li> <li>▪ Sistemas de comunicación de voz, video y datos.</li> <li>▪ Desarrollo de proyectos tecnológicos</li> <li>▪ Sistemas de instrumentación y</li> </ul>

<p>impacto (social, económico, tecnológico y ambiental) y gestión de sistemas o proyectos de ingeniería.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Diseño desarrollo e integración de procesos y sistemas electrónicos que cumplen con las especificaciones deseadas.</li> <li>▪ Instalación y puestas en funcionamiento de sistemas electrónicos.</li> </ul>	<p>automatización industrial.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Administración de recursos económicos, humanos y técnicos.</li> </ul>
--	--

#### **4.1.2.2 Estudios regionales**

##### **INGENIERO ELECTRÓNICO DEL MAÑANA**

Un análisis del perfil de egreso actual de los ingenieros electrónicos en Chile y una propuesta sobre algunos de los cambios curriculares que permitan formar ingenieros capaces de diseñar, crear e innovar permite identificar en el artículo de Victor Grimblatt. Allí se destacan el mantenimiento de equipos electrónicos, la integración de diversos equipos o componentes, y el diseño circuitos que realicen funciones establecidas utilizando tecnologías de punta, como las principales funciones que debe afrontar un ingeniero electrónico (Grimblatt Hinzpeter, 2007).

#### **4.1.2.3 Estudios nacionales**

##### **CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, MECÁNICA PROFESIONES AFINES**

Por medio de la resolución 50 del 2 de Septiembre del 2008, el Consejo profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesionales Afines (CPNIEMPA) establece el alcance de la clasificación nacional de ocupaciones en lo referente a los profesionales de estas áreas, definiendo las áreas de actuación, funciones y tareas que les competen (CPNIEMPA, 2008). Para el caso

de los ingenieros electrónicos, se tienen las áreas de actuación y funciones que muestra la 0

**Tabla 6. Áreas de desempeño del ingeniero electrónico**

ÁREAS DE DESEMPEÑO	FUNCIONES
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Telecomunicaciones.</li> <li>▪ Control, automatización y robótica.</li> <li>▪ Instrumentación electrónica y sistemas de medición.</li> <li>▪ Sistemas digitales y computacionales.</li> <li>▪ Electrónica de potencia.</li> <li>▪ Procesamiento digital de imágenes.</li> <li>▪ Micro, nano y opto electrónica.</li> <li>▪ Electrónica médica y bioingeniería.</li> <li>▪ Electrónica de consumo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modelar, analizar, diseñar, construir, seleccionar, operar, mantener y evaluar.</li> <li>▪ Sistemas digitales y analógicos.</li> <li>▪ Instrumentos y sistemas de medición</li> <li>▪ Sistemas de control electrónico</li> <li>▪ Sistemas de comunicación y medios de transmisión de señales electromagnéticas.</li> </ul>

### **BRECHAS EN EDUCACIÓN SUPERIOR ELECTRO-ELECTRÓNICA**

También en el informe final del plan estratégico para la educación superior en biotecnología y electro-electrónica (TECNOS, 2005), se presenta un análisis de las brechas en la orientación de los programas de formación en ingeniería electrónica señalando la falta de preparación de estos programas, para responder a las necesidades actuales y futuras del sector productivo en la región y la existencia de currículos de formación densos, excesivamente profesionalizantes, y distantes de la tendencia hacia el desarrollo de competencias blandas en los profesionales. En el informe se hace referencia a las competencias sugeridas por ABET<sup>3</sup>, resaltando la importancia del entendimiento profundo de elementos que permitan la contextualización de tecnología específica. Las competencias a las que se refiere el informe son las siguientes:

<sup>3</sup> Accreditation Board for Engineering and Technology

- A. Aplicar matemáticas, ciencia e ingeniería
- B. Diseñar / Conducir experimentos.
- C. Diseñar sistemas o sus componentes.
- D. Trabajar en equipos multidisciplinarios.
- E. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- F. Tener responsabilidad profesional y ética.
- G. Comunicarse efectivamente.
- H. Entender el impacto de la ingeniería en la solución de problemas globales
- I. Aprender a lo largo de toda la vida
- J. Conocer temas de actualidad.
- K. Usar técnicas, estrategias y herramientas de la ingeniería moderna.

#### PERFIL DEL INGENIERO ELECTRÓNICO: COMPETENCIAS COMO UNA RED DE RELACIONES DE ACTORES OFERTA – DEMANDA EDUCATIVA

El artículo del Grupo Tecnología y Sociedad de la facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes, expone los resultados de un estudio elaborado por el Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines en el cual se plantea un perfil de competencias del ingeniero electrónico estructurado en cuatro dimensiones: laboral, ocupacional, personal y académica, propuestas desde la óptica de La universidad, las asociaciones de egresados y las empresas (García, Jiménez, & Pérez, 2005). Se tomaron como base para este proyecto, las funciones relevantes y los conocimientos requeridos para los cargos expuestos en la dimensión ocupacional; y las áreas de conocimiento incluídas en el perfil laboral, como se indica en la 0.

**Tabla 7. Perfil ocupacional y laboral del ingeniero electrónico.**

PERFIL OCUPACIONAL		PERFIL LABORAL
FUNCIONES	CONOCIMIENTOS REQUERIDOS	AREAS DEL CONOCIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ I &amp; D</li> <li>▪ Adaptación de tecnologías</li> <li>▪ Uso de tecnologías</li> <li>▪ Diseño</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Campos específicos ingeniería electrónica con énfasis en nuevas tecnologías</li> <li>▪ Interacción personal</li> <li>▪ Humanidades manejo de personal</li> <li>▪ Administrativos, jurídicos y segunda lengua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sistemas de comunicaciones.</li> <li>▪ Control y Electrónica Industrial.</li> </ul>

#### MARCO DE FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL Y ESPECIFICACIONES DE PRUEBA - INGENIERÍA ELECTRÓNICA

La Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), en convenio con el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación Superior (ICFES), elaboró el marco de fundamentación conceptual y especificaciones de prueba para los programas de Ingeniería Electrónica del país para el año 2005, en el cual se incluyen, entre otros elementos, la definición del objeto de estudio de los programas y la definición y caracterización de las competencias y los componentes evaluados (ICFES-ACOFI, 2005).

En la 0 y la 0 se resumen algunas de competencias propias del área y los campos de acción básicos que, según el informe de estas asociaciones, favorecen el desempeño adecuado de un profesional en esta área. Así mismo se presentan los contenidos, del área de ingeniería básica e ingeniería aplicada, contemplados para la prueba ECAES<sup>4</sup> 2003-2004 y los componentes allí evaluados

<sup>4</sup> Examen de Calidad de la Educación Superior

**Tabla 8. Competencias y campos de acción del ingeniero electrónico**

COMPETENCIAS DEL INGENIERO ELECTRÓNICO	CAMPOS DE ACCIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Analizar, diseñar, fabricar, investigar, operar, planear, mantener, adaptar, integrar e instalar sistemas electrónicos.</li> <li>▪ Identificar problemas u oportunidades, proponer alternativas y escoger e implementar soluciones aceptables en el área de la Ingeniería Electrónica o en situaciones interdisciplinarias donde esta sea requerida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comunicaciones</li> <li>▪ Control y automatización</li> <li>▪ Computación y sistemas</li> <li>▪ Electrónica de potencia</li> <li>▪ Microelectrónica</li> <li>▪ Bioingeniería</li> <li>▪ Electrónica general</li> </ul>

**Tabla 9. Contenidos referenciales y componentes evaluados en la prueba ECAES 2005**

CONTENIDOS REFERENCIALES	COMPONENTES EVALUADOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ciencias Básicas</li> <li>▪ Circuitos</li> <li>▪ Señales y sistemas</li> <li>▪ Electrónica</li> <li>▪ Técnicas digitales</li> <li>▪ Instrumentación y mediciones</li> <li>▪ Telecomunicaciones</li> <li>▪ Control</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modelamiento de fenómenos y procesos.</li> <li>▪ Resolución de problemas, mediante la aplicación de las ciencias naturales y las matemáticas utilizando un lenguaje lógico y simbólico.</li> <li>▪ Comunicación efectiva y eficazmente en forma escrita, gráfica y simbólica.</li> <li>▪ Diseño de sistemas, componentes o procesos que cumplan con especificaciones deseadas.</li> <li>▪ Planeación, diseño, evaluación del impacto social, económico, tecnológico y ambiental) y</li> <li>▪ Gestión proyectos de ingeniería electrónica</li> </ul>

**4.1.2.4 Selección de áreas de trabajo de los laboratorios:** Después de analizar cada uno de los documentos de referencia se seleccionaron las áreas de trabajo de los laboratorios cruzando las líneas de investigación citadas con mayor frecuencia en los estudios de prospectiva (0), con las líneas de formación citadas en las tendencias de formación en el área (0).

**Tabla 10. Resumen de los ejercicios de prospectiva**

	PEPN-ETI (2005)	ENCYT (2008)	UIS (2010)	ARG (2008)	AUS (2004)	DNP (2007)	TECNOS (2005)	UNAL (2008)	RELEVANCIA
Sistemas de control y Robótica			1		1		1		3
Sistemas microelectronicomecánicos (Mems)	1	1	1		1		1		5
Sistemas nano/microelectromecánicos	1	1	1	1			1		5
Microelectrónica			1		1	1	1		4
Interfaces Avanzadas									0
Sistemas empotrados y distribuidos		1							1
Electrónica y componentes									0
Tecnologías audiovisuales en red		1							1
Instrumentación y Automatización				1		1		1	3
Componentes (electrónica y componentes)		1		1	1	1	1		5
Electrónica de radiofrecuencia									0
Sistemas mixtos análogo digitales							1		1
Convergencia de las tecnologías nano bio info cogno									0
Imágenes (tecnologías audiovisuales en red)		1		1					2
Señales (tratamiento de señales y aplicaciones)		1	1	1		1			4
software embebido				1					1
Electrónica inalámbrica	1							1	2
innovación tecnológica	1								1
capacitación	1								1

**Tabla 11. Resumen de las tendencias en formación**

		Control y Robótica	tratamiento de señales	Automatización	Microelectrónica	Componentes electrónicos
	<b>CAMPOS DE ACCIÓN</b>					1
<b>ICFES</b>	Electrónica general					
	Bioingeniería					
	Micro electrónica				1	
	Electrónica de potencia					1
	Computación y sistemas					
	Control y Automatización			1		
<b>UIS</b>	Automatización industrial			1		
	Diseño electrónico				1	
	Instrumentación electrónica					
	Bioingeniería					
	Control y electrónica industrial			1		
<b>ACIEM</b>	Control, automatización y robótica.					
	Instrumentación electrónica y sistemas de medición.					
	Sistemas digitales y computacionales.	1				
	Electrónica de potencia.					1
	Procesamiento digital de imágenes.		1			
	Micro, nano y opto electrónica.				1	
	Electrónica médica y bioingeniería.					
Electrónica de consumo.					1	
<b>6X4</b>	Sistemas electrónicos de control, cómputo y comunicaciones.			1		
	Sistemas de instrumentación y automatización industrial					
<b>ACIEM</b>	Sistemas digitales y analógicos.	1				
	Instrumentos y sistemas de medición					
	Sistemas de control electrónico			1		
	Sistemas de comunicación y medios de transmisión de señales electromagnéticas.		1			
<b>ICFES</b>	Circuitos					1
	Señales y sistemas		1			
	Electrónica					1
	Técnicas digitales	1				
	Instrumentación y mediciones					

		Control y Robótica	tratamiento de señales	Automatización	Microelectrónica	Componentes electrónicos
	Control			1		
UIS	procesamiento de señales		1			
	algoritmia e informática					
	máquinas eléctricas					
	electrónica					1
	procesadores	1				
	sistemas digitales	1				
	instrumentación electrónica					1
	arquitectura de computadores	1				
	electrónica industrial			1		
	sistemas de control			1		
	<b>TOTALES</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>8</b>

- Sistemas de control y robótica
- Microelectrónica
- Tratamiento de señales

## 4.2 PERFIL DE EGRESO

A continuación se presenta una propuesta de las competencias por cada una de las áreas de formación seleccionadas para los laboratorios del programa de ingeniería electrónica.

### 4.2.1 Área: Sistemas de control y robótica

1. Interpretar o derivar el modelo matemático de diferentes sistemas físicos continuos en el tiempo, utilizando herramientas clásicas y de espacio de estados (LTI).

2. Analizar el desempeño de los sistemas dinámicos (LTI de tiempo continuo y discreto): Errores en estado estacionario, estabilidad y características de la respuesta en el tiempo.
3. Evaluar el desempeño de sistemas LTI y proponer el mecanismo de control más adecuado (de tiempo continuo o discreto).
4. Conocer el principio de funcionamiento de los instrumentos de medición de las variables más comunes en la industria de procesos.
5. Seleccionar el instrumento de medición más adecuado para sensor las variables comunes en la industria de procesos.
6. Realizar la representación de ingeniería de detalle para un sistema de instrumentación y/o automatización.
7. Interpretar un esquema de medición y control en un diagrama de instrumentación de acuerdo con estándares internacionales.
8. Conocer procedimientos para la calibración de instrumentos.
9. Conocer la estructura y la operación un sistema SCADA
10. Diseñar, implementar y operar sistemas de automatización industrial.
11. Conocer los componentes de las arquitecturas de comunicación industrial y su operación
12. Reconocer los elementos, tipos y aplicaciones de un sistema de control basado en PC.

13. Conocer el rango de utilización, las topologías y los campos de aplicación de buses de dispositivo y buses de campo.

#### **4.2.2 Área: Microelectrónica**

1. Utilizar herramientas de software especializado para la simulación de circuitos, captura de esquemáticos y diseño de *layout*, basadas en tecnología CMOS.
2. Utilizar equipos de caracterización de circuitos de alta velocidad y bajo voltaje.
3. Diseñar circuitos integrados digitales y los circuitos circundantes herramientas y lenguajes especializados para el diseño.
4. Conocer los elementos básicos secuenciales y combinacionales de un circuito digital.
5. Implementar diseños digitales en dispositivos lógicos programables (PLD) como CPLDs y FPGAs
6. Aplicar técnicas de diseño para prueba (design for testability).
7. Identificar y aplicar los modelos eléctricos de componentes electrónicos activos y pasivos elementales, implementados en circuito integrado.
8. Analizar y diseñar circuitos electrónicos analógicos, basados en tecnología CMOS y BiCMOS.
9. Analizar y/o diseñar un sistema digital en diferentes niveles de abstracción.

10. Describir los principios de operación de los principales dispositivos semiconductores a partir de su estructura física.
11. Utilizar herramientas CAD para simulación circuital, diseño físico (layout) y extracción de parámetros parásitos de circuitos electrónicos analógicos.
12. Estimar el desempeño de circuitos analógicos construidos en tecnología CMOS.
13. Reconocer los modelos del transistor MOS usados para análisis manual y análisis simulado.
14. Realizar análisis de ruido en el transistor MOS, efectos de canal corto y no-linealidad aplicados al diseño de CI's analógicos básicos.
15. Aplicar la metodología de síntesis de alto nivel como una estrategia de diseño para rápido prototipaje en un circuito integrado de sistemas digitales complejos.
16. Aplicar herramientas y metodologías para desarrollar ambientes de verificación.

#### **4.2.3 Área: Tratamiento de señales<sup>5</sup>**

1. Analizar el comportamiento de las variables de tensión y corriente de un circuito eléctrico para diferentes condiciones de funcionamiento.
2. Analizar las características de los sistemas que se obtienen a partir del modelado de las relaciones entre las variables del circuito eléctrico
3. Aplicar técnicas de análisis en el dominio del tiempo de sistemas lineales e invariantes en el tiempo.

---

<sup>5</sup>Establecidas por el profesor Gabriel Ordoñez

4. Analizar y caracterizar sistemas continuos lineales e invariantes en el tiempo, utilizando la transformada de Laplace.
5. Analizar la respuesta en frecuencia de sistemas continuos lineales e invariantes en el tiempo (LIT).
6. Representar señales aperiódicas continuas en el dominio de la frecuencia mediante la transformada de Fourier (TF).
7. Aplicar la Serie de Fourier para la representación de señales periódicas.
8. Analizar diferentes tipos de sistemas en el dominio de la frecuencia
9. Analizar el proceso de muestreo de señales continuas y determinar las características de las señales discretas básicas obtenidas a partir del muestreo de señales continuas.

#### 4.3 VIGILANCIA: TECNOLOGÍAS

Una vez identificadas las tendencias en formación e investigación se realizó un tercer ejercicio de vigilancia tecnológica para identificar los proveedores de equipos didácticos para la formación a nivel de ingeniería (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Se estableció relación con los proveedores mostrados en la 0 por medio de e-mail y a través realización de entrevistas directas.

**Tabla 12. Ejercicio de Vigilancia Tecnológica sobre tecnologías para la formación.**

ETAPA	EJERCICIO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA No3- TECNOLOGÍAS PARA FORMACIÓN
IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES DE INFORMACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tendencias en equipos de laboratorio para formación en educación superior</li> <li>• Proveedores de equipos de laboratorio para formación en educación superior</li> </ul>
IDENTIFICACIÓN DE FUENTES INTERNAS Y FUENTES EXTERNAS DE INFORMACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asociaciones del sector</li> <li>• Universidades</li> <li>• Grupos de Investigación</li> </ul>

ETAPA	EJERCICIO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA No3- TECNOLOGÍAS PARA FORMACIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Páginas amarillas</li> <li>• Directorios de empresas</li> <li>• Catálogos de productos</li> <li>• Entrevistas con proveedores</li> </ul>
MEDIOS DE ACCESO A LAS FUENTES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Red de la universidad.</li> <li>• Bases de datos de la biblioteca.</li> <li>• Conexión a Internet.</li> <li>• Buscador Google</li> </ul>
BÚSQUEDA TRATAMIENTO Y VALIDACIÓN DE LA INFORMACIÓN	Definición de palabras clave para la búsqueda de proveedores. Depuración de listado de posibles proveedores.
PONDERACIÓN DE LA INFORMACIÓN	Definición de los criterios de selección de proveedores y metodología para su ponderación
RESULTADOS DE LA VIGILANCIA TECNOLÓGICA	• Propuesta de áreas de formación para los laboratorios de ingeniería electrónica.

**Tabla 13. Proveedores de equipos didácticos**

MARCA	PROVEEDOR	CONTACTO
Lucas Nülle <a href="http://www.lucas-nuelle.com/">www.lucas-nuelle.com/</a>	ELECTROEQUIPOS COLOMBIA S.A.S. <a href="http://www.electroequipos.com/institucional.html">http://www.electroequipos.com/institucional.html</a>	Ing. Juan Carlos Cristancho Sierra. Gerente de Línea ELECTROEQUIPOS COLOMBIA SAS. Cra 7B Bis N° 124 - 68 Bogotá COLOMBIA Celular: 3208037605 Tels.: +57 (1) 609 56 76 / +57 (1) 612 65 60 - 61 Fax: +57 (1) 612 65 59
De Lorenzo <a href="http://www.delorenzo.it/">http://www.delorenzo.it/</a>	NUEVOS RECURSOS <a href="http://www.nuevosrecursos.com/galeria/eq_didacticos/autor/index.php">http://www.nuevosrecursos.com/galeria/eq_didacticos/autor/index.php</a>	HUGO ERAZO SERRATO Ingeniero Ventas Industria NUEVOS RECURSOS LTDA PBX (57) (1) 340-2425 Ext: 18 Fax: 2325186 Móvil: 310-2210698 Bogotá, Colombia South America
ALECOP	ALECOP COLOMBIA	Javier Eduardo Jurado

MARCA	PROVEEDOR	CONTACTO
<a href="http://www.alecop.com/html5/index.html">http://www.alecop.com/html5/index.html</a>	<a href="http://www.alecop-colombia.com">http://www.alecop-colombia.com</a>	<a href="mailto:javier.jurado@alecop-colombia.com">javier.jurado@alecop-colombia.com</a>
	CASYBER <a href="http://www.casyber.com/">http://www.casyber.com/</a>	ALEXANDRA ALFONSO Dirección Comercial Autopista Norte No.100-12 Piso 8 Tel: (571) 6166800 Ext.108 Fax: (571) 6169879 e.mail: <a href="mailto:comercial@casyber.com">comercial@casyber.com</a>
EDIBON <a href="http://www.edibon.com/">http://www.edibon.com/</a>	TOPOEQUIPOS <a href="http://www.topoequipos.com">www.topoequipos.com</a>	ING. FELIX PINTO R. Presidente TOPOEQUIPOS S.A. Colombia - Perú - Panamá - USA <a href="mailto:presidencia@topoequipos.com">presidencia@topoequipos.com</a> ( PBX : (57-1) 2 85 51 45 - 338 12 26 7 Fax : (57-1) 2 85 51 45 - 338 12 26  En España: Ana San Segundo Departamento Comercial EDIBON International, S.A C/ Agua 14 Polig. Ind. San Jose de Valderas 28918 Leganes (Madrid) Spain Tel: +34-916199363 Fax: +34-916198647 E-mail: <a href="mailto:edibon@edibon.com">edibon@edibon.com</a> ; <a href="mailto:asansegundo@edibon.com">asansegundo@edibon.com</a>
3E EQUIPOS <a href="http://www.3eequipos.com/">http://www.3eequipos.com/</a>	3E EQUIPOS <a href="http://www.3eequipos.com/">http://www.3eequipos.com/</a>	Tomás Perales Director General 3E-EQUIPOS ELECTRÓNICOS EDUCATIVOS  Valentín Beato, 11 28037 Madrid (España) Teléfono: 913 274 636 Fax: 913 274 637 e-mail: <a href="mailto:comercial@3eequipos.com">comercial@3eequipos.com</a>  En Colombia: Ing. Luis Carlos Sánchez. <a href="mailto:labcol@hotmail.com">labcol@hotmail.com</a> Cel: 3112907081.
QUANSER <a href="http://www.quanser.com/english/html/home/fs_homepage.html">http://www.quanser.com/english/html/home/fs_homepage.html</a>  LD DIDACTIC <a href="http://www.ld-didactic.de/">http://www.ld-didactic.de/</a>  AMATROL	ICL DIDÁCTICA <a href="http://www.icl-didactica.com/">http://www.icl-didactica.com/</a>	<b>Valentina</b> <b>Londoño</b> <b>Correa</b> Ingeniera Física - Área comercial ICL Didáctica Ltda. 300 5772554 (57)(1)4824368 <a href="http://www.icl-didactica.com">www.icl-didactica.com</a>

MARCA	PROVEEDOR	CONTACTO
<a href="http://www.amatrol.com/">http://www.amatrol.com/</a>		
HAMPDEN <a href="http://www.hampden.com/index.php">http://www.hampden.com/index.php</a>	ICE LTDA <a href="http://www.icelda.com/">http://www.icelda.com/</a>	I.C.E. LTDA. CARLOS RAMIREZ GERENTE GENERAL CRA. 16 A # 80 - 06 OF. 301 TEL: 6368582 - 6368571 FAX: 2360169 BOGOTA - COLOMBIA <a href="http://www.icelda.com">www.icelda.com</a>
ELECTRONICA VENETA <a href="http://www.electronicaveneta.com/education/">http://www.electronicaveneta.com/education/</a>	EVERSUS <a href="http://www.eversus.es/esp/home.html">http://www.eversus.es/esp/home.html</a>	Emilio Bustamante Director Técnico EVERSUS, SL C/ De la Resina, nº 67 J 28021 Madrid  En Colombia: Ing. Luis Carlos Sánchez. <a href="mailto:labcol@hotmail.com">labcol@hotmail.com</a> Cel:3112907081.

#### 4.4 DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO

##### 4.4.1 Área: Control

##### • INVENTARIO TECNOLÓGICO

EQUIPOS	MARCA	CANTIDAD	UBICACIÓN
Osciloscopio digital 60 MHz	GW Instek	10	Laboratorio de control e instrumentación
Generador de señales 20 MHz	BK Precision	10	
Fuente de alimentación dual	BK Precision	10	
Computadores	MAC	10	
Multímetro digital	BEK	6	
Osciloscopio digital 60 MHz	Tektronix	8	
Generador de señales 20 MHz	HP	2	
Fuente de alimentación dual	Protek	6	
Fuente de alimentación dual	Tektronix	6	
Multímetro digital	TEK	7	
Módulo de control	Feedback	2	

<b>EQUIPOS</b>	<b>MARCA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Medidor de impedancia	Philips	1	
Controlador de temperatura	Honeywell	2	
Termocuplas	TTEC	4	
RTD PT100		4	
Transmisor de presión diferencial	Foxboro	1	
Electroválvulas	UNI-D corporation	4	
Celda de carga	TEDEA - Huntleigh	1	
Transmisor de presión diferencial ST3000 S900	Honeywell	4	
Manómetro		10	
Osciloscopio digital 60 MHz	GW Instek	15	
Generador de señales 2 MHz	Hung chang	8	
Fuente de alimentación dual	BK Precision	15	
Medidor de impedancias	Philips	1	
Multímetro digital	BEK	6	Laboratorio de redes de alta tensión
PLC Twido	Telemecanique	4	Laboratorio de electrónica básica
PLC M340	Telemecanique	2	
Relés programables	Zelio	4	

<b>SOFTWARE</b>
Labview
Matlab
Twido Suite Version 2.10

• **LABORATORIOS DE OTRAS UNIVERSIDADES**

UNIVERSIDAD	LABORATORIO	EQUIPOS
Universidad del Valle	Automática	Multímetros Digitales
		Osciloscopios
		Analizadores de función de transferencia
		Generadores de señal
		Sintetizador y generador de señales
		Analizadores de función de transferencia
		Entrenadores de Procesos de nivel, presión, temperatura, flujo y PH.
		Electrónica de Potencia.
		Dispositivos Lógicos Programables.
		Controladores de procesos.
		Computadores Analógicos.
		Fuentes de Voltaje
		Servosistemas
		Sistemas de adquisición de datos
		Entrenadores de microprocesadores y microcontroladores.
Universidad de Pamplona	Laboratorio de Control Análogo y Discreto	Motor board
		Servo board
		PID Board
		Power board
		Thyristor Board
		Diode Board
		Function Generator Board
		Fuente de poder Universal

UNIVERSIDAD	LABORATORIO	EQUIPOS
		Supply DC Board
Universidad EAFIT	laboratorio de control digital	Computadores.
		Controladores lógicos programables (PLC).
		Quemador de memorias universal.
		Minisecuenciador neumático.
		Banco neumático.
		Ascensor didáctico.
		Tarjetas de adquisición de datos.
		Variador de velocidad.
		Tanques instrumentados.
		Puente Grúa didáctico.
		Osciloscopios digitales.
		Sistema de péndulo invertido.
		Fuentes de corriente continua reguladas en voltaje y corriente.
		Herramienta eléctrica básica, multímetros, cautines, fuentes entre otros.

- **DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO**

En esta área se cuenta con diferentes prototipos en los que se manejan cuatro variables (nivel, temperatura, caudal y presión). El nivel de desarrollo de este equipamiento es incipiente frente a la oferta existente en el mercado en cuanto a módulos de formación en control de procesos.

Se observa en otras instituciones de educación superior una variedad más amplia de equipos para la toma y análisis de datos así como para el estudio de prácticas de control.

El nivel de utilización de los equipos es muy bajo por cuanto existen algunos módulos de control *Feedback* que no son utilizados en las prácticas de laboratorio.

Teniendo en cuenta la cantidad de estudiantes por nivel, se evidencia que la existencia de bancos de relés y PLCs es muy baja en relación con la demanda de los grupos de laboratorio.

Finalmente se encuentran en el mercado equipos que permiten estudiar el control de variables como presión, caudal/flujo, nivel, temperatura, posición, velocidad y tiempo, y cuya complejidad es mayor a la de los equipos con que cuenta la E3T.

• **TECNOLOGÍAS DISPONIBLES**

EQUIPO	REFERENCIA	PROVEEDOR	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
Introducción práctica a la tecnología de control automático	página 23	LUCAS NULLE	Anexo 9
Tecnología de control en bucle cerrado en la automatización	página 29	LUCAS NULLE	
Diseño y optimización de controladores	página 25	LUCAS NULLE	
PLANTA DE PRODUCCIÓN CON 6 SUBSISTMAS	IPA 26	LUCAS NULLE	
MEDICIÓN DE PROCESO Y SISTEMA DE CONTROL	DL2314S	D LORENZO	Anexo 6
SENSORES Y ENTRENADOR DE TRANSDUCTORES	DL2312HG	D LORENZO	
PLANTA PILOTO DE CONTROL DE PROCESOS	DL2314BR	D LORENZO	
INTERACTIVE PLC TRAINER FOR INDUSTRIAL PROCESSES	DL 2110ITS	D LORENZO	
DIDACTIC PROCESS CONTROL PILOT PLANT	DL 2314BR	D LORENZO	
Proceso del orden superior al 1º	PRO 05	D LORENZO	
Proceso de 2º orden con retardo	PRO 06	D LORENZO	
Control de luminosidad LUM	LUM 01	D LORENZO	
Control de temperatura TEM	TEM 06	D LORENZO	
Control de nivel LEV	LEV 01	D LORENZO	
PID 05		D LORENZO	
PID 07		D LORENZO	
REGULACIÓN AUTOMÁTICA DISCONTINUA		D LORENZO	

EQUIPO	REFERENCIA	PROVEEDOR	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
DAC 06		D LORENZO	
DAC 07		D LORENZO	
MANUFACTURA INTEGRADA POR COMPUTADOR (CIM)	CIM C	D LORENZO	
		D LORENZO	
ESTUDIO DE PROCESOS DE CONTROL DE VELOCIDAD Y POSICION	9EQCAMV541	ALECOP	Anexo 3
ESTUDIO DE PROCESO DE NIVEL Y CAUDAL	9EQCAMD544	ALECOP	
ENTRENADOR DE SERVOSISTEMAS	BSDR 4500	3EQUIPOS	Anexo 5
ENTRENADOR DE AUTÓMATAS PROGRAMABLES	PLC-1000/02		
ENTRENADOR DE AUTÓMATAS PROGRAMABLES	PLC-1000/05		

#### 4.4.2 Área: Microelectrónica

##### • INVENTARIO TECNOLÓGICO

EQUIPO	MARCA	CANTIDAD	UBICACIÓN
Osciloscopio digital 60 MHz	GW Instek	10	Laboratorio de electrónica
Generador de señales 20 MHz	BK Precision	10	
Fuente de alimentación dual	BK Precision	10	
Computadores	MAC	10	
Multímetro digital	BEK	6	
Osciloscopio digital 60 MHz	GW Instek	15	Laboratorio de electrónica básica
Generador de señales 2 MHz	Hung chang	8	
Fuente de alimentación dual	BK Precision	15	
Medidor de impedancias	Philips	1	
Multímetro digital	BEK	6	

##### SOFTWARE

ISE Xilinx 10.1

CodeWarrior 6.1

ORCAD 9.2

• **LABORATORIOS DE OTRAS UNIVERSIDADES**

<b>UNIVERSIDAD</b>	<b>LABORATORIO</b>	<b>EQUIPOS</b>	<b>SOFTWARE</b>
Universidad de Antioquia	Laboratorio de Microelectrónica	Tarjetas de programación FPGA (Altera y XiLinx),	Altera
		Fuentes	XiLinx Web Pack
		Computadores	Isp Level
		Elementos para circuitos digitales	Isp Expert
Universidad de los Andes	Laboratorio de Circuitos Impresos	Procesos fotolitográficos.	
		Procesos químicos.	
		Prensa multicapa.	
		Perforadora/Fresadora (CNC).	
		Mesa ampliadora.	
Instituto Politécnico Nacional ESIME	Laboratorio de Microelectrónica	Analizador de Espectros	
		Generador de Ondas Arbitrarias	
		Osciloscopio Digital	
		Generador de Funciones	
		Multímetro Digital	
		Fuente de Poder de CD	
		Fuente de Poder Dual	
		Puntas de Prueba	
		Cajas de acopladores, atenuadores, acopladores de impedancia	
		Atenuadores	
		Pre-amplificador Diferencial	

	Embedded Controller	
	Digitalizador de 100 MS/s con procesamiento de señales en tarjeta (OSP)	
	Digitalizador de alta resolución	
	Generador de forma de onda arbitraria de 100 MS/s	
	Digitalizador de 8 bits, 250 MS/s	
	Módulo de adquisición de datos (DAQ) multifunción de alta velocidad	
	RF Downconverter	
	RF Upconverter	
	Microscopio	

- **DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO**

A diferencia de las universidades consultadas, la E3T no cuenta con un laboratorio específico para diagnóstico; luego frente a otras universidades se encuentra en un nivel de existencia nulo. Los equipos disponibles en los laboratorios de electrónica básica no se encuentran en condiciones adecuadas de operación. Así mismo los equipos de medición (fuente, generador, osciloscopio) son útiles para algunas prácticas, pero carecen de la capacidad técnica para desarrollar de manera idónea gran parte de las actividades asociadas al programa de la asignatura.

En este laboratorio también se observa un déficit de puestos de trabajo frente a la demanda de estudiantes que requieren realizar las prácticas en el laboratorio.

- **TECNOLOGIAS DISPONIBLES**

Los proveedores consultados no ofrecen módulos de formación para esta área. Se consultó con los expertos en la materia quienes proporcionaron algunas referencias sobre las tecnologías requeridas para dotar un laboratorio de microelectrónica en la E3T. Estas tecnologías son las siguientes:

- Computador personal de alto rendimiento, sistema operativo Windows 7, con tarjeta de red inalámbrica; Software: Cadence (Diseño de circuitos integrados).
- 1 Probe Station.
- Osciloscopio digital 1 GHz de 4 canales.
- 1 Servidor.
- 1 Videobeam.
- 1 Tablero inteligente.

#### 4.4.3 Área: Tratamiento de señales

- **INVENTARIO TECNOLÓGICO**

EQUIPO	MARCA	CANTIDAD	UBICACIÓN
Osciloscopio digital 60 MHz	GW Instek	15	Laboratorio de Electrónica básica
Generador de señales 2 MHz	Hung chang	8	
Fuente de alimentación dual	BK Precision	15	
Medidor de impedancias	Philips	1	
Multímetro digital	BEK	6	
Osciloscopio digital 60 MHz	GW Instek	10	
Generador de señales 20 MHz	BK Precision	10	Laboratorio de Sistemas Digitales
Fuente de alimentación dual	BK Precision	10	
Computadores	MAC	10	
Multímetro digital	BEK	6	
Tarjetas Spartan 3AN	Xilinx	10	
Tarjetas Spartan 3A	Xilinx	10	
Tarjetas Coolrunner-II Starter Kit	Xilinx	10	
Tarjetas DEMOQE	Freescall	16	

<b>SOFTWARE</b>
ISE Xilinx 10.1
CodeWarrior 6.1
Scilab
ORCAD 9.2

### • DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO

Dado el enfoque del área de tratamiento de señales en la E3T, actualmente los laboratorios se desarrollan utilizando en su mayor parte del tiempo herramientas de *software*. La búsqueda de información sobre las tecnologías utilizadas en otras universidades muestra el desarrollo de procesos de formación e investigación en los laboratorios orientados al procesamiento digital de señales y de imágenes utilizando dispositivos dedicados como DSPs, FPGAs, Microcontroladores etc. Por tanto se evidencia la posibilidad de expandir el alcance de los laboratorios de la E3T involucrando las asignaturas de sistemas digitales y tratamiento de señales en el desarrollo de las prácticas de laboratorio, dado que los dispositivos mencionados anteriormente, son más utilizados en el área de sistemas digitales.

En la consulta con los proveedores frente al tema de procesamiento de señales se adquirieron posibilidades tecnológicas cuyas características mejoran las prestaciones que ofrecen los dispositivos con que se cuenta en los laboratorios de sistemas digitales de la E3T.

### • TECNOLOGÍAS DISPONIBLES

EQUIPO	REFERENCIA	PROVEEDOR	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
MODULO DE PRACTICAS DE CONVERSION ANALOGA DIGITAL	UN 21	3E EQUIPOS	ANEXO 5
ENTRENADOR UNIVERSAL DE ELECTRONICA DIGITAL	ED 3000		
<b>C PROGRAMING FOR 32 BIT ARM PROCESOR</b>		ALECOP	ANEXO 3
DELUXE ARM STARTER PACK	EBI131		
C FOR ARM MICROCONTROLLERS	ELRMS1		

EQUIPO	REFERENCIA	PROVEEDOR	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
<b>LEARNING C OR ASSEMBLY CODE</b>	REF		
DELUXE PICMICRO STARTER PACK	EB110		
DELUXE AVR STARTER PACK	EB219		
<b>LEARNIGN PROGRAMABLE LOGIC TECHNOLOGY</b>	REF		
CPLD SOLUTION	EB287		
FPGA SOLUTION	EB940		
ENTRENADORES DE INICIO CLPD			
ENTRENADORES DE INICI PIC			
ENTRENADORES DE INICIO FPGA			
System components LZI Systems FIR and IIR Filters Digital siegnal generation	Unitarin I course SO4204-6P		ANEXO 9
Fourier transformation signal synthesis signal processing DSP applications	Unitarin I course SO42204 -6Q		
Introducción a la programación de micro controladores, controladorr 8051	CMC 1	LUCAS NULLE	
Introducción a la programación de micro controladores, controlador 68HC11	CMC 1M		
Programación de interfaces de transferencia de datos	CMC 4		
Programación en lenguaje C de microcontroladores	CMC 5		
Programación con el microcontrolador PIC 16F84A	CMC 10		
Introducción al procesamiento digital de señales	CMD 1		
Aplicaciones del procesamiento digital de señales	CMD2		

## 4.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS

**4.5.1 Valoración de proveedores.** A continuación se describe la aplicación de la metodología HAP para comparar el desempeño de los proveedores de tecnología contactados.

1. Elaboración del diagrama de jerarquías.

**Figura 3. Diagrama de jerarquías para el proyecto.**



2. Elaboración de la matriz de prioridades para los factores a considerar en la evaluación de proveedores de tecnología. Para crear la matriz de prioridades, se tiene en cuenta la escala de valoración de criterios que se muestra en la 0.

**Tabla 14. Escala de valoración para comparaciones pareadas**

Valor en la escala	Definición
1	Ambos factores son igualmente importantes para el objetivo del proyecto.
3	Un factor es sólo un poco mejor respecto al otro.
5	Un factor se considera esencial y por lo tanto más importante que el otro.
7	Uno de los dos factores es mucho más importante que el otro.
9	Un factor es en definitiva más importante que el otro.
2,4,6,8	Valores de comparación inversa.
0	Ambos factores son igualmente importantes para el objetivo del proyecto.

Los criterios a comparar entre proveedores son los siguientes: Capacidad Técnica (CT), Capacidad de Respuesta (CR), Comunicación y Accesibilidad (CA), Calidad Percibida.

3. Cálculo del peso de cada uno de los criterios de selección: De acuerdo con los cálculos registrados en el anexo 3.

CRITERIO	PESO
CT	0,71
CR	0,25
CA	0,13
CP	0,06

4. Comparación de los proveedores entre sí con respecto a cada uno de los factores, según los cálculos registrados en el anexo 3.

Se obtuvo la siguiente clasificación del desempeño de los proveedores.

**Tabla 15. Desempeño de los proveedores**

DESEMPEÑO		
EE	ELECTROEQUIPOS	0,29
NR	NUEVOS RECURSOS	0,246
AL	ALECOP	0,121
TE	TOPO EQUIPOS	0,084
3E	3E	0,049
ICL	ICL DIDACTICA	0,029
ICE	ICE LTDA	0,057
EV	EVERSUS	0,124

**4.5.2 Valoración de tecnologías por área.** La ponderación de Tecnologías por área se realiza con base en los criterios tecnológicos y los criterios desde el punto de vista del proceso de formación establecida en el numeral 3.5.2. Ver anexo 4

## 5. CONCLUSIONES

Con el desarrollo de este trabajo se logró realizar la apropiación de los lineamientos de algunas herramientas características de la gestión tecnológica como el *benchmarking*, el diagnóstico tecnológico y principalmente la vigilancia tecnológica constituyendo una de las etapas iniciales de lo que podría denominarse un proceso de planeación tecnológica para la E3T. Los resultados de este trabajo aportan a los involucrados en el proceso de renovación de la infraestructura tecnológica una visión clara sobre las tendencias del mercado en cuanto a equipos didácticos para la formación en ingeniería y especialmente un panorama sobre las tendencias de investigación en el área de ingeniería electrónica y el perfil de los ingenieros electrónicos.

Los resultados obtenidos para la identificación de tecnologías claves para el desarrollo de las competencias de los estudiantes de ingeniería demuestran la aplicabilidad de la metodología planteada y desarrollada en este proyecto, en otros contextos similares, casos de aplicación que no fueron encontrados con facilidad en la revisión bibliográfica sobre el estado del arte de la gestión y la vigilancia tecnológica en instituciones de educación superior e incluso en organizaciones de otros sectores.

Este proyecto además de arrojar una selección de tecnologías que podrían utilizarse para dotar los nuevos laboratorios de la E3T, deja establecido una serie de criterios que pueden aplicarse para la selección de proveedores de tecnologías y para la selección o comparación de equipos didácticos de formación. Se evidencia que el establecimiento de los criterios de selección o evaluación de tecnología debe estar alineado con los objetivos de una organización, en este caso las competencias que se espera desarrollar en los estudiantes, y con las tendencias tecnológicas del mercado. Los criterios de selección establecidos en

este trabajo también pueden ser transferidos a otros contextos. Se deja disponible además una serie de catálogos para que los interesados indaguen en otras alternativas tecnológicas

Se concluye que el éxito de las prácticas realizadas en el laboratorio para el desarrollo de competencias de los estudiantes de ingeniería está dado por la cercanía que los equipos, sus componentes y las actividades llevadas a cabo, tengan con la realidad de los procesos industriales, la cual es una de las tendencias más marcadas en las marcas de equipos revisadas.

## 6. RECOMENDACIONES

Una de las principales recomendaciones es la de hacer de procesos como el realizado en este trabajo, una actividad sistemática dentro de la E3T para garantizar la actualidad del enfoque de su proyecto educativo y la permanente relación entre las actividades de formación y las tecnologías utilizadas en los procesos industriales reales. Es decir formalizar un sistema de vigilancia tecnológica que involucre a todos los actores del proceso de formación y permita una recolección, análisis y difusión constante de la información de interés en el tema.

Un campo de exploración hacia el cual se puede extrapolar la metodología aquí establecida, y que complementaría el soporte tecnológico de los laboratorios es el relacionado con los laboratorios virtuales para educación superior. Aspecto que no se incluyó en este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

(Castellanos, 2007) CASTELLANOS Oscar, Gestión Tecnológica. De un enfoque Tradicional a la Inteligencia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá Colombia, 2007.

(COTEC, 1999) Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica, Pautas metodológicas en gestión de la tecnología y de la innovación para empresas. Tomo I: Perspectiva empresarial, Gráficas Arias Montano, S.A. Madrid, 1999

(Dankabar, 1993) DANKABAR B. "Overall Strategic Review", Projecte SAST núm 8 (Research and Technology Management in Enterprises: Issues for Community Policy), EUR-15426, Brusel.les/Luxemburg, Comisió de les Comunitats Europees. citado por (ESCORSA y VALLS, 2001)

(Davies, 2008) DAVIES Clara. Learning and Teaching in Laboratories. Higher Education Academy Engineering Subject Centre

(Erosa y Arroyo, 2007) EROSA Victoria, ARROYO Pilar. Administración de Tecnología, Nueva Fuente de Valor para las Organizaciones. LIMUSA Noriega Editores. México D.F ,2007.

(Escorsa et al, 2000) Escorsa Pere et al, Mapas Tecnológicos, el caso empresarial y oportunidades de mercado, el caso de los textiles para usos médicos "Competitive Intelligence Review", Vol. 11, nº 1, marzo 2000.

(Escorsa y Valls, 2001) ESCORSA Pere, VALLS Jaume, Tecnología e Innovación en la empresa Dirección y Gestión. Editorial AlfaOmega, Bogotá, Colombia, 2001.

(García, 1990) García, T. Arturo. Planeación estratégica y planeación tecnológica. Colección Ciencia y Tecnología. N°. 27. CINDA. Santiago, 1990. Citado por (RESTREPO, 2004)

(Moreno, Peris y González, 2001) Moreno-Luzón, M. D., Peris, F. J. y González, T. F. (2001): Gestión de la Calidad y Diseño de Organizaciones: Teoría y estudio de casos, Prentice-Hall.

(Morin, 1985) MORIN Jacques “L’Excellence techonologique” Editions Jean Picollec, Publi-Union, París. Colocara citado por (ESCORSA y VALLS, 2001)

(NA, 1986) The National Academi, Engineering Undergraduate Education. National Academy Press, 1986, Washington DC.

(Palop, 1999) PALOP Fernando, VICENTE José M, Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva. Su Potencial Para la Empresa Española. 1999.

(Wollbenger y Mohan, 2010) WOLLENBERG Bruce, MOHAN Ned. The Importance of Modern Teaching Labs en IEEE Power & Energy Magazin. July August 2010.

(Zukerman, 2002) ZUKERMAN Amy, Managing Technology, Capston Published, United Kingdom, 2002.

## **ANEXOS**

## **ANEXO A. Gestión tecnológica: conceptos y casos de aplicación**

**GESTIÓN TECNOLÓGICA: CONCEPTOS Y CASOS DE APLICACIÓN**  
**TECHNOLOGY MANAGEMENT: CONCEPTS AND APPLICATION CASES**

MARGY LILIANA JAIMES FUENTES

Ms (c) Ingeniería Área Electrónica

Universidad Industrial de Santander

Investigador

[margyliliana@gmail.com](mailto:margyliliana@gmail.com)

COLOMBIA

DORYS CONSUELO RAMIREZ PRADA

Ms (c) Ingeniería área Electrónica

Universidad Industrial de Santander

Investigador

[dorysramirezp@gmail.com](mailto:dorysramirezp@gmail.com)

COLOMBIA

ANA MARIA VARGAS

Ms (c) ingeniería área Eléctrica

Universidad Industrial de Santander

Investigador

[amvargas@gmail.com](mailto:amvargas@gmail.com)

COLOMBIA

GILBERTO CARRILLO CAICEDO

Ingeniero Electricista, Ph.D

Universidad Industrial de Santander

Profesor titulado laureado

[Gilberto@uis.edu.co](mailto:Gilberto@uis.edu.co)

COLOMBIA

***RESUMEN ANALÍTICO***

*Este artículo presenta el estado del arte de la investigación en gestión tecnológica. Incluye una visión general de las bases teóricas de esta disciplina así como algunos estudios y casos de aplicación de la misma. La selección de la literatura se enfocó en los trabajos desarrollados principalmente por instituciones de educación superior, con el fin de articular un marco de referencia para la aplicación de esta herramienta en los procesos de adquisición y utilización de tecnologías para soportar las actividades académicas, investigativas y de extensión asociadas a los laboratorios de los programas académicos de la Universidad Industrial de Santander.*

***ANALYTICAL SUMMARY***

*In this paper the state of the art in technology management research is presented including a general vision of its conceptual basis as well as some studies and applications of this discipline. The literature selected refers works developed in higher education institutions, in order to articulating a framework for applying the technology management oriented to the acquisition and use of Technologies supporting the formation, research and services related to the academic programs at Universidad Industrial de Santander.*

**PALABRAS CLAVES:**

Gestión tecnológica  
Innovación tecnológica  
Modelo de gestión  
Institución de educación superior  
Tecnología.

**KEYWORDS:**

Technology management,  
Innovation  
Technology  
Model  
Technology transfer

**INTRODUCCION**

La internacionalización, la globalización económica y los desarrollos en las nuevas tecnologías de información y comunicación, han ocasionado un aumento en el nivel de competitividad de las organizaciones a nivel mundial, influenciado principalmente por las nuevas tecnologías, la calidad en los productos y servicios, y la satisfacción del cliente como fin último de las organizaciones [7].

En este contexto, la gestión tecnológica es una de las disciplinas que está generando un interés creciente en el campo de la dirección estratégica. La gestión tecnológica se puede definir como un conjunto sistemático de procesos orientados a la planificación, organización y ejecución de actividades relacionadas con la evaluación, adquisición y puesta en marcha de tecnologías claves para el cumplimiento de los objetivos estratégicos de una organización; con el objetivo de generar productos y/o servicios competitivos a partir del aprovechamiento de su capacidad tecnológica [10] [11] [12].

Esta disciplina es el resultado de la integración de varias áreas del conocimiento y aunque es un campo de investigación relativamente reciente, existe abundante literatura sobre el tema. Sin embargo, son escasos los trabajos que recopilen sus fundamentos teóricos y sus principales áreas

de actuación tanto a nivel industrial como en el ámbito académico. De acuerdo con lo anterior se presenta este documento con el propósito de estructurar un resumen del estado del arte del tema.

Para lograr este objetivo, se ha realizado una investigación en tres niveles. Primero, se han revisado las bases conceptuales que se consideraron relevantes; luego, se ha efectuado un recorrido por los campos de aplicación, los modelos desarrollados o aplicados y algunos estudios en diversos contextos, y se han analizado algunas aproximaciones y aplicaciones de la gestión tecnológica en instituciones de educación superior especialmente a nivel latinoamericano. A partir de esta revisión se pretende articular un marco de referencia que permita guiar su aplicación a los procesos propios de instituciones de educación superior.

Para este documento se han buscado como fuentes de información las bases de datos tecnológicas, los documentos residentes en internet y los trabajos de investigación desarrollados en instituciones de educación superior.

La sección 1 presenta un resumen de la evolución de los modelos de gestión empresarial, en la sección 2 se exponen las definiciones y modelos más relevantes de la gestión tecnológica, en la sección 3 se hace referencia a uno de los estándares encontrados sobre el tema, en la sección 4 se hace una breve recopilación de casos de aplicación de la gestión tecnológica haciendo énfasis en el estado de la gestión tecnológica en el contexto universitario y, finalmente, en la sección 5 se presentan las conclusiones más relevantes de esta recopilación.

## 1. evolución de los modelos de gestión

Las teorías de administración y de gestión contemporáneas están basadas en los desarrollos

históricos y en la evolución de los procesos productivos. Estos han pasado por la producción en línea de ensamblaje (1910), los equipos multidisciplinarios (1940), el desarrollo extensivo en la investigación de operaciones a través de la simulación de colas (1950-1960), la automatización (1980), la calidad total y la reingeniería (1990), la ingeniería concurrente y la cadena de valor (2000) [19].

En el periodo comprendido entre 1940 y 1980, la gestión empresarial se puede clasificar en cuatro modelos de gestión. El primero centrado en la gestión de la producción para aumentar la productividad (1945- 1955), el segundo enfocado en la gestión de los recursos financieros (1955-1965), el tercero centrado en el mercadeo (1965-1975), y el cuarto orientado a la gestión del talento humano (1975- 1985) [3].

A partir de 1985 el acelerado desarrollo científico y tecnológico ha promovido cambios en la concepción y en la práctica de la ingeniería, en el desarrollo de los procesos y productos y en la filosofía de la gestión. La tecnología se ha convertido en uno de los factores estratégicos para el crecimiento organizacional y el incremento de la ventaja competitiva se centra en una adecuada gestión de la tecnología. Por lo tanto es necesaria una gestión de los recursos tecnológicos integrada con las demás funciones estratégicas de la empresa. Esto se denomina gestión tecnológica.

## 2. BASES TEÓRICAS

En general la gestión tecnológica representa una serie de acciones, herramientas y técnicas para integrar la ciencia, la ingeniería, los negocios, los procesos organizacionales y el personal asociado para proyectar las fortalezas y corregir las debilidades como medio de incrementar la competitividad de las organizaciones [12]. A continuación se presentan algunas de las principales concepciones y modelos sobre este tema.

### 2.1 modelo de ray geanhi

El modelo planteado en [28] expresa que, aunque en los mercados globalizados actuales, la tecnología es uno de los factores críticos para el crecimiento y la supervivencia de las organizaciones, la gestión de esta tecnología requiere de la asignación de recursos la innovación, el desarrollo de nuevos productos y el talento humano especializado, entre otros.

Este autor presenta un modelo de gestión para industrias de base tecnológica. Divide la gestión tecnológica en tres subsistemas: subsistema de transformación, subsistema de recursos y subsistema de integración y visión.

- A. Subsistema de transformación: Hace referencia a la gestión de competencias en el núcleo de los procesos transformacionales, es decir, aquellos que convierten propiedad intelectual en operaciones y desarrollo de nuevos productos. Este subsistema está compuesto por las siguientes competencias:
- La gestión de las operaciones de producción y la ingeniería de automatización.
  - La gestión del “know-how” y la propiedad intelectual
  - La gestión del desarrollo de productos, la confianza del cliente y el mercado [28].
- B. Subsistema de recursos: Está relacionado con la gestión de tres recursos de apoyo claves para la gestión tecnológica:
- Gestión de la calidad en los productos y servicios y la gestión de la confiabilidad de la producción.
  - Gestión del procesamiento de la información y la comunicación.
  - Gestión del personal, incluyendo equipos y cultura de cambio e innovación [28].
- C. Subsistema de integración y visión: Está orientado a la gestión de la integración entre las competencias de los dos subsistemas anteriores y comprende:

- La gestión de proyectos tecnológicos y de integración.
- La gestión del liderazgo y la dirección visionaria para la ganancia [28].

## 2.2 Gestión Tecnológica por Thamhain

Thamhain [12] Define la gestión tecnológica como el arte y la ciencia de crear valor usando la tecnología junto con otros recursos de la organización.

A partir de la definición del National Research Council (1987): “La gestión de tecnología vincula las disciplinas de la ingeniería, la ciencia y la administración para planear desarrollar e implementar capacidades tecnológicas para trazar y ejecutar las metas estratégicas y operacionales de una organización”, Thamhain [12] Hace énfasis en 7 dimensiones involucradas en la gestión tecnológica:

- La gestión de la ingeniería, las ciencias naturales y las ciencias sociales.
- Las ciencias administrativas para la planeación, la selección, el desarrollo y la implementación de la tecnología.
- El desarrollo de capacidades operacionales y servicios de campo.
- Los procesos operacionales, herramientas, técnicas y personal.
- La dirección y el liderazgo hacia el desarrollo de nuevos productos y servicios.
- El ambiente de negocios, la cultura organizacional y la estrategia de negocios y su influencia recíproca.
- La gestión de muchos componentes interdisciplinarios, la gestión de su integración en un solo sistema y la gestión de dicho sistema.

## 2.3 Gestión tecnológica por COTEC

COTEC<sup>6</sup> reconoce la gestión de la tecnología como una práctica esencial de cualquier negocio y

<sup>6</sup> Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica

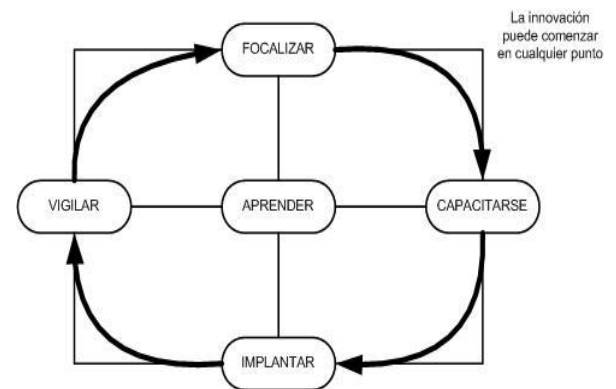
resalta la relación entre la tecnología y la innovación en los procesos de gestión tecnológica, proponiendo la siguiente definición:

“La gestión de la tecnología incluye todas aquellas actividades que capacitan a una organización para hacer el mejor uso posible de la ciencia y la tecnología generada tanto de forma externa como interna. Este conocimiento conduce hacia una mejora de sus capacidades de innovación, de forma que ayuda a promocionar la eficacia y eficiencia de la organización para obtener ventajas competitivas...”

Además describe la gestión tecnológica a partir de tres modelos que explican aquello que requiere la gestión de la tecnología, la forma como se articula en una empresa y la razón para realizarla.

- A. Modelo 1. Elementos clave del proceso de innovación: Expone los elementos claves para gestionar de forma exitosa el cambio tecnológico en los productos y servicios: focalizar las señales, desarrollar una respuesta estratégica, adquirir el conocimiento necesario, implantar la solución y aprender (ver figura 1) [10].

Figura 1. Elementos clave de la innovación [10]. Adaptado por los autores.



- B. Modelo 2. Gestión de la tecnología y procesos de innovación empresarial: Describe la forma en que se pueden articular procesos de innovación como la formulación de una estrategia tecnológica o el desarrollo de

nuevos productos para obtener de estos el máximo valor (ver figura 2) [10].

Figura 2. Gestión tecnológica y procesos de Innovación empresarial [10]. Adaptado por los autores.

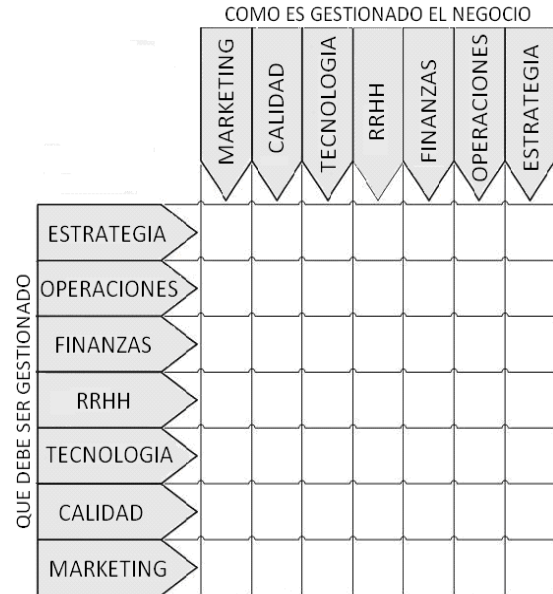


C. Modelo 3. Importancia de la gestión de la tecnología: Muestra la forma en que se pueden relacionar la gestión de la tecnología y otras funciones de gestión para mejorar el rendimiento empresarial. Puede ser utilizado para mostrar el impacto de la innovación y la gestión de la tecnología en los negocios y cómo ellos pueden contribuir a la gestión de la tecnología (ver figura 3) [10].

## 2.4 GESTIÓN TECNOLÓGICA POR BERNAL Y LAVERDE

Bernal y Laverde [6] proponen que la gestión tecnológica debe ser extendida hacia todas las áreas imperantes de una organización a través de cuatro procesos principales: La gestión del conocimiento (aprendizaje individual, aprendizaje en equipo, conocimientos y valores organizacionales), la administración de la información (búsqueda, generación, acopio, manejo participativo), la administración de los procesos productivos (asimilación, adaptación, diseño de materiales y materias primas), y la gerencia de procesos administrativos y directivos (mecanismos de evaluación, manejo, negociación y transferencia de tecnologías).

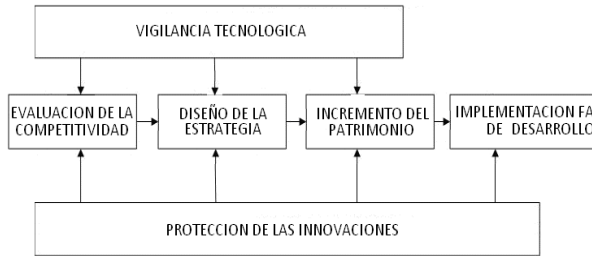
Figura 3. Qué debe ser gestionado y cómo debe ser gestionado [10]. Adaptado por los autores.



## 2.5 MODELO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA DE HIDALGO NUCHERA

Este autor señala que una eficiente gestión de la tecnología necesita tener en cuenta principalmente dos tipos de funciones: las funciones activas y las funciones de apoyo. Las funciones activas corresponden a la capacidad de adquirir y desarrollar los recursos tecnológicos y la capacidad de asimilar las tecnologías que se incorporen a los procesos. Las funciones de apoyo, por su parte, se relacionan con la capacidad de reconocer las señales del entorno sobre las oportunidades y amenazas de su posición tecnológica, y su interpretación. Los elementos de este modelo se observan en la figura 4. Aunque los modelos de Gehani y Thamhain están orientados a organizaciones directamente relacionadas con la producción y la venta de bienes tecnológicos.

Figura 4. Qué debe ser gestionado y cómo debe ser gestionado [10]. Adaptado por los autores.



Estos modelos ofrecen un referente muy importante para la contextualización de la gestión tecnológica en el entorno académico sobre las áreas claves que debe tocar la gestión tecnológica y la relación de esta disciplina con los demás procesos de una organización, sin embargo, no ofrecen una guía para su implementación en la organización. Por el contrario los modelos de COTEC e Hidalgo Nuchera, presentan la gestión tecnológica de una forma sistemática, claramente estructurada, en la cual se identifican las fases básicas para la implementación de los modelos de gestión, la forma como se relacionan y la secuencialidad de las mismas. Otra fortaleza de estos modelos es su orientación hacia la generación de innovación. Estas características servirán de guía para el diseño de las etapas de un modelo de gestión adaptado al entorno académico.

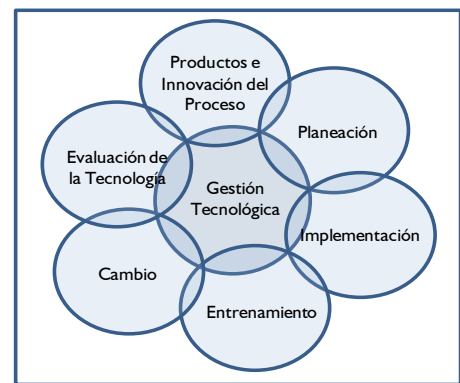
## 2.6 MODELO DE LAS SEIS FACETAS

Según dice Kearns [19] el modelo de las seis facetas está concebido para implementar nuevas tecnologías innovadoras dentro de una organización, es decir; moldea y evalúa la implementación de nuevos procesos tecnológicos dentro de una organización [25].

El modelo está compuesto por seis facetas de gestión: Evaluación de la Tecnología, Integración de los procesos y productos, Planeación, Implementación, Entrenamiento y Cambio. Este modelo es especial para organizaciones donde los cambios en la tecnología se dan continuamente. El modelo se describe gráficamente en la figura 5. Se

puede observar que cada una de las facetas del modelo está relacionada con las demás por medio de traslapeo entre las facetas adyacentes, con lo cual se indica que cada una de ellas es tan importante como las demás. Este significado induce a pensar que dentro de la implementación de cualquier nuevo proceso de tecnología y del modelo, si no se tienen en cuenta las seis facetas por igual, los resultados obtenidos no serían productivos o confiables [25]

Figura 5. Modelo de las seis facetas [10]. Adaptado por los autores.



De acuerdo con Kearns [19] la faceta de Evaluación de la Tecnología envuelve la selección de tecnología y evaluación de la implementación y post-implementación. Es necesario el mejoramiento continuo para asegurar que la tecnología es siempre efectiva. La integración de Procesos y Productos se determina como una tecnología que se puede introducir en el ambiente organizacional y la necesidad de interacción con el proceso.

En la faceta de Planeación se define un alcance que previene que las tareas complejas consuman los recursos, es decir; las únicas tareas a las que se dedicará es a las planeadas y esto se consigue con un plan del proyecto. En La faceta de implementación se realiza todo lo propuesto en el plan, específicamente la implementación planeada de la nueva tecnología. El éxito de una tecnología depende de su compatibilidad para ser usada y el factor humano de implementar dicha tecnología.

La faceta de Entrenamiento se refiere al aprendizaje de la utilización de la nueva tecnología y finalmente en la faceta de Cambio se refiere a la innovación organizacional la cual conlleva a una implementación exitosa de la tecnología [25].

### 3. ESTÁNDARES DE GESTIÓN TECNOLÓGICA

En la búsqueda bibliográfica realizada, no se encuentran muchas referencias al respecto. Sin embargo, Benavides [4] hace una analogía entre las etapas y actividades de un proceso de gestión estratégica de la tecnología, con las actividades de un sistema de gestión de las actividades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i). Esto se formula a través de la norma UNE 166002 EX, la cual tiene como objetivo favorecer la gestión de las actividades de I+D+i de las empresas.

En [4] se plantea que esta analogía se puede realizar dado que la adopción y mantenimiento de un sistema de gestión de las actividades I+D+i conlleva las mismas ventajas que la aplicación de un proceso de dirección estratégica de la tecnología.

El sistema de gestión de las actividades de (I+D+i) se origina en España, en el año 2002 cuando AENOR crea el Comité Técnico de Normalización AEN/CTN 166 Actividades de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (I+D+i) constituido por seis grupos de trabajo: terminología y definiciones de las actividades de I+D+i, normalización de los proyectos de I+D+i, normalización de los sistemas de gestión de la I+D+i, guía para auditar los sistemas de gestión de la I+D+i, calificación de auditores de I+D+i y normalización en la fase de I+D.

Esta analogía constituye una herramienta muy valiosa para el diseño de cualquier modelo de gestión ya que el seguimiento de un estándar proporciona un mayor grado de confianza respecto a la calidad y el éxito con que se desarrollen los

procesos o fases que se establezcan. Sin embargo, dado que estos estándares fueron creados en el contexto europeo, sería necesario realizar un análisis minucioso de las posibles formas de adaptación al entorno nacional y local.

### 4. CASOS DE APLICACIÓN DE LA GESTIÓN TECNOLÓGICA.

Dado que la gestión tecnológica no es un campo del saber puramente teórico sobre la tecnología y su desarrollo, sino también una práctica basada en un conocimiento derivado del análisis y la interpretación de las observaciones del comportamiento del desarrollo tecnológico, se presentan a continuación algunos casos de aplicación de la gestión tecnológica en diversos contextos.

Mejía [9], utilizó un instrumento para valorar el desarrollo tecnológico de una compañía con base en el conocimiento sobre los procesos y productos que desarrolla, el grado de proactividad establecido por la gerencia, la posición de la empresa en el mercado, y el manejo de información.

Moreno y Matamoros [8] realizaron un análisis sobre el proceso de transferencia de tecnología en Latinoamérica, la legislación del comercio internacional de tecnología y la apertura hacia mercados internacionales, y el papel de los empresarios y funcionarios públicos en los procesos de selección y compra de tecnología. Rodríguez y Cordero establecieron un esquema para identificar innovaciones atrasadas e innovaciones prematuras a partir de la relación entre las habilidades científicas e inventivas de una persona, grupo u organización, la capacidad tecnológica o el grado de desarrollo alcanzado por la organización, la sociedad, y las demandas sociales y económicas.

Fernández de Lucio [14] desarrolló un modelo de tres fases con el objetivo de mejorar la capacidad de interacción y comunicación de los elementos clave del proceso innovador: el conjunto de

empresas de infraestructura industrial, los centros de I&D y las acciones de las administraciones. Las fases de evolución del modelo son: dinamización, cooperación e integración sectorial.

Además el Programa nacional de prospectiva tecnológica e industrial de COLCIENCIAS pretende construir una plataforma de generación e intercambio de conocimiento prospectivo, experiencias y mejores prácticas, utilizando modernas técnicas de gestión de conocimiento y comunicación. Está compuesto por una serie de actividades relacionadas con el desarrollo de capacidades nacionales en prospectiva, vigilancia tecnológica e industrial, generación de aplicaciones y ejercicios concretos y exitosos.

#### 4.1 GESTIÓN TECNOLÓGICA EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR

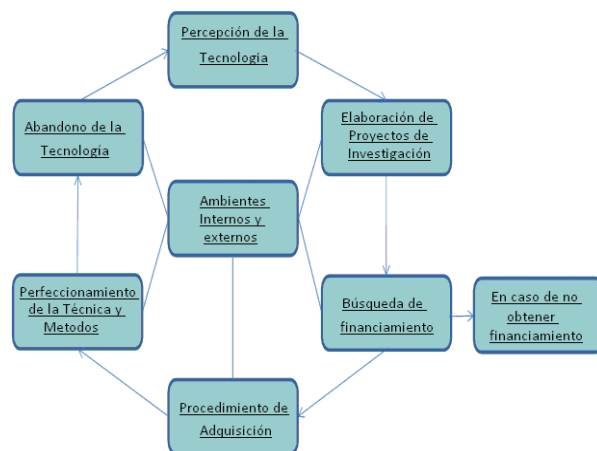
##### Universidades Latinoamericanas

- A. Universidad Santiago de Chile: Cuenta dentro de su vicerrectoría de investigación y desarrollo, con un departamento de Gestión Tecnológica encargado de dar apoyo a las actividades de asistencia técnica y a la gestión de proyectos relacionados con la adaptación y desarrollo de tecnologías, asistencia técnica, educación continua y prestación de servicios técnicos.
- B. Universidad Nacional de La Plata en Argentina: A través de unidades de vinculación tecnológica promueve la identificación, selección y formulación de proyectos de investigación y desarrollo, transmisión de tecnología y asistencia técnica.
- C. Universidad Nacional del Rosario en Argentina: Promueve actividades de investigación y desarrollo tecnológico, que involucran a miembros de las distintas unidades académicas con la comunidad y el sector productivo, a través de la oficina de vinculación tecnológica. Su objetivo es contribuir al desarrollo social y productivo de la región, al crecimiento académico y al impulso de la investigación hacia el interior de la misma.

- D. Universidad Nacional Autónoma de México. Centro para la Innovación Tecnológica (CIT). El CIT tiene una doble misión: la académica, que realiza mediante la investigación y formación de recursos humanos en materia de administración de la innovación tecnológica; y la de servicio a otras dependencias universitarias, que lleva a cabo mediante acciones diversas de vinculación entre las capacidades tecnológicas de la UNAM y los requerimientos del sector productivo.
- E. Modelo de Gestión Tecnológica del Laboratorio de Instrumentación Analítica (LIA) de la Facultad Experimental de Ciencia Universidad del Zulia. La universidad del Zulia da un valor agregado a la adquisición de la gestión de nuevo conocimiento más que a la gestión de la tecnología, por eso propone este modelo para el laboratorio de instrumentación analítica (LIA) en el que la adquisición de la tecnología forma parte fundamental del proceso de desarrollo del nuevo conocimiento [17].

Se presenta a continuación el modelo.

Figura 6. Modelo del laboratorio de Instrumentación Analítica LIA [10]. Adaptado por los autores.



Este modelo está orientado a la adquisición de la tecnología y consta de 6 fases, la primera fase es cuando el investigador percibe la necesidad de algún componente para llevar a cabo la investigación, la segunda fase es el

diseño de proyectos para plantear la necesidad de la tecnología, la tercera fase es una de las más importantes para la adquisición de la tecnología y es la financiación, la cuarta fase es la espera de la respuesta, la quinta fase es la adaptación de la tecnología y el proceso de capacitación de los investigadores con la nueva adquisición tecnológica, y la sexta fase es el abandono de tecnologías obsoletas [17].

Este proceso se desarrolla de acuerdo con el modelo de [26] las cuatro formas de conversión del conocimiento surgen cuando el conocimiento tácito y el explícito interactúan, y en este proceso dinámico de creación de conocimiento se genera un ciclo continuo y acumulativo de generación, codificación y transferencia del conocimiento, la llamada espiral de creación del conocimiento. Al igual que en las comunidades de conocimiento observadas por los mencionados autores, este proceso se desarrolla de manera similar en el LIA. [17][1][26]

#### Universidades Colombianas

A. Universidad Nacional: En [25] se señala que la gestión tecnológica “ha tenido un desarrollo desarticulado en nuestro país, producto del interés de investigadores individuales y no de equipos de trabajo constituidos y con trayectoria”. Además resalta el estado crítico de la aplicación de la gestión tecnológica en las PYMEs, dado que este tema hasta hace muy poco tiempo no fue objeto de ninguna investigación adelantada en el país [25]. En respuesta a esta situación la Universidad Nacional propone una metodología para la investigación, el desarrollo y la aplicación de la gestión tecnológica. Esta metodología se plantea en dos niveles: uno orientado al

fortalecimiento de la gestión tecnológica como tal y otro, hacia su investigación y desarrollo. El modelo se compone de siete elementos: Enfoque conceptual; relación gestión tecnológica-sector de estudio; dimensiones de la gestión; estructuración del proceso de investigación y desarrollo en gestión; formulación de principios; definición de estructuras y planteamiento de estrategias.

Como parte de su estructura organizacional, la universidad cuenta con una Unidad de Gestión Tecnológica, encargada de proponer enlaces para la realización de proyectos de desarrollo tecnológico, económico, industrial, social y cultural, enmarcados en el contexto de la innovación, la competitividad y la construcción del conocimiento. Otro de sus objetivos es garantizar la actualización, retroalimentación y renovación de los programas académicos, y el estudio oportuno eficaz de los problemas y requerimientos científicos y tecnológicos del entorno regional y nacional.

B. Universidad de Antioquia: A través de la Vicerrectoría de Investigación ofrece servicios de gestión tecnológica relacionados con la innovación, generación, adecuación, transferencia o actualización de tecnología; y con la difusión, comercialización y protección de la propiedad intelectual de procesos tecnológicos, resultantes de las actividades de investigación, docencia o asistencia, realizadas por las diferentes unidades de la Universidad. Además cuenta con un programa de gestión tecnológica que busca fortalecer la capacidad investigativa y una unidad de transferencia tecnológica encargada de dinamizar y gestionar las actividades de generación de conocimiento y la colaboración científica. En un trabajo conjunto con la Universidad Pontificia Bolivariana desarrolló un modelo de gestión tecnológica para las unidades de información de las universidades de Medellín: Este proyecto seleccionó y adaptó un modelo de gestión tecnológica que integra el entorno en el cual están inmersas las unidades de información académica. El modelo se centró en el quehacer administrativo (líneas estratégica y operativa), la especificación de los elementos de cada una de ellas y la especificación de las herramientas de gestión tecnológica, midiendo y controlando su

desarrollo y aplicación en los procesos de las unidades de información [2].

La investigación acogió la propuesta de Grobbelaar y Gideon [16] como una herramienta de planeación estratégica y operativa para gestionar tecnología de manera integral en las unidades de información. Los elementos del modelo propuesto se resumen en: los ambientes, la estructura de la unidad de información, la trayectoria estratégica, la trayectoria operativa, las herramientas, y los productos, servicios y mercados. Allí se resalta la posibilidad de aplicar la metodología de desarrollo e implementación del modelo en otras organizaciones de carácter académico y/o administrativo.

- C. La Universidad del Valle: Ha desarrollado un modelo de gestión de tipo sistémico para la gestión de la ciencia y la tecnología en la institución en procura de mejores condiciones de competencia frente a otras entidades, de recursos para la investigación y el desarrollo tecnológico, y de lograr un mayor impacto de la investigación en la modernización de la docencia y el mejoramiento académico en general.
- D. Universidad Tecnológica de Pereira. Concibe la gestión tecnológica como el proceso de administrar la generación, transformación y protección del conocimiento científico y tecnológico, y su implementación y difusión en el entorno social y empresarial.

La universidad dispone de una Unidad de Gestión Tecnológica que desarrolla las siguientes funciones: la transferencia de tecnología relacionada con la demanda y oferta tecnológica, la transferencia de resultados tecnológicos al medio (sistema regional y nacional de tecnología, otras instituciones de investigación), la acreditación de laboratorios, y el fomento a la creación de empresas de base tecnológica en la comunidad académica [18].

## GESTIÓN TECNOLÓGICA EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

En la Universidad Industrial de Santander se han generado algunas de la gestión de tecnologías como producto de la investigación a nivel de pregrado y postgrado, y asesorías a empresas de diversos sectores a nivel regional, nacional e internacional. Estas investigaciones incluyen una contextualización de la gestión tecnológica al entorno académico haciendo énfasis en la definición de su cadena de valor y en el estudio del nivel tecnológico de algunos laboratorios de la facultad de ingenierías físico- mecánicas, en el área de ingeniería eléctrica y electrónica [29]-[16].

Se han construido modelos de gestión tecnológica para empresas del sector eléctrico [23]-[11] y metodologías de inteligencia competitiva aplicadas al análisis de mercados de energía [27] para reconocidas empresas del sector eléctrico colombiano, y de algunos países de América Latina [24], [30] con el fin de generar estrategias para aumentar su ventaja competitiva y obtener una mayor disposición y capacidad para planear, desarrollar e implementar soluciones tecnológicas para el logro de sus objetivos estratégicos y técnicos.

Se ha incursionado también en la asesoría de empresas del sector petrolero [5] con el diseño de una metodología de inteligencia competitiva como soporte a las estrategias de mejora continua de los procesos de información técnica del Instituto Colombiano de Petróleos.

Para el sector metalmeccánico [31] y el sector eléctrico [22] se han diseñado y aplicado procedimientos e instrumentos para evaluar el nivel tecnológico de la infraestructura de algunas empresas, como primera fase de un modelo de gestión tecnológica que puede ser adaptado y aplicado a otras empresas, lo cual se ha depurado a nivel internacional [32].

A nivel institucional se ha planteado también la necesidad de contar con un modelo formalizado

de gestión de conocimiento que permita mejorar los procesos de valoración, protección, transferencia y comercialización del saber generado en la universidad y de las tecnologías asociadas [21].

A continuación se presenta una breve descripción de los trabajos más relevantes en este tema.

- A. Modelo de gestión tecnológica aplicable a empresas del sector eléctrico colombiano: Este modelo desarrollado para empresas del sector eléctrico colombiano está orientado hacia la adquisición de una adecuada capacidad de gestión y se compone de cinco procesos principales: el diseño de la estrategia tecnológica, la planificación del desarrollo tecnológico, la adquisición, la transferencia de tecnología, todos estos en el marco los derechos de propiedad intelectual. El modelo fue aplicado en el desarrollo e implementación de un sistema de automatización de una empresa del sector eléctrico obteniendo resultados exitosos en cuanto a tiempo y costos de ejecución del proyecto [23].
- B. Modelo de gestión tecnológica aplicado a empresas del sector de autopartes: Se propone un modelo, depurado de [23], compuesto por cinco elementos centrados en la filosofía de información y desarrollo de la empresa y bajo el marco de la propiedad intelectual. Los elementos de este modelo son: Mapa tecnológico (compuesto por dos acciones: el inventario tecnológico y la vigilancia tecnológica), prospectiva inteligente (combina inteligencia competitiva y prospectiva tecnológica), estrategia tecnológica (compuesta por la planificación de la estrategia y el análisis para la toma de decisiones), desarrollo y/o adquisición de tecnología, y transferencia de tecnología. Inicialmente se desarrolla sólo el primer elemento de este modelo a través del estudio de los procesos de producción y sus tecnologías asociadas lo cual da origen a un inventario tecnológico base para el proceso de vigilancia tecnológica a partir del cual se clasificaron las tecnologías existentes en empresa.

C. Modelo de gestión tecnológica para un laboratorio de ingeniería electrónica de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la UIS. En este trabajo se desarrolló una metodología para contextualizar la gestión tecnológica en los laboratorios del área de ingeniería en instituciones de educación superior, con el objetivo de modernizar y adquirir nuevas tecnologías y mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje que allí se llevan a cabo. Se propuso un modelo de gestión estructurado en cinco procesos secuenciales, de los cuales se desarrollaron los tres primeros. Estos procesos se observan en la figura 7 [29].

D. Gobierno electrónico para los servicios de salud de Santander orientado al ciudadano. Esta investigación identificó los procesos, actividades, tecnologías, insumos y productos para generar un inventario y un diagnóstico del nivel tecnológico de los servicios medulares de salud para Santander, con el fin de formular una estrategia de gobierno electrónico orientado al ciudadano en dicho sector [13].

## 5. CONCLUSIONES

Dada la diversidad de contextos en los que la gestión tecnológica viene surgiendo como modelo de gestión, se podría decir que existen tantos modelos en esta disciplina como organizaciones y enfoques. Sin embargo, los casos revisados convergen en la búsqueda del aumento de la innovación en sus aspectos estratégicos y operativos según el ámbito de cada organización. Además la mayoría de estos modelos muestra la importancia de tener claramente definida la filosofía de la organización y sus objetivos claves para que estos sean el soporte del modelo de gestión que a implementar.

Los modelos estudiados exigen componentes claves como conocer las organizaciones que realizan actividades similares (competidores), las tendencias tecnológicas, las capacidades tecnológicas de la organización, la protección de los desarrollos tecnológicos y la capacidad de

aprender de las organizaciones. Estos elementos comunes otorgan a la gestión tecnológica una universalidad que permite su aplicación flexible a diferentes entornos por medio del desarrollo de diferentes métodos, técnicas e instrumentos que se hacen particulares según el área de aplicación.

Las universidades estudiadas han incursionado en la creación de unidades de gestión tecnológica orientadas principalmente a dos frentes: fortalecer y optimizar los procesos de investigación y desarrollo, y consolidar la relación universidad-empresa por medio de actividades de transferencia tecnológica. Una fortaleza de estas iniciativas es que cuentan con el respaldo de los organismos administrativos de las universidades y por tanto se han convertido en políticas que enmarcan el desarrollo de la academia y la investigación, esto facilita la inserción de estas prácticas en la cultura universitaria. Sin embargo la inclusión en el organigrama muchas veces hace que se burocraticen.

Se espera más desarrollo en la adaptación de los fundamentos y modelos de gestión tecnológica en la optimización de los procesos administrativos y en aplicaciones de soporte a los procesos misionales. Dada la experiencia de las instituciones de educación superior en el área de gestión tecnológica, la aplicación de este conocimiento a sus procesos internos constituye una línea de investigación y desarrollo con mucha proyección y opciones de crecimiento para el quehacer universitario. En este sentido, aquí se plantea la aplicación de la filosofía de gestión tecnológica para formular un proyecto de renovación tecnológica de los laboratorios de electrónica de la E3T de la Universidad Industrial de Santander, que considere procesos de selección, adquisición e implementación de tecnología con el fin de mejorar la calidad del proceso de formación.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] A. Castro Acevedo Universidad ICESI disponible en línea: [http://www.icesi.edu.co/blogs\\_estudiantes/calexa/2](http://www.icesi.edu.co/blogs_estudiantes/calexa/2)

[008/12/12/diamante-de-porter-vs-modelo-de-nonaka-y-takeuchi/](http://www.icesi.edu.co/blogs_estudiantes/calexa/2)

[3] A. Hidalgo, La gestión de la tecnología como factor estratégico de la competitividad industrial, en Economía Industrial N.º 330 1999.

[2] Agudelo, L. M. Niebles y L. Gallón, La gestión tecnológica como herramienta De planeación estratégica y operativa para las unidades de información Revista Interamericana de Bibliotecología. Medellín (Colombia) Vol. 28 No. 2 julio-diciembre de 2005.

[4] A. Benavides y C. Quintana, Gestión estratégica de la tecnología y economías de aglomeración, en Revista Madrid, Número 16, abril- mayo 2003

[5] B. R. Araque. Direccionamiento del centro de información técnica –CIT- del Instituto Colombiano de Petróleo a través de la estrategia de desarrollo tecnológico, inteligencia competitiva, y el análisis interno de los procesos para la mejora continua. Bucaramanga, 2004. Trabajo de grado (Ingeniera Industrial), Universidad Industrial de Santander, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Dirigido por Humberto Pradilla Ardila

[6] C.E. Bernal y J. Laverde (1995). Proyecto de modernización de las PYME. Gestión Tecnológica. Santafé de Bogotá: Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA

[7] C. Martínez, Desarrollo de Negocios Tecnológicos, Universidad Mayor, Facultad de Ingeniería, Santiago de Chile, 2002.

[8] F. Moreno y M. Matamoros (1990). Contratos tecnológicos. En Bd-Secab-Cinda

[9] F. J. Mejía (1998). Gestión Tecnológica. Dimensiones y perspectivas. Bogotá: Programa ICFES-Tecnos, Editora Guadalupe LTDA.

- [10] Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica, Pautas metodológicas en gestión de la tecnología y de la innovación para empresas. Tomo I: Perspectiva empresarial, Gráficas Arias Montano, S.A. Madrid, 1999
- [11] G. Carrillo et al. Modelo de gestión tecnológica para CODENSA S.A. E.S.P. Bucaramanga, 2006. Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.
- [12] H. Thamhain, Management of technology, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2005
- [13] H.J. Herrera Lizcano, Gobierno electrónico para los servicios de salud de Santander Orientado al Ciudadano, Bucaramanga, 2010. Trabajo de grado (Magíster en ingeniería Electrónica), Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Dirigido por Gilberto Carrillo Caicedo.
- [14] I. Fernández de Lucio (1993). Gestión Tecnológica Competitividad y Empleo. Memorias VI Seminario Latinoamericano. Bogotá: ALTEC
- [15] J.L. Bautista, S. F. Pérez, Modelo tipo de gestión tecnológica para los laboratorios de ingeniería eléctrica de la E3T, Bucaramanga, 2007. Trabajo de grado (Ingeniero Electrónico), Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Dirigido por Ricardo Llamasa Villalba.
- [16] J. A. GROBBELAAR and de WET, Gideon. The hermeneutic of the management of technology. En: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF TECHNOLOGY. (7: 1998: Miami, FL). Proceeding of the Seventh international conference on management of technology. Miami, FL.: Elsevier Science, 1998. J. Rodríguez y B. Cordero (1998). La gestión de la Tecnología Elementos Fundamentales y la transferencia de la tecnología entre la Universidad y la Empresa. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- [17] K. Navarro; E, Romero; R, Bauza y B, Granadillo, "estudio sobre la gestión tecnológica y del conocimiento en una organización creadora del conocimiento" Venezuela, No 34, 2006, disponible en línea: [www.redalyc.com](http://www.redalyc.com).
- [18] L.E. Arango et al. Unidad de gestión tecnológica Incubadora de empresas incubar eje cafetero. Informe de gestión primer semestre del 2004. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, 2004.
- [19] L.E. Becerra, Nuevos conceptos administrativos y empresariales, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Diplomado en Gestión Administrativa, Bucaramanga, 2004.
- [20] M. B. Kearns, J. B. Taylor and Hull, C. E. (2005). The Six Facets Model: Technology Management in the Effective Implementation of Change. International Journal of Innovation and Technology Management, 2: 77–100
- [21] M. Bonilla María. Diseño de un modelo de gestión de conocimiento para la Universidad Industrial de Santander. Trabajo de grado dirigido por: Ing. Jaime Alberto Camacho Pico, Bucaramanga, 2004. Universidad Industrial de Santander, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.
- [22] M.P. Carreño, L.P. Jiménez. Gestión tecnológica: evaluación del nivel tecnológico en la cadena de valor del área de distribución. Bucaramanga, 2006. Trabajo de grado dirigido por: Gilberto carrillo Caicedo y Ms. Francisco Mosquera Robbin. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.

[23] M.F. Navas Marco. Desarrollo de un modelo de gestión tecnológica aplicable a empresas del sector eléctrico colombiano. Bucaramanga, 2004. Trabajo de grado dirigido por: Gabriel Ordoñez Plata. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.

[24] N. Chacón N, M. León. Caracterización del Mercado de Generación y Transporte de Electricidad en Panamá para Inversionistas. Bucaramanga, 2006. Trabajo de grado dirigido por: Rubén Darío Cruz Rodríguez y Gilberto Carrillo. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.

[25] O.F. Castellanos, Gestión en tecnología: Aproximación conceptual y perspectivas de desarrollo, en INNOVAR, revista de ciencias administrativas y sociales. No. 21, enero - junio de 2003

[26] Proceso de creación del conocimiento (nonaka, takeuchi, 1995) disponible en línea: [http://www.gestiondelconocimiento.com/modelo\\_nonaka.htm](http://www.gestiondelconocimiento.com/modelo_nonaka.htm)

[27] R.D. Cruz et al. Modelo de análisis de mercados de energía eléctrica mediante la aplicación de una metodología que involucra inteligencia competitiva y agentes inteligentes. Bucaramanga, 2007. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.

[28] R. Gehani, management of technology and operations, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey York, 1998.

[29] S. Amaya y J. Amaya, Desarrollo de un modelo de gestión tecnológica para un laboratorio de electrónica de la E3T, Bucaramanga, 2007. Trabajo de grado Dirigido por: Rubén Darío Cruz Rodríguez. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.

[30] V. Gómez y F. Hoyos, Caracterización del mercado de generación y transporte de electricidad de Bolivia para inversionistas Bucaramanga, 2006. Trabajo de grado Dirigido por: Gerardo Latorre Bayona. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.

[31] X. Ortiz, D. Velandia, gestión tecnológica: evaluación del nivel tecnológico de la infraestructura de una empresa del sector metalmeccánico de fabricación de autopartes. Bucaramanga, 2006. Trabajo de grado (Ingeniero Electrónico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Dirigido por Gilberto Carrillo Caicedo.

[32] D. Rivera, Y. Jiménez, Diseño metodológico para obtener el perfil tecnológico de la cadena de valor de una empresa prestadora de servicios urbanos (SUTEC S.A.) Bucaramanga, 2007. Trabajo de grado (Ingeniero Electrónico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Dirigido por Gilberto Carrillo Caicedo.

## **ANEXO B. Estado del arte vigilancia tecnológica**

# ESTADO DEI arte Vigilancia Tecnológica: Una Aplicación para la Innovación

MARGY LILIANA JAIMES FUENTES

Ms (c) Ingeniería Área Electrónica

Universidad Industrial de Santander

Investigador

[margyliliana@gmail.com](mailto:margyliliana@gmail.com)

COLOMBIA

DORYS CONSUELO RAMIREZ PRADA

Ms (c) Ingeniería área Electrónica

Universidad Industrial de Santander

Investigador

[dorysramirezp@gmail.com](mailto:dorysramirezp@gmail.com)

COLOMBIA

ANA MARIA VARGAS

Ms (c) ingeniería área Eléctrica

Universidad Industrial de Santander

Investigador

[amvargas@gmail.com](mailto:amvargas@gmail.com)

COLOMBIA

GILBERTO CARRILLO CAICEDO

Ingeniero Electricista, Ph.D

Universidad Industrial de Santander

Profesor titulado laureado

[Gilberto@uis.edu.co](mailto:Gilberto@uis.edu.co)

COLOMBIA

**Fecha de Recepción del artículo:**

**Fecha de Aceptación del Artículo:**

**Temática abarcada por el artículo:** Gestión Tecnológica

**Tipo de Artículo:** Revisión de tema.

## **RESUMEN ANALITICO.**

*En este artículo se presenta el estado del arte de las aplicaciones de vigilancia tecnológica en diferentes escenarios del conocimiento y la industria, y en cada uno se ilustra la información concerniente a su estructura metodológica, dando una mirada a la importancia de estos procesos en las organizaciones. esto con el fin de llegar a la adopción y adaptación para un ejercicio de vigilancia tecnológica en la escuela de ingenierías eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones E<sup>3</sup>T de la universidad industrial de Santander, teniendo en cuenta que la base para la innovación tecnológica es estar a la vanguardia en los procesos y servicios, y la mejor manera es que las*

*organizaciones estén atentas a los cambios y evolución del desarrollo tecnológico a través de un proceso de vigilancia continua, el cual permite la anticipación, la reducción del riesgo y el aprovechamiento de recursos de investigación*

## **PALABRAS CLAVES**

Modelos de Vigilancia Tecnológica.

Gestión Tecnológica.

Competitividad

Innovación

Patentes

## **INTRODUCCIÓN**

La aceleración y el cambio tecnológico inmerso en el proceso de globalización, afectan hoy a cualquier organización. Sólo mediante un proceso sistemático que suministre la información pertinente en el momento oportuno puede llevar a la organización a una toma de decisiones efectiva que anticipe tanto las amenazas como las oportunidades derivadas de los cambios.

A lo largo del tiempo se ha venido practicando la vigilancia tecnológica en las organizaciones como una herramienta que les ayuda a tener una visión de su entorno y de los procesos de mejora para desarrollar sus productos o servicios, esto se hace con el fin de detectar las amenazas, oportunidades tendencias o desarrollos para la toma de decisiones estratégicas en el proceso de innovación.

Existen definiciones acerca del concepto de vigilancia tecnológica como las expresadas a continuación:

Escorsa: La vigilancia tecnológica "consiste en realizar de forma sistemática la captura, el análisis, la difusión y la explotación de las informaciones técnicas útiles para la supervivencia y el crecimiento de la empresa. La vigilancia debe

alertar sobre cualquier innovación científica o técnica susceptible de crear oportunidades o amenazas" 000.

Jakobiak: "La vigilancia tecnológica consiste en la observación y en el análisis del entorno científico, tecnológico y de los impactos económicos presentes y futuros para identificar las amenazas y oportunidades de desarrollo" 000.

Lesca: "La vigilancia tecnológica incluye los esfuerzos que la empresa dedica, los medios de que se dota y las disposiciones que toma con el objetivo de conocer todas las evoluciones y novedades que se producen en los dominios de las técnicas que le conciernen actualmente o son susceptibles de afectarle en el futuro"0.

Martinet y Marti: "La vigilancia tecnológica permite a la empresa determinar los sectores de donde vendrán las mayores innovaciones tanto para los procesos como para los productos que tienen incidencia en la empresa"00.

Por tanto La vigilancia tecnológica VT como procedimiento, ayuda a las organizaciones a desarrollarse en forma estratégica centrándose en el fortalecimiento de sus habilidades y destrezas, identificando necesidades y oportunidades para planificar y desarrollar soluciones tecnológicas 0.

La VT debe articularse sobre unos factores críticos que varían en función de la estrategia y posición de la organización. Estos factores corresponden a aquellos factores críticos de competitividad a los que cualquier cambio en el entorno de la organización puede afectarles de forma relevante 0. Esto permite no sólo diagnosticar la situación tecnológica de la organización en relación con el punto de referencia suministrado por el estudio del entorno, sino también visualizar oportunidades

primero que la competencia con fines de obtener posicionamiento, formular proyectos de innovación y localizar aliados estratégicos potenciales0

En este artículo se presenta la revisión de algunos modelos de vigilancia tecnológica considerados de importancia para el desarrollo de laboratorios.

La sección 1 presenta el Modelo de vigilancia tecnológica propuesto por Patricio Morcillo; la sección 2 muestra el paralelo entre diferentes etapas del proceso de vigilancia tecnológica; la sección 3 muestra el modelo de vigilancia Tecnológica Propuesto por Oscar Fernando Castellanos Domínguez; la Sección 4 muestra el modelo de vigilancia tecnológica. Propuesto para el sector de empaques plásticos; la sección 5 muestra el modelo del ciclo de la inteligencia competitiva o vigilancia tecnológica; la sección 6 muestra el proceso de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, planteado para Colciencias; la sección 7 muestra las conclusiones de la revisión bibliográfica realizada.

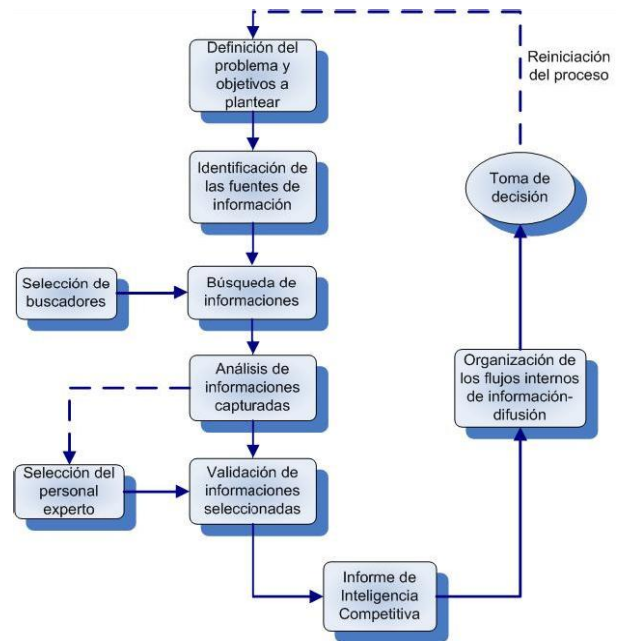
### 1. Modelo de vigilancia e inteligencia propuesto por Patricio morcillo

Según la figura 1, el modelo planteado muestra el proceso de vigilancia e inteligencia competitiva basado en etapas realimentadas iniciando con la definición del problema y los objetivos a cumplir los cuales proporcionan el conocimiento oportuno sobre aquellas actividades de la ciencia y la tecnología el cual puede tener un efecto importante a corto, mediano y largo plazo.

Los objetivos de la vigilancia según lo planteado por Patricio Morcillo son identificar y evaluar los nuevos productos y procesos tecnológicos y determinar los avances para seguir el desarrollo tecnológico. Otra de las etapas de este proceso, como se muestra es la identificación y localización de la información a través de bases de datos,

publicaciones, patentes, etc; continúa con la etapa de la captura de información más relevante, luego se analizan, y se valida la información mediante un grupo experto. Como última fase del proceso se realiza un informe detallado del análisis de la información para con ello tomar la mejor decisión para el planteamiento estratégico de la organización.00

**Figura 1. Proceso de inteligencia competitiva 0 [Adaptado por los autores del artículo]**



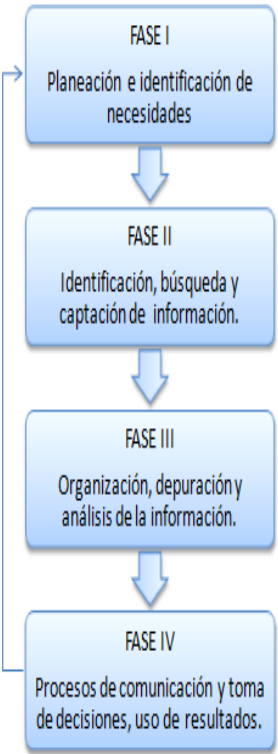
Esta es una metodología de vigilancia básica fácil de adaptar a cualquier estudio en la cual intervienen expertos que validan la información y es importante recalcar la retroalimentación ya que es un proceso de mejora continua.

## 2. proceso de vigilancia tecnológica.

La realización de los procesos de vigilancia tecnológica tiene diferentes etapas que no necesariamente deben ser secuenciales y rígidas.

Los siguientes modelos de vigilancia pueden ser resumidos en cuatro fases, cada fase del ciclo contiene tareas y características que permiten una ejecución adecuada, teniendo en cuenta que la vigilancia tecnológica es un ejercicio sistemático.

**Tabla 1. Proceso vigilancia tecnológica 0 [Adaptado por los autores]**

FASES DEL CICLO DE VT	a) MODELO DE ASHTON Y KLAVANS	b) MODELO DE RODRIGUEZ	c) MODELO DE VARGAS Y CASTELLANOS
 <p>FASE I Planeación e identificación de necesidades</p>	Determinación de Necesidades, Planeación de actividades.	Planeación	Planeación de actividades, fuentes y métodos.
<p>FASE II Identificación, búsqueda y captación de información.</p>	Recolección de Fuentes de Información	Selección de las fuentes de información y acopio	Preparación de la búsqueda. Búsqueda en bases de datos.
<p>FASE III Organización, depuración y análisis de la información.</p>	Análisis de datos	Análisis	Depuración y convalidación de registros. Procesamiento de registros. Análisis e interpretación de los resultados.
<p>FASE IV Procesos de comunicación y toma de decisiones, uso de resultados.</p>	Entrega de información, Evaluación de los resultados, Uso de los resultados	Difusión de resultados de Procesos de decisión Acciones	Diseño de estrategias Impactos

Según el modelo propuesto por [Ashton y Klavans], en la tabla 1 este se fundamenta en un proceso de retroalimentación continua retomando cada nueva necesidad que la organización reporte 00.

El modelo propuesto por [Marisella Rodríguez] es una secuencia que evoluciona desde la necesidad identificada hasta la generación de conocimiento, haciendo énfasis en la difusión de resultados con claridad, pertinencia para quienes pueden verse beneficiados 0.

El modelo propuesto por [castellanos y otros] plantea un proceso de vigilancia tecnológica centrado en el análisis de fuentes documentales como las bases de datos, donde el diseño de estrategias conduce a generar impactos en distintas áreas 0.

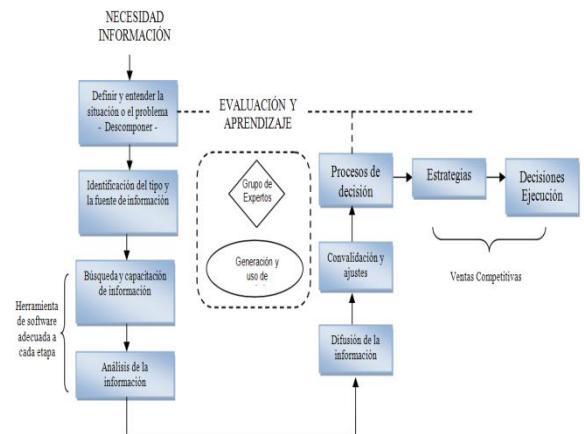
Estos modelos son similares, pero no demuestra la intervención de un experto que valide la información ya que este debe ser un agente externo al estudio.

### 3. Modelo de vigilancia Tecnológica, Propuesto por oscar fernando castellanos

Como se muestra en la figura 2, la metodología de Vigilancia Tecnológica inicia con la definición de la información requerida (objeto de la vigilancia) y concluye con la definición de estrategias y la toma de decisiones. Estos elementos aparecen en distintos niveles y prioridades a lo largo del ciclo de la Vigilancia Tecnológica, y se pueden estructurar en términos del conocimiento (sobre

el tema de estudio y la metodología empleada), de los recursos (tecnológicos, financieros, físicos y licencias) y del personal (actor, directivo, conocedor del tema y analista de información). Este proceso se centra en el análisis de las fuentes captadas a través de grupos de expertos que determinan la información más relevante para la toma de decisiones estratégicas 0.

**Figura 2. Modelo de etapas de la VT 0 [Adaptado por los autores del artículo]**

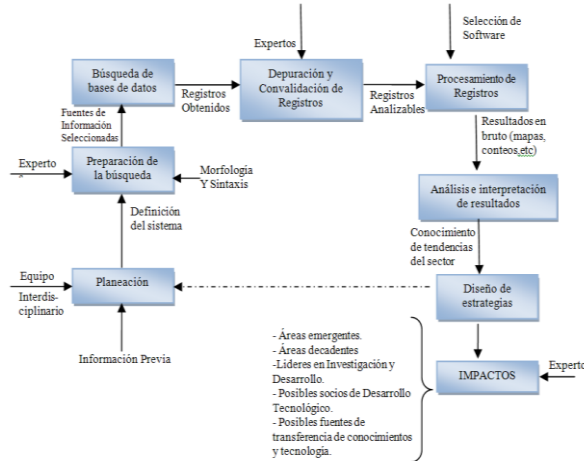


### 4. MODELO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA, PROPUESTO PARA EL SECTOR DE EMPAQUES PLÁSTICOS

Este proceso se fundamenta en la necesidad de recopilación de información y la conformación de un equipo desarrollador del proyecto. Se apoya en dos tipos de expertos uno de ellos encargado de la parte técnica del proceso, quien conoce la tecnología del sector y otro, que conozca la metodología o proceso de vigilancia y pueda administrar el proceso. En este proceso es importante la morfología y la sintaxis a usar en la búsqueda para encontrar datos útiles y disminuir el ruido de registros que no son útiles. En el diseño de la estrategia se tienen en cuenta los datos de la vigilancia y de estudios de prospectiva y competitividad 0.

En este modelo se evidencia la participación de expertos en cada una de las actividades no solo en la validación lo que lo hace más sólido.

**Figura 3. Ciclo de la vigilancia 0 [Adaptado por los autores del artículo]**



Según se ilustra en la figura 3, las etapas se caracterizan por:

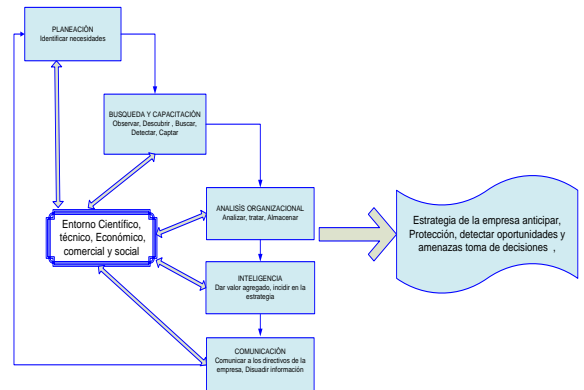
- Planeación: se encarga de recopilar la información sobre el sector, se determina el objetivo de la búsqueda y la estrategia.
- Preparación de la búsqueda: se hace a través de fuentes primarias y secundarias (como bases de datos estructurales.)
- Búsqueda en bases de datos: en este caso se realiza la búsqueda en el intervalo de tiempo.
- Depuración y convalidación de registros: se seleccionan los documentos y los registros, y se caracterizan por descriptores. En este proceso es indispensable el uso de software para el análisis (como Tetralogic y Matheo entre otros).

- Procedimiento de registro: en esta etapa se crea una matriz de  $n \times m$  debido al cruce de la cantidad de patentes (n) y las palabras claves (m).
- Análisis y resultados: Los análisis se realizan mediante mapas tecnológicos que identifican las tendencias.
- Estrategia: con el resultado de las anteriores etapas se lleva a cabo la documentación y propuesta estratégica.

### 5. Modelo del ciclo de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva

Este ciclo, está compuesto por una serie de fases sucesivas las primeras dos fases son captación y organización de la información, las tres últimas son de “inteligencia” para la toma de decisiones.

**Figura 4. Ciclo de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva [Adaptado por los autores del artículo]**



- En la fase de planeación se identifican los Factores Críticos de Vigilancia, es decir, temas en los cuales se concentrará el trabajo (identificación de la necesidad).
- La fase de comunicación es muy importante. Los hallazgos no tienen sentido si no se difunden en la organización. Por tanto, es necesario identificar los canales de comunicación y la forma como se toman decisiones en el interior de la organización.
- El ciclo de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva puede llevarse a cabo de forma continua 00.

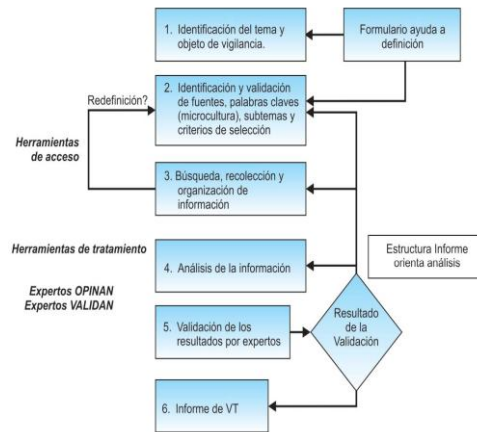
Según se muestra en la figura 4, la fase de captación, toma los datos o información con sentido general, mientras que la fase de inteligencia tiene un valor agregado que se convierte en conocimiento que al ser utilizado para la toma de decisiones se convierte en Inteligencia. Estas fases deben retroalimentar, interactuar y validar.

No se identifica la presencia de expertos en la estructura del modelo para la validación

## 6. proceso de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva.

Ciclo de vigilancia tecnológica adaptado para Colciencias y empleado en diferentes ejercicios de VT en Colombia 000.

**Figura 5. Ciclo de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva0 [Adaptado por los autores del artículo]**



Según se muestra en la figura 5, este ciclo de Vigilancia Tecnológica se compone de cuatro fases:

- **Identificación del tema y búsqueda:**

En esta etapa del ciclo se diligencia la ficha para identificar el tema, objetivos, fuentes, palabras clave, criterios de selección, para determinar la necesidad del proceso que se adelantara000.

En la búsqueda de datos se tiene en cuenta la información estructurada y no estructurada la cual se obtiene a través de motores de búsqueda en internet y la búsqueda de información estructurada o información científica se realiza a través de bases de datos de publicaciones (Scopus, ISI web of, Web of Science) y bases de datos de patentes (EPO, USTOP, WIPO) 000

- **Análisis**

La información obtenida se clasifica de acuerdo con los objetivos del informe y es incorporada al software de análisis de datos como (Vantage Point, Matheo Software ) para ser indexada y procesada, y generar distintas representaciones

gráficas de tendencias de evolución, ranking de posición, correlaciones entre palabras clave y entidades, etc. Con la fase de análisis se extraen conclusiones pertinentes que buscan proporcionarle valor agregado al informe para que este sirva como elemento de juicio para decisiones estratégicas, de cada proceso.

- **Validación y reporte**

Se validan los datos mediante expertos tanto de la parte técnica como administrativa.

- **Conclusiones y difusión de la información.**

Para finalizar el proceso o ciclo de VT se presenta el informe del análisis de la información e identificación de las tendencias para determinado proceso y la difusión de la misma. 000

Este es un modelo muy bien estructurado y de fácil análisis que se puede adaptar y aplicar en los procesos que adelanten las organizaciones

## 7. CONCLUSIONES

La base para la innovación tecnológica es estar a la vanguardia en los procesos y servicios, y la mejor manera es que las organizaciones estén atentas a los cambios y evolución del desarrollo tecnológico a través de un proceso de vigilancia continua de dicha tecnología la cual permite la anticipación, la reducción del riesgo y el aprovechamiento de recursos de investigación

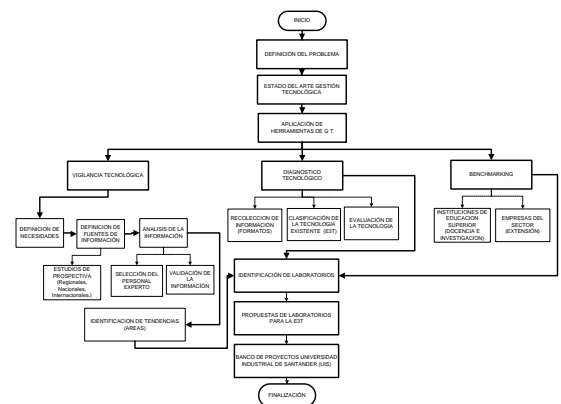
Con lo anterior se llega a la conclusión que no hay un modelo genérico de vigilancia si no una metodología de fases que se pueden adaptar en cualquier entorno y sector apropiándolas de la mejor manera para que permita un proceso eficiente y eficaz.

Estas fases siempre van a estar ligadas a la búsqueda de información por lo que se debe tener en cuenta los atributos a la hora de realizar el proceso, identificando su entorno, tiempo, dinámica, incertidumbre y fuente.

El análisis de la información suministrada en los procesos de vigilancia tecnológica permite identificar algunos puntos críticos sobre los cuales es necesario mejorar a nivel de la organización, por tanto este proceso de VT es fundamental para el desarrollo y planteamiento de propuestas de innovación tecnológica para los laboratorios de la escuela de ingenierías eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones con el fin de seguir posicionándose en el sector de investigación y desarrollo.

Por lo tanto se considera importante resaltar que luego de este estudio se determinó una metodología basada en la estructura de estos modelos con el propósito de identificar las tendencias en las diferentes áreas de la ingeniería eléctrica electrónica y telecomunicaciones con el fin de obtener la mejor tecnología que permita el desarrollo de las competencias de los estudiantes de pregrado y postgrado.

**Figura 6. Metodología para VT en la escuela de ingeniería Eléctrica, Electrónica Y de Telecomunicaciones [Autores del artículo] 0**



## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

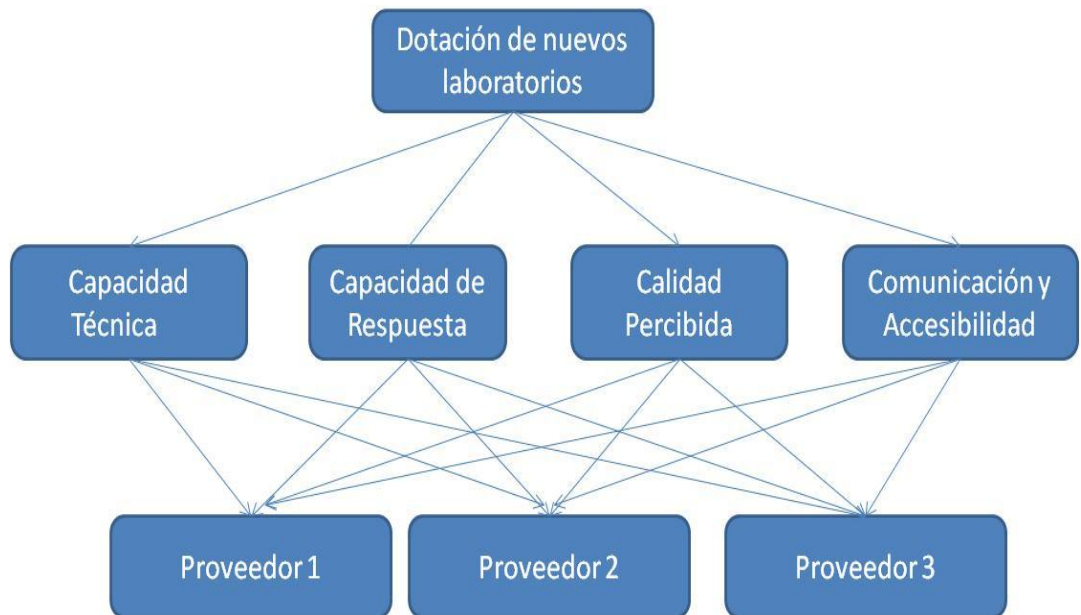
- ASHTON, W y KLAVANS, R. Keeping abreast of Science and Technology. Technical Intelligence for Business. Batelle Press. Columbus USA, 1997.
- BAENA, Ernesto y BOTERO Carlos. "Gestión tecnológica y competitividad", (online). (citado 10 oct., 2009). <http://www.utp.edu.co/php/revistas/Scie ntiaEtTechnica/docsFTP/102025121%20-%20126.pdf>
- BAI, Agencia de innovación. Modelos de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva (online). (España), (citado 10 nov., 2009) [www.bai.bizkaia.net](http://www.bai.bizkaia.net)
- BLANCO P, Rocío. Innovación Tecnológica. (online) (citado 10 nov., 2009) <http://infoagro.net/shared/docs/a5/dtecn ologia7.PDF>
- CASTELLANOS, Oscar. Gestión Tecnológica De un enfoque tradicional a la inteligencia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá 2007.
- COLCIENCIAS. Estudio de vigilancia tecnológica aplicado a los Bioinsumos. (online). (Bogotá Colombia) (citado 23 sep., 2009). [www.colciencias.gov.co/portalcol/downloads/archivosContenido/730.pdf](http://www.colciencias.gov.co/portalcol/downloads/archivosContenido/730.pdf)
- CORDUA, S Joaquín. Tecnología y Desarrollo Tecnológico. Capítulo del libro Gestión tecnológica y desarrollo universitario. CINDA. Santiago de Chile, 1994.
- COTE. Documentos cotec sobre oportunidades tecnológicas, Vigilancia tecnológica".
- DELGADO FERNÁNDEZ, Mercedes y otros. Vigilancia tecnológica como factor clave para el éxito en la I+D+i: Aplicación en el ámbito universitario. (online). (citado 20 ago., 2009). [www.redciencia.info.ve/memorias/ProyPr osp/trabajos/v1.doc](http://www.redciencia.info.ve/memorias/ProyPr osp/trabajos/v1.doc)
- ESCORSA, Pere y MASPONS, Ramón. De la Vigilancia Tecnológica a la Inteligencia Competitiva. Ed. Prentice Hall, 2001.
- ESCORSA, Pere y VALLS, Jaume. Tecnología e innovación en la empresa (online).(Barcelona, España), (citado 15 dic., 2009) [www.edicionsupc.es](http://www.edicionsupc.es)
- JAKOBIAK, F. Exemples commentés de veille technologique. Paris: Les Editions d'Organisation, 1992.
- LEÓN, Andrés, CASTELLANOS Oscar. MONTAÑÉS Víctor. Tendencias actuales en el entendimiento de la vigilancia tecnológica como instrumento de inteligencia en la organización. (online).(citado 20 oct., 2009) <http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/ eventos/index/assoc/HASH49bb.dir/doc.pdf>
- LESCA, Humbert. Información y cambio en la empresa. Barcelona: Fundemibooks,1992. 256 p.
- M.F. Navas, "Desarrollo de un Modelo de Gestión Tecnológica Aplicable a Empresas del Sector Eléctrico Colombiano". Tesis de Maestría, Universidad Industrial de Santander, 2004.
- MEJÍA, Francisco José "Gestión Tecnológica Dimensiones y Perspectivas", Editora Guadalupe LTDA, Santa fe de Bogotá, 1998, 111 p.

- Ministerio de agricultura y desarrollo rural  
proyecto transición de la agricultura,  
Estudios de vigilancia tecnológica  
aplicados a cadenas productivas del  
sector agropecuario Colombiano. (online).  
(citado 20 ago., 2009).  
[www.corpoica.org.co/SitioWeb/.../Estudio  
sVigilanciaJun18.pdf](http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/.../Estudio%20sVigilanciaJun18.pdf)
- Ministerio de agricultura, Colciencias, y otros,  
"Estudio de vigilancia tecnológica  
aplicado a la cadena productiva de  
cacao-chocolate". (online). (Bogotá  
Colombia) (citado 25 oct., 2009). :  
[http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_a  
gronet/2008227111814 Microsoft%20Wo  
rd%20-%20CACAO%20-  
%20Vigilancia%202007.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2008227111814_Microsoft%20Word%20-%20CACAO%20-%20Vigilancia%202007.pdf)
- MORCILLO, Patricio. Vigilancia e inteligencia  
competitiva: fundamentos e implicaciones  
(online) (Madrid, España), (citado 25  
ago., 2009).  
[http://www.madrimasd.org/revista/revist  
a17/tribuna/tribuna1.asp](http://www.madrimasd.org/revista/revista17/tribuna/tribuna1.asp)
- PABÓN ÁNGEL, Arilog Regina, La vigilancia  
tecnológica y la terminología (online).  
(Antioquia, Colombia), ago 2009(citado  
19 sep., 2009).  
[http://riterm.net/revista/ojs/index.php/de  
bateterminologico/article/view/5/9](http://riterm.net/revista/ojs/index.php/debateterminologico/article/view/5/9)
- PALOP, Fernando y VICENTE, José M.  
Vigilancia tecnológica inteligencia  
competitiva. su potencial para la empresa  
española (online). (Valencia, España).  
Feb. 1999 (citado 10 octubre 2009).  
[http://www.navactiva.com/web/es/desca  
rgas/pdf/avtec/potencial\\_vtec.pdf](http://www.navactiva.com/web/es/descargas/pdf/avtec/potencial_vtec.pdf)
- ROVIRA, Cristòfol. Vigilancia tecnológica e  
inteligencia competitiva para SEM-SEO  
(online). (citado 15 dic., 2009)  
[http://www.hipertext.net/web/pag287.ht  
m](http://www.hipertext.net/web/pag287.htm)
- VARGAS, Freddy y CASTELLANOS, Oscar.  
Vigilancia como herramienta de  
innovación y desarrollo tecnológico. Caso  
de aplicación sector de empastes  
plásticos. Revista de Ingeniería e  
Investigación Universidad Nacional de  
Colombia. (Online). Mexico (citado 29  
nov., 2009).  
[http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/64  
3/64325205.pdf](http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/643/64325205.pdf)

## ANEXO C. Aplicación de la metodología HAP

A continuación se describe la aplicación de la metodología HAP para comparar el desempeño de los proveedores de tecnología contactados.

1. Elaboración del diagrama de jerarquías.



2. Elaboración de la matriz de prioridades para los factores a considerar en la evaluación de proveedores de tecnología.

Para crear la matriz de prioridades, se tiene en cuenta la siguiente escala de valoración de criterios:

Valor en la escala	Definición
1	Ambos factores son igualmente importantes para el objetivo del proyecto.
3	Un factor es sólo un poco mejor respecto al otro.
5	Un factor se considera esencial y por lo tanto más importante que el otro.
7	Uno de los dos factores es mucho más importante que el otro.
9	Un factor es en definitiva más importante que el otro.
2,4,6,8	Valores de comparación inversa.
0	Ambos factores son igualmente importantes para el objetivo del proyecto.

Los criterios a comparar entre proveedores son los siguientes: Capacidad Técnica (CT), Capacidad de Respuesta (CR), Comunicación y Accesibilidad (CA), Calidad Percibida.

### 3. Cálculo del peso de cada uno de los criterios de selección:

CRITERIO	CT	CR	CA	CP
CT	1,00	5,00	7,00	9,00
CR	0,20	1,00	3,00	5,00
CA	0,14	0,33	1,00	3,00
CP	0,11	0,33	0,33	1,00

CRITERIO	CT	CR	CA	CP	PROMEDIO
CT	0,69	0,75	0,62	0,79	<b>0,71</b>
CR	0,14	0,15	0,26	0,44	<b>0,25</b>
CA	0,10	0,05	0,09	0,26	<b>0,13</b>
CP	0,08	0,05	0,03	0,09	<b>0,06</b>

CRITERIO	PESO
CT	<b>0,71</b>
CR	<b>0,25</b>
CA	<b>0,13</b>
CP	<b>0,06</b>

4. Comparación de los proveedores entre sí con respecto a cada uno de los factores.

CAPACIDAD TECNICA								
	EE	NR	AL	TE	3E	ICL	ICE	EV
EE	1,00	3,00	5,00	3,00	5,00	9,00	7,00	3,00
NR		1,00	7,00	5,00	7,00	9,00	7,00	3,00
AL			1,00	3,00	5,00	5,00	7,00	0,20
TE				1,00	3,00	5,00	7,00	0,33
3E					1,00	3,00	5,00	0,20
ICL						1,00	3,00	0,14
ICE							1,00	0,14
EV								1,00

	CAPACIDAD DE RESPUESTA							
	EE	NR	AL	TE	3E	ICL	ICE	EV
EE	1,00	3,00	5,00	5,00	7,00	7,00	9,00	3,00
NR		1,00	5,00	5,00	7,00	5,00	9,00	3,00
AL			1,00	3,00	5,00	7,00	7,00	0,20
TE				1,00	7,00	7,00	7,00	0,14
3E					1,00	3,00	5,00	0,14
ICL						1,00	5,00	0,14
ICE							1,00	0,11
EV								1,00

	COMUNICACIÓN Y ACCESIBILIDAD							
	EE	NR	AL	TE	3E	ICL	ICE	EV
EE	1,00	3,00	5,00	5,00	7,00	9,00	9,00	3,00
NR		1,00	5,00	5,00	7,00	7,00	9,00	3,00
AL			1,00	3,00	5,00	3,00	3,00	0,14
TE				1,00	5,00	3,00	3,00	0,20
3E					1,00	3,00	3,00	0,14
ICL						1,00	3,00	0,11
ICE							1,00	0,11
EV								1,00

	CALIDAD PERCIBIDA							
	EE	NR	AL	TE	3E	ICL	ICE	EV
EE	1,00	3,00	7,00	7,00	5,00	9,00	9,00	5,00
NR		1,00	5,00	5,00	5,00	7,00	7,00	3,00
AL			1,00	7,00	5,00	9,00	9,00	5,00
TE				1,00	0,33	3,00	3,00	0,20
3E					1,00	3,00	5,00	0,33
ICL						1,00	3,00	0,14
ICE							1,00	0,14
EV								1,00

Aplicando la metodología HAP con ayuda de la aplicación disponible en <http://www.isc.senshu-u.ac.jp/~thc0456/EAHP/AHPweb.html>.

Se obtuvo la siguiente clasificación del desempeño de los proveedores.

DESEMPEÑO		
EE	ELECTROEQUIPOS	0,29
NR	NUEVOS RECURSOS	0,246
AL	ALE COP	0,121
TE	TOPO EQUIPOS	0,084
3E	3E	0,049
ICL	ICL DIDACTICA	0,029
ICE	ICE LTDA	0,057
EV	EVERSUS	0,124

## ANEXO D. Valoración de tecnologías

Módulo	Marca	Descripción	Contenidos Relacionados
CMC 1 Introducción a la programación de micro controladores, controlador 8051	Lucas-Nülle	Plataforma de formación en tecnología de microordenadores, con la posibilidad de elegir entre un controlador 8051 ó un controlador con juego de comandos Motorola	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura y funcionamiento de un microcontrolador (estructura interna)</li> <li>• Cómo opera un microcontrolador (ALU, puertos de E/S).</li> <li>• Introducción a la programación en Assembler</li> <li>• Introducción a la programación estructurada a partir del ejemplo de una luz móvil</li> <li>• Ejemplo de experimento, CMC 1</li> <li>• Periferia del microcontrolador (puertos, reloj, reset)</li> <li>• Estructura de almacenamiento y lista de comandos del microcontrolador</li> <li>• Prueba y localización de fallos en los programas por medio del depurador (configuración, procedimiento de operación paso a paso, operación por pasos individuales, puntos de ruptura)</li> <li>• Análisis de problemas: Planteamiento de la solución, diseño de la estructura, programación y prueba</li> </ul>
CMC 1M Introducción a la programación de micro controladores, controlador 68HC11	Lucas-Nülle	Sistema de experimentación y enseñanza de la tecnología de microordenadores, ampliamente flexible y abierta en lo relacionado con los componentes de hardware.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción al entorno de desarrollo</li> <li>• Trabajar con el depurador: configuración, operación por procedimientos, operación por pasos individuales, puntos de interrupción, etc.</li> <li>• Estructura interna y funcionamiento de un microcontrolador: la periferia del microcontrolador (puertos, señales de reloj, reseteo), funcionamiento de un microcontrolador (sincronización, ALU, puertos de E/S)</li> <li>• Estructura de la memoria y lista de comandos del microcontrolador</li> <li>• Programación de un microcontrolador 68HC11 (lenguajes de programación tales como ensamblador, etc.)</li> <li>• Introducción a la programación estructurada tomando como ejemplo la programación de una luz de desplazamiento sucesivo: análisis de problema, planteo de soluciones, diseño de la estructura, programación y ensayo</li> </ul>

Módulo	Marca	Descripción	Contenidos Relacionados
CMC4 Programación de interfaces para transmisión de datos C515C	Lucas-Nülle	Equipo para la comunicación entre ordenadores, controles, instrumentos de medición, sensores, actuadores y otros dispositivos y componentes de la tecnología que se sirve de equipos electrónicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intercambio de datos a través de la interfaz serie del microcontrolador</li> <li>• Funciones básicas de una interfaz serie asíncrona (parámetros, protocolos)</li> <li>• La interfaz serie asíncrona del microcontrolador</li> <li>• Ejemplos de aplicación de la interfaz serie asíncrona (on chip), tales como el envío de datos de medición al PC</li> <li>• Comunicación serie entre dos equipos terminales a través de la interfaz V.24 (con y sin handshake por hardware)</li> <li>• El adaptador V24</li> <li>• El software UART</li> <li>• Ejemplos de aplicación: intercambio de texto sin handshake por hardware, así como con handshake por hardware y control del búfer de recepción</li> <li>• Salida de datos por una impresora a través de una interfaz CENTRONICS (interfaz paralela)</li> <li>• Protocolo de la interfaz CENTRONICS</li> <li>• Ejemplos de aplicación: salida de un texto de varias líneas por una impresora, salida cíclica de datos de temperatura por una impresora</li> </ul>

Módulo	Marca	Descripción	Contenidos Relacionados
CMC 5 Programación en lenguaje C de microcontroladores	Lucas-Nülle	Sistema de enseñanza que permite un entrenamiento orientado a la práctica del lenguaje C de programación, en especial para microcontroladores, utilizando un controlador 8051,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción al lenguaje de programación C ·</li> <li>• Particularidades de la programación en C de sistemas "embedded"</li> <li>• Utilización del compilador C ·</li> <li>• Utilización de bibliotecas de funciones ·</li> <li>• Estructura básica de un programa escrito en C</li> <li>• Empleo de puertos y pines</li> <li>• Operaciones de entrada/salida</li> <li>• Ramificaciones - Subrutinas ·</li> <li>• Interrupciones, interrupciones externas, temporizadores</li> <li>• Conteo de eventos</li> <li>• Visualización</li> <li>• Salida de frecuencias</li> <li>• Medición de frecuencias ·</li> <li>• Bus I2C - Funcionamiento y control del bus I2C</li> <li>• Utilización de bibliotecas de funciones</li> <li>• Control de un display LCD</li> <li>• Utilización del convertidor A/D ·</li> <li>• Integración de periféricos complejos</li> <li>• Medición de temperatura con sensor I2C</li> <li>• Integración de un reloj en tiempo real (RTC)</li> <li>• Almacenamiento de datos en tarjetas chip</li> </ul>

Módulo	Marca	Descripción	Contenidos Relacionados
CMC10 Programación con el microcontrolador PIC 16F84A	Lucas-Nülle	Este equipo modular permite crear, controlar y optimizar programas para microcontroladores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microordenadores, introducción</li> <li>• Introducción al entorno de desarrollo</li> <li>• Trabajar con un simulador</li> <li>• Estructura interna y funcionamiento de un microcontrolador</li> <li>• Estructura de la memoria y lista de comandos del microcontrolador</li> <li>• Programación de un microcontrolador</li> <li>• Puertos paralelos de entrada/salida</li> <li>• Medición de valores analógicos, conversión en valores digitales</li> <li>• Visualización de valores (fila de LEDs / display LCD)</li> <li>• El bus I2C</li> <li>• Visualización de valores en un display I2C</li> <li>• Proyectos de práctica integrados</li> <li>• Análisis y diseño de la estructura</li> <li>• Implementación guiada de programas</li> <li>• Descripción de la solución</li> <li>• Cuestionario integrado</li> </ul>
CMD1 Introducción al procesamiento digital de señales	Lucas-Nülle	Sistema que permite la integración de la teoría y práctica por medio de la descripción del hardware y el software y la adquisición de conocimientos básicos referentes al procesamiento digital de señales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción al procesamiento digital de señales</li> <li>• Importancia del procesamiento digital de señales</li> <li>• Componentes del sistema de procesamiento digital de señales</li> <li>• Funciones sencillas de transferencia</li> <li>• Filtros digitales</li> <li>• Generadores de señales digitales</li> </ul>
CMD2 Aplicaciones del procesamiento digital de señales	Lucas-Nülle	Sistema que permite la integración de la teoría y práctica por medio de experimentos, pruebas de conocimiento y demostraciones referentes al procesamiento digital de señales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesamiento aplicado de señales digitales</li> <li>• Diseño de filtros digitales</li> <li>• Diseño de generadores de señales digitales</li> <li>• Transformada discreta de Fourier</li> </ul>

Módulo	Marca	Descripción	Contenidos Relacionados
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicaciones seleccionadas de procesamiento digital de señales</li> </ul>
Componentes del sistema LTI, Filtros FIR e IIR, Generación digital de señales	Lucas-Nülle	Sistema que permite el procesamiento de señales digitales de audio y video mediante los métodos de reducción de datos, filtros, generación de señales y su manipulación,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño y operación de un sistema de procesamiento digital de señales</li> <li>• Función de transferencia discreta</li> <li>• Amplificador digital y divisor digital de tensión</li> <li>• Sistemas lineales e invariantes en el tiempo (LTI)</li> <li>• Análisis de circuitos de filtros digitales basado en experimentos</li> <li>• Filtros de respuesta fina (FIR) e infinita (IIR) al pulso</li> <li>• Generadores de señales digitales</li> <li>• Análisis de señales periódicas basado en experimentos</li> <li>• Influencia de los algoritmos de cálculo sobre la forma de la señal</li> </ul>
Transformada de Fourier, síntesis de señales, procesamiento de señales y aplicaciones de procesamiento digital	Lucas-Nülle	Sistema para el procesamiento de señales digitales, los filtros, efectos de sonido e imagen por medio de algoritmos de cálculo y las herramientas de software adecuadas para el desarrollo de circuitos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Síntesis de señales periódicas por medio de sistemas procesadores de señales digitales</li> <li>• Transformada discreta y rápida de Fourier</li> <li>• Sistemas LTI recursivos y no recursivos</li> <li>• Métodos de diseño de filtro digitales</li> <li>• Diseño de filtros con varias características Butterworth, Tschebyscheff, Cauer.</li> <li>• Diseño de filtro FIR e IIR</li> <li>• Programación de efectos de sonido Ecuador digital</li> </ul>

				DESEMPEÑO		PRESTACIONES		DURABILIDAD			CAPACIDAD DE SERVICIO			ESCALABILIDAD		COMPONENTES REALES		COMPONENTES ADICIONALES		COMPLEJIDAD			AUTONOMIA			ALINEACION COMPETENCIAS			VALORACION	
Módulo	Marca	Precios (IVA incluido)	Garantía (Años)	A	M	B	S	N	A	M	B	ST	M	G	S	N	S	N	S	N	A	M	B	A	M	B	A	M		B
				0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56		0.56
CMC 1 Introducción a la programación de micro controladores, controlador 8051	Lucas-Nülle	\$ 2,540,800	1	3				0	1			1		1	1			0		1		2				1			1	4.575
CMC 1M Introducción a la programación de micro controladores, controlador 68HC11	Lucas-Nülle		1	3				0	1			1		1	1			0		1		2				1			1	4.575
CMC4 Programación de interfaces para transmisión de datos C515C	Lucas-Nülle	\$ 5,610,400	1	3				0	1			1		1	1			0	0		1		2			2			2	6.686
CMC 5 Programación en lenguaje C de microcontroladores	Lucas-Nülle	\$ 8,917,900	1	3				0	1			1		1	1			0	0		1		2			2				4.575

CMC10 Programación con el microcontrolador PIC 16F84A	Lucas-Nülle	\$ 8,883,800	1	3				0	1			1		1	1		0	0		1		2			2			2			5.686
CMD1 Introducción al procesamiento digital de señales	Lucas-Nülle	\$ 9,983,500	1	3				0	1			1		1	1		1	0		1		2			2			3			6.536
CMD2 Aplicaciones del procesamiento digital de señales	Lucas-Nülle	\$ 9,983,500	1	3				0	1			1		1	1		0			1		2			2			3			6.242
Componentes del sistema LTI, Filtros FIR e IIR, Generación digital de señales	Lucas-Nülle	\$ 27,220,676	1	3				0	1			1		1	1		0			1		2			2			3			6.242
Transformada de Fourier, síntesis de señales, procesamiento de señales y aplicaciones de procesamiento digital	Lucas-Nülle	\$ 27,220,676	1	3				0	1			1		1	1		0			1		2			2			3			6.242

Módulo	Marca	Descripción	Contenidos Relacionados
IPA 26 PLANTA DE PRODUCCIÓN CON 6 SUBSISTEMAS	Lucas-Nülle		Sistema que posibilita planificar instalaciones con capacidad de funcionamiento cercana a la práctica habitual, bucles cerrados de control y procesos industriales complejos.
Introducción práctica a la tecnología de control automático	alecop	Sistema para el control tecnológico de bucle cerrado: Controles de temperatura, velocidad de giro, luminosidad y caudal	<p>Principios activos de los controles en bucle abierto y cerrado</p> <p>Estructura y el funcionamiento de los controladores continuos y discontinuos</p> <p>Regulación de temperatura de una sauna por medio del controlador de dos posiciones</p> <p>Registro de la característica del sistema controlado</p> <p>Análisis de la respuesta a las perturbaciones del bucle cerrado de temperatura</p> <p>Análisis basado en mediciones técnicas del bucle cerrado con controlador continuo</p> <p>Montaje del control automático de velocidad de un accionamiento eléctrico con controlador continuo</p> <p>Análisis experimental de la respuesta de regulación de diferentes controladores continuos</p> <p>Parametrización y optimización del bucle cerrado de control</p> <p>Montaje de un bucle cerrado para control de iluminación ambiente</p> <p>Análisis de la respuesta a las variables de referencia y perturbación del bucle cerrado de control</p> <p>Medición de la respuesta en el tiempo del bucle cerrado de control Registro de las respuestas a un escalón Análisis en el bucle cerrado de control</p> <p>Montaje de un control automático de nivel y de caudal: regulación del nivel de un depósito de fluidos integrado a un sistema</p> <p>Comparación entre la respuesta de regulación del controlador de dos posiciones y el controlador PI</p> <p>Montaje de un bucle cerrado que combine el control del nivel y el del caudal</p>

Módulo	Marca	Descripción	Contenidos Relacionados
Tecnología de control en bucle cerrado en la automatización	Lucas-Nülle	Sistema que permite la comprensión de la respuesta de los diferentes controladores y sistemas controlados en los dominios del tiempo y frecuencia.	<p>Determinación de la respuesta y los parámetros de los diferentes elementos del bucle cerrado de control.</p> <p>Elemento P</p> <p>Elemento I</p> <p>2 elementos PT1</p> <p>No linealidad</p> <p>Elemento aritmético por medio del registro de respuesta a un escalón</p> <p>Estudio de los tipos adecuados de controlador.</p> <p>Optimización de controles en bucle cerrado.</p> <p>Análisis del control en bucle cerrado y de los sistemas controlados por medio de diagramas de Bode.</p> <p>Estudio de la respuesta estática y dinámica de los elementos del bucle cerrado y de los controles en bucle cerrado</p>
Diseño y optimización de controladores	Lucas-Nülle	Sistema que permite el análisis de control del bucle cerrado, profundizando en los conocimientos de la tecnología de control automático,	<p>Determinación de los parámetros de sistemas controlados reales:</p> <p>Sistema controlados de temperatura</p> <p>Sistema controlado de velocidad de giro</p> <p>Sistema controlado de luminosidad</p> <p>Observación de la respuesta de estos sistemas de bucle cerrado con controladores continuos y discontinuos.</p> <p>Análisis de la respuesta a las variables de referencia y de perturbación</p> <p>Implementación del Diseño y Optimización en los dominios del tiempo y la frecuencia.</p> <p>Evaluación de la calidad del control y del análisis de estabilidad en el dominio de la frecuencia, recurriendo al diagrama de Bode o a la curva de Nyquist.</p> <p>Control numérico y control Fuzzy</p> <p>Simulación de bucles cerrados en el PC.</p> <p>Control en tiempo real con el PC.</p> <p>Análisis de un controlador Fuzzy</p> <p>Control Fuzzy en sistemas controlados reales.</p>

Módulo	Marca	Descripción	Contenidos Relacionados
Sistema de Medida y regulación 540	Alecop	Equipo didáctico diseñado para el estudio a través del análisis y el diseño de diferentes sistemas de medida y regulación.	Estudio de diferentes tipos de captadores y sus acondicionadores de señal Estudio de sistemas con regulación P.I.D Regulación de velocidad y posición Regulación de temperatura Regulación de nivel y presión Linealización de la señal
Módulo de Control Serie 700	Alecop	Sistema de control común y comprensión de las funciones o bloques de los sistemas de control	Configuración con un sistema de control y varias maquetas distintas de procesos  Comprensión sencilla de las funciones o bloques de los sistemas de control
Equipo didáctico de linealización LN 545	Alecop	Sistema que permite el estudio de la conversión de señales no lineales en lineales y de los dos métodos de linealización (analógico y digital)	
Aplicación didáctica Máquina Expendedora AIN 300	Alecop	Equipo que permite el manejo de una máquina expendedora de 4 productos con distintos precios	
Equipo de control de averías manuales CAS 125	Alecop	Consiste en una caja de microswitches con llave que se conecta a la aplicación seleccionando un determinado microswitch se provoca la avería elegida en la aplicación	

Módulo	Marca	Descripción	Contenidos Relacionados
Sistema I.P.E.S. Infraestructura	Veneta	Sistema modular que permite la inserción de 24 averías y variación de los parámetros de los circuitos. Los módulos contienen una serie de circuitos ya realización.	La inserción de averías y variación de los parámetros de los circuitos, para un eficaz aprendizaje.
Lógica combinatoria y secuencial MCM8/EV	Veneta	Módulo constituido por componentes electrónicos premontados subdivididos en bloques circuitales que se pueden interconectar y modificar mediante conectores y cables incluidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parámetros típicos de las familias lógicas: características en tensión, en corriente, potencia disipada de un dispositivo lógico, factor de carga de entrada (FAN-IN), factor de carga de salida (FAN-OUT), margen de ruido, tiempos de propagación y transición</li> <li>• Familia lógica TTL: características eléctricas, estado ON, OFF, conmutación, sub familias ECL Familia lógica CMOS: estado de salida complementario, CMOS serie HC y HCT</li> <li>• Interfaz TTL-CMOS</li> <li>• Interfaz CMOS-TTL</li> <li>• Álgebra de Boole: clases, proposiciones lógicas, postulados y teoremas, funciones lógicas</li> <li>• Circuitos lógicos combinacionales: minimización de una función, Mapa de Karnaugh</li> <li>• Parámetros típicos de las familias lógicas: características en tensión, en corriente, potencia disipada de un dispositivo lógico, factor de carga de</li> </ul>

Módulo	Marca	Descripción	Contenidos Relacionados
			<p>entrada (FAN-IN), factor de carga de salida (FAN-OUT), margen de ruido, tiempos de propagación y transición</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Familia lógica TTL: características eléctricas, estado ON OFF, conmutación, sub familias ECL</li> <li>• Familia lógica CMOS: estado de salida complementario, CMOS serie HC y HCT</li> <li>• Interfaz TTL-CMOS</li> <li>• Interfaz CMOS-TTL</li> <li>• Álgebra de Boole: clases, proposiciones lógicas, postulados y teoremas, funciones lógicas</li> <li>• Circuitos lógicos combinacionales: minimización de una función, Mapa de Karnaugh</li> <li>• Flip-flops, circuitos secuenciales: flip-flop (latch) R-S, flip flop con clock R-S, flip-flop J-K, flip-flop Master-Slave J-K, flip-flop D, flip-flop T, generador de clock a puertas lógicas</li> <li>• Registros de desplazamiento: el circuito integrado SN 74LS95</li> <li>• Codificadores y Decodificadores: encoder decimal BCD, decodificador BCD-decimal</li> <li>• Display driver y display de 7 segmentos: decodifica BCD 7 segmentos, dispositivos de visualización a LED, display a 7 segmentos</li> <li>• Sumadores, comparadores y selectores BCD: sumador binario, conexión en cascada de sumadores, comparador 1 bit, a 4 bit, preselectores BCD</li> </ul>
Control de velocidad y posición MCM12A/EV	Veneta	<p>Módulo que permite el desarrollo de ejercicios sobre los siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El estudio del motor CC</li> <li>• Análisis de circuitos de acondicionamiento</li> <li>• El estudio de la regulación de velocidad y posición</li> </ul>	<p>Servomotor CC de imanes permanentes Tacogenerador Controlador Proporcional Controlador Integral-Derivativo Control de automático de velocidad del motor CC. Control de automático de posición del motor CC. Puente bidireccional MOSFET "H" Modulación PWM Control de la corriente de armadura</p>

Módulo	Marca	Descripción	Contenidos Relacionados
Control de presión MCM12B/EV	Veneta	<p>Módulo que permite el desarrollo de ejercicios sobre los siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compresor de aire</li> <li>• Válvula proporcional</li> <li>• Transductor de presión piezorresistivo</li> <li>• Regulación de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compresor</li> <li>• Válvula proporcional</li> <li>• Regulación proporcional</li> <li>• Regulación integral y derivativa</li> <li>• Regulación de presión</li> <li>• Transductor de presión piezorresistivo</li> <li>• Control de la válvula proporcional</li> <li>• Inserción de fallas</li> </ul>
Control de caudal y nivel MCM12C/EV	Veneta	<p>Módulo que permite el desarrollo de ejercicios sobre los siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transductor de caudal para agua</li> <li>• Transductor de nivel/presión</li> <li>• Regulación de nivel y de caudal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transductor de caudal</li> <li>• Transductor de nivel/presión</li> <li>• Acondicionamiento de señales</li> <li>• Conversión F/V y V/F</li> <li>• Regulación P - I - D</li> <li>• Inserción de fallas</li> </ul>
Sistema CAD-CAE – Instrumentación virtual Mod. VTD/EV	Veneta	<p>Sistema que permite la realización de una aplicación estándar utilizando procedimientos y equipos industriales para el desarrollo de proyectos electrónicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño del diagrama eléctrico</li> <li>• Simulación</li> <li>• Diseño del lay-out del circuito</li> <li>• Posicionamiento y conexiones entre componentes automático</li> <li>• Postprocessing</li> </ul>

Módulo	Marca	Descripción	Contenidos Relacionados
Dispositivos para sistemas de microprocesadores Mod. E16/EV	Veneta	Módulo constituido por un panel sinóptico en el cual está representado en esquema de bloques, utiliza los sistemas de microprocesador, empezando por las características de tipo teórico y práctico de los mismos, hasta llegar a la gestión de los periféricos de uso común en las aplicaciones industriales como son los convertidores A/D y D/A.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bus de datos y direcciones</li> <li>• Decodificación de direcciones</li> <li>• Lectura y escritura de datos en la memoria RAM</li> <li>• Lectura de datos por medio de la memoria EPROM</li> <li>• E/S de datos (latch y transceptores bidireccionales)</li> <li>• Conversión analógico/digital de 8 bits</li> <li>• Conversión digital/analógica de 8 bits</li> <li>• Transferencia de datos entre entorno digital y analógico a través de los convertidores A/D y D/A</li> </ul>
Simulador de procesos Mod. G26/EV	Veneta	instrumento totalmente autónomo para el desarrollo de un programa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción física de los procesos</li> <li>• Determinación del modelo matemático</li> <li>• Representación del sistema mediante esquema de bloques</li> </ul>

Módulo	Marca	Descripción	Contenidos Relacionados
		avanzado de formación sobre el control automático de procesos lineales y no lineales, para la simulación y el control de procesos en lazo abierto y lazo cerrado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de la influencia de las interferencias introducidas en diferentes puntos.</li> <li>• Sistemas lineales: ecuaciones integrales-diferenciales</li> <li>• Relaciones entrada-salida: funciones de transferencia</li> <li>• Sistemas realimentados</li> <li>• Estructuras fundamentales de los controladores</li> <li>• Acciones:</li> <li>• Proporcional</li> <li>• Integral</li> <li>• Derivada</li> <li>• De Adelanto</li> <li>• De Retardo</li> <li>• Control de procesos: influencia de los parámetros característicos</li> <li>• Simulación de un intercambiador de calor (proceso del 1° orden de tipo 0)</li> <li>• Simulación de un motor de corriente continua (proceso del 2° orden de tipo 0)</li> <li>• Simulación de una cámara termostática adiabática (proceso del 2° orden de tipo 1)</li> <li>• Simulación de un posicionador controlado por un motor de c.c. (proceso del 3° orden de tipo 1)</li> <li>• Predisposición del controlador PID según los procedimientos:</li> <li>• De Ziegler-Nichols</li> <li>• De Janssen-Offereins</li> <li>• De la respuesta indicial del sistema en lazo abierto</li> <li>• Simulación de procesos no lineales, incluyendo acciones tales como:</li> <li>• Saturaciones</li> <li>• Banda muerta</li> <li>• Histéresis</li> <li>• Análisis de los sistemas en lazo abierto y cerrado en el dominio del tiempo y la frecuencia</li> <li>• Análisis y utilización del software de supervisión y control</li> </ul>

Módulo	Marca	Descripción	Contenidos Relacionados
<p>Transductor y control de caudal y nivel Mod. G30A/EV Mod. G30B/EV</p>	<p>Veneta</p>	<p>Sistema para el análisis de los transductores de nivel, presión y caudal, y el control automático del caudal y el nivel con controlador PID de coeficientes variables</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características generales de los transductores</li> <li>• Transductores de caudal: caudalímetro de turbina</li> <li>• Acondicionador de señal para caudalímetro de turbina con visualización del caudal en l/min sobre display 7- segmentos (3 dígitos)</li> <li>• Trazado de la curva característica y determinación de la linealidad del caudalímetro de turbina</li> <li>• Transductores de nivel: empleo para medidas de nivel y presión, y relación entre las dos medidas</li> <li>• Trazado de la curva característica y determinación de la linealidad del transductor de nivel</li> <li>• Uso del convertidor tensión/frecuencia (V/F) para visualizar directamente el valor del nivel en el display</li> <li>• Uso del convertidor frecuencia/tensión (F/V) para obtener una señal analógica proporcional al caudal</li> <li>• Calibración de los acondicionadores</li> <li>• Temas principales de la teoría de los controles automáticos para sistemas lineales y continuos en el tiempo</li> <li>• Tipología de reguladores: PID (Proporcional-Integral Derivativo)</li> <li>• Respuesta de los reguladores PID a las señales típicas (escalón, ondas cuadradas y triangulares)</li> <li>• Proyecto de un regulador PID con diagramas de Bode</li> <li>• Elección de los parámetros P,I,D con el método Ziegler Nichols</li> <li>• Control a ciclo abierto y cerrado: diferencias dinámicas y estáticas.</li> <li>• Respuesta global del proceso con parámetros P-I-D independientes</li> <li>• Verificación del control automático de nivel y caudal al variar las perturbaciones.</li> <li>• Estabilidad, error en estado de régimen, overshoot, tiempo de respuesta al variar los parámetros P-I-D</li> </ul>

Módulo	Marca	Descripción	Contenidos Relacionados
Transductor y control de presión Mod. G35/EV	Veneta	Sistema para el análisis de los transductores de presión y los circuitos de acondicionamiento correspondientes; y el control automático de presión con controlador PID de coeficientes variables.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características generales de los transductores</li> <li>• Determinación de la linealidad de un transductor</li> <li>• Acondicionadores de señal</li> <li>• Trazado de las características del transductor de presión piezorresistivo</li> <li>• Estudio y calibración del acondicionador de señal para el transductor piezorresistivo</li> <li>• Control automático de presión: descripción general</li> <li>• Controladores analógicos de tipo PID</li> <li>• Trazado de la respuesta del proceso utilizando un controlador con acciones: Proporcional Proporcional + Integral Proporcional + Integral + Derivativa</li> <li>• Estudio de la respuesta del proceso de presión al variar la carga, la tensión de alimentación y las señales de interferencia introducidas en los diferentes puntos del lazo de control</li> <li>• Estudio del amplificador de transistor para el mando de una válvula proporcional• Detección de tensiones, corrientes y formas de onda significativas en diferentes puntos del circuito</li> <li>• Análisis y utilización del software de supervisión y control por medio de Computador</li> </ul>

Módulo	Marca	Descripción	Contenidos Relacionados
Transductor y control de velocidad y posición Mod. G36A/EV	Veneta	Módulo para el análisis de los transductores de velocidad y posición; El análisis de los circuitos de acondicionamiento; El estudio de los motores de c.c.; El estudio de los accionamientos eléctricos para motores de c.c.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motores de c.c. de imán permanente: generalidades y modelización matemática</li> <li>• Características eléctricas y mecánicas</li> <li>• Trazado de las características de la reacción de armadura de un motor de c.c.</li> <li>• Trazado de las características de un transductor de velocidad optoelectrónico</li> <li>• Trazado de las características de un tacogenerador de tipo industrial</li> <li>• Trazado de las características de un transductor potenciométrico de tipo industrial</li> <li>• Estudio y calibración de los acondicionadores de señal para:</li> <li>• Tacogenerador</li> <li>• Reacción de armadura</li> <li>• Transductor optoelectrónico</li> <li>• Transductor potenciométrico</li> <li>• Estudio de la respuesta de los controladores Proporcional</li> <li>• Integral y Derivativo a las diferentes señales de entrada</li> <li>• Accionamiento de velocidad con motor de c.c.</li> <li>• Accionamiento de posición con motor de c.c.</li> <li>• Convertidor CC/CC con MOSFET para accionamiento de 4 cuadrantes</li> <li>• Excitador para los MOSFETs del convertidor CC/CC</li> <li>• Modulación PWM para el control del convertidor CC/CC</li> <li>• Respuesta del proceso utilizando un controlador con acciones independientes:</li> <li>• Proporcional</li> <li>• Integral</li> <li>• Derivativa</li> <li>• Control de la corriente de armadura máxima</li> <li>• Respuesta del sistema al variar la carga de frenada</li> <li>• Análisis y utilización del software para prácticas de supervisión y control del proceso.</li> </ul>

Módulo	Marca	Descripción	Contenidos Relacionados
Sistema M.P.T. para la experimentación avanzada infraestructura	Veneta	Consta de:UNIDAD DE ALIMENTACIÓN MOD. PS1-PSU/EVBOX PORTA MÓDULOS MOD. BOX/EVINTERFAZ PARA ORDENADOR PERSONAL MOD. MFI-U/EV	
Controlador digital PID para control de procesos Mod. PID-S/EV	Veneta	Módulo de controlador digital PID para control de procesos PID-S/EV basado en un microcontrolador de elevadas prestaciones. Posee entradas y salidas analógicas y digitales, programación de las funciones de regulación e interfaz serie para la comunicación con el computador.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de la estructura de un controlador de procesos digital</li> <li>• Programación de las funciones del controlador</li> <li>• Análisis de los parámetros de regulación: coeficiente proporcional, derivativo e integral</li> <li>• Conexión del controlador con un Personal Computer, muestreo de señales analógicas y relaciones con el control de procesos</li> <li>• Algoritmos aplicados en la programación funcional de un control de procesos digital</li> <li>• Control de procesos:</li> <li>• Proceso de temperatura</li> <li>• Proceso de presión</li> <li>• Proceso de caudal y nivel</li> <li>• Proceso de velocidad y posición</li> </ul>

Módulo	Marca	Descripción	Contenidos Relacionados
PLC para control de procesos Mod. PLC-E/EV	Veneta	<p>Sistema de PLCs para el control de procesos mod. PLC-E/EV son el instrumento para el estudio teórico y práctico de los controles de procesos industriales con PLC. Los controles implementados por el sistema son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de luminosidad</li> <li>• Control de caudal y nivel</li> <li>• Control de temperatura</li> <li>• Control de presión</li> <li>• Control de velocidad</li> <li>• Control de posición</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programación básica de los PLCs en los lenguajes: AWL, KOP y FUP</li> <li>• Funciones de lógica combinacional y secuencial</li> <li>• Direccionamientos</li> <li>• Temporizadores y contadores</li> <li>• Generadores de reloj</li> <li>• Circuitos monoestables</li> <li>• Circuitos biestables</li> <li>• Operaciones algebraicas: suma, resta, multiplicación</li> <li>• Conversiones BCD/binario</li> <li>• Conversiones binario/BCD</li> <li>• Técnicas de programación estructurada</li> <li>• Tipos de datos básicos</li> <li>• Tipos de datos estructurados</li> <li>• Funciones</li> <li>• Bloques de función</li> <li>• Bloques de datos</li> <li>• Conversiones A/D y D/A</li> <li>• Entradas y salidas analógicas</li> <li>• Controladores PID digitales: aspectos matemáticos e implementación del software</li> <li>• Aplicaciones PID con los módulos del alumno sobre:</li> <li>• Simulación de Procesos (mod. G26/EV)</li> <li>• Control de Luminosidad (mod. G13/EV)</li> <li>• Control de Caudal y Nivel (mod. G30A-B/EV)</li> <li>• Control de Temperatura (mod. G34/EV)</li> <li>• Control de Presión (mod. G35/EV)</li> <li>• Control de Posición y Velocidad (mod. G36A/EV)</li> <li>• Análisis y utilización del software de supervisión y control</li> </ul>
Sistema para el control y la medida de la presión	De Lorenzo	<p>El sistema tiene el propósito de entrenar a los estudiantes en la medición y el control de cantidades industriales. Se compone de 5 entrenadores separados, cada uno con un parámetro industrial específico, ya sea de presión, temperatura, flujo, nivel y PH, permitiendo a los usuarios el estudio de transmisores industriales, actuadores, y dispositivos relevantes que se utilizan en la automatización. El sistema permite la comparación entre la medición de los dispositivos operativos en diferentes principios</p>	
Sistema para el control y la medida de la temperatura	De Lorenzo		

<b>Módulo</b>	<b>Marca</b>	<b>Descripción</b>	<b>Contenidos Relacionados</b>
Sistema para el control y la medida del flujo	De Lorenzo	físicos, evaluando los diferentes tipos de transductores eléctricos y comparándolo entre diferentes actuadores y realizando los controles ON-OFF.	
Sistema para el control y la medida del nivel	De Lorenzo	El módulo de regulación y control está disponible para aquellos que deseen experimentar el control de proceso, P, PD, PI y PID, además del control ON OFF.	
Módulo para el control y la regulación PID	De Lorenzo	Además, el modulo automático para adquisición de datos se puede integrar en el sistema para los parámetros de adquisición y procesamiento.	
Módulo para la adquisición de datos	De Lorenzo		

		DESEMPEÑO		PRESTACIONES		DURABILIDAD			CAPACIDAD DE SERVICIO			ESCALABILIDAD		COMPONENTES REALES		COMPONENTES ADICIONALES		COMPLEJIDAD			AUTONOMIA			ALINEACION COMPETENCIAS			VALORACION		
Módulo	Marca	A	M	B	S	N	A	M	B	ST	M	G	S	N	S	N	S	N	A	M	B	A	M	B	A	M	B	VALORACION	
IPA 26 PLANTA DE PRODUCCIÓN CON 6 SUBSISTEMAS	Lucas-Nülle	3			1		3			1		1		0			1			3			3			3			7.94
Introducción práctica a la tecnología de control automático	Lucas-Nülle	3			1		3			1		1		0			1			3			3			3			7.94
Tecnología de control en bucle cerrado en la automatización	Lucas-Nülle	3			1		3			1		1		0			1			3			3			3			7.94
Diseño y optimización de controladores	Lucas-Nülle	3			1		3			1		1		0			1			3			3			3			7.94
Sistema de Medida y regulación 540	Alecop	3			1		3			0		1		0			1				2			2		3			6.54
Modulo de Control Serie 700	Alecop	3			1		3			0		1		0			1				2			2		3			6.54
Equipo didáctico de linealización LN 545	Alecop	3			1		3			0		1		0			1			3			3				2		7.09

		DESEMPEÑO			PRESTACIONES		DURABILIDAD			CAPACIDAD DE SERVICIO			ESCALABILIDAD		COMPONENTES REALES		COMPONENTES ADICIONALES		COMPLEJIDAD			AUTONOMIA			ALINEACION COMPETENCIAS			VALORACION	
Módulo	Marca	A	M	B	S	N	A	M	B	ST	M	G	S	N	S	N	S	N	A	M	B	A	M	B	A	M	B		
IPA 26 PLANTA DE PRODUCCIÓN CON 6 SUBSISTEMAS	Lucas-Nülle	3			1		3			1		1		0			1		3			3			3				7.94
Introducción práctica a la tecnología de control automático	Lucas-Nülle	3			1		3			1		1		0			1		3			3			3				7.94
Tecnología de control en bucle cerrado en la automatización	Lucas-Nülle	3			1		3			1		1		0			1		3			3			3				7.94
Diseño y optimización de controladores	Lucas-Nülle	3			1		3			1		1		0			1		3			3			3				7.94
Sistema de Medida y regulación 540	Alecop	3			1		3			0		1		0			1			2			2		3				6.54
Modulo de Control Serie 700	Alecop	3			1		3			0		1		0			1			2			2		3				6.54
Equipo didactico de linealización LN 545	Alecop	3			1		3			0		1		0			1		3			3				2			7.09
Aplicación didáctica Máquina Expendidora AIN 300	Alecop	3			1		3			1		1		0			1		3			3				2			7.39
Equipo de control de averias manuales CAS 125	Alecop	3			1		3			0		1		0			1		3			3				2			7.09
Sistema I.P.E.S. Infraestructura	Veneta	3			1		3			1		1		0			1		3			3			3				7.94
Lógica combinatoria y secuencial MCM8/EV	Veneta	3			3		3			1		1		1			1		3			3			3				8.82
Control de velocidad y posición MCM12A/EV	Veneta	3			3		3			1		1		1			1		3			3			3				8.82
Control de presión MCM12B/EV	Veneta	3			3		3			1		1		1			1		3			3			3				8.82
Control de caudal y nivel MCM12C/EV	Veneta	3			3		3			1		1		1			1		3			3			3				8.82

		DESEMPEÑO			PRESTACIONES		DURABILIDAD			CAPACIDAD DE SERVICIO			ESCALABILIDAD		COMPONENTES REALES		COMPONENTES ADICIONALES		COMPLEJIDAD			AUTONOMIA			ALINEACION COMPETENCIAS			VALORACION
Módulo	Marca	A	M	B	S	N	A	M	B	ST	M	G	S	N	S	N	S	N	A	M	B	A	M	B	A	M	B	
Sistema CAD-CAE – Instrumentación virtual Mod. VTD/EV	Veneta	3			3		3			1		1		1			1		3			3			3			8.82
Dispositivos para sistemas de microprocesadores Mod. E16/EV	Veneta	3			3		3			1		1		1			1		3			3			3			8.82
Simulador de procesos Mod. G26/EV	Veneta	3				0	3			1	1	1		0		0	1		2			2			3			6.83
Transductor y control de caudal y nivel Mod. G30A/EV Mod. G30B/EV	Veneta	3				0	3			1	1	1		0		0	1		2			2			3			6.83
Transductor y control de presión Mod. G35/EV	Veneta	3				0	3			1	1	1		0		0	1		2			2			3			6.83
Transductor y control de velocidad y posición Mod. G36A/EV	Veneta	3				0	3			1	1	1		0		0	1		2			2			3			6.83
Sistema M.P.T. para la experimentación avanzada infraestructura	Veneta	3				0	3			1	1	1		0		0	1		2			2			3			6.83
Controlador digital PID para control de procesos Mod. PID-S/EV	Veneta	3				0	3			1	1	1		0		0	1		2			2			3			6.83

		DESEMPEÑO			PRESTACIONES		DURABILIDAD			CAPACIDAD DE SERVICIO			ESCALABILIDAD		COMPONENTES REALES		COMPONENTES ADICIONALES		COMPLEJIDAD			AUTONOMIA			ALINEACION COMPETENCIAS			VALORACION		
Módulo	Marca	A	M	B	S	N	A	M	B	ST	M	G	S	N	S	N	S	N	A	M	B	A	M	B	A	M	B			
PLC para control de procesos Mod. PLC-E/EV	Veneta	3				0	3				1	1	1		0		0	1			2			2			3			6.83
Sistema para el control y la medida de la presión	De Lorenzo																												0.00	
Sistema para el control y la medida de la temperatura	De Lorenzo																												0.00	
]	De Lorenzo	3				1	3				1	1	1	1			0		0	3			3			3			8.24	
Sistema para el control y la medida del nivel	De Lorenzo	3				1	3				1	1	1	1			0		0	3			3			3			8.24	
Módulo para el control y la regulación PID	De Lorenzo	3				1	3				1	1	1	1			0		0	3			3			3			8.24	
Módulo para la adquisición de datos	De Lorenzo	3				1	3				1	1	1	1			0		0	3			3			3			8.24	