

ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DOMÓTICO PARA EL LABORATORIO FMS

**EDINSON EMIR REMOLINA MARTINEZ
KELWIN JOHAN TUNJUELO ARDILA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA
2011**

ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DOMÓTICO PARA EL LABORATORIO FMS

**EDINSON EMIR REMOLINA MARTINEZ
KELWIN JOHAN TUNJUELO ARDILA**

**Proyecto de Grado Para optar el título de
INGENIERO MECÁNICO**

**Director
JORGE ENRIQUE MENESES FLOREZ
Ing. Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA
2011**

DEDICATORIA

*A Diosito por bendecir mi vida cada día
y llenarme de sabiduría*

*A mi viejo, mi papá por ser mi
amigo e inspiración.*

*A mi Mami por el amor, paciencia y fortaleza
que me ha brindado.*

*A mi Abuelita por consentirme y
acompañarme cada instante de mis días.*

*A mi Princesa Hermosa por ser mi apoyo,
mi alegría y por darme fortaleza.*

*A mis Hermanos, Familiares y Amigos
por el apoyo incondicional*

Kelwin Johan Tunjuelo Ardila

DEDICATORIA

*A Dios por bendecirme, por brindarme la familia que tengo
y darme sabiduría.*

A mi Papá por ser ejemplo de tenacidad, esfuerzo y trabajo.

*A mi Mamá por su infinita paciencia, por entenderme
y ser ejemplo de cómo se sale adelante en la vida.*

*A ti chicolina, porque a pesar de no estar en este momento,
siempre estuviste en los momentos difíciles,
además de decirme la palabra correcta
para brindarme alegría, ánimo y fortaleza.*

A mis Abuelitas por sus oraciones y su amor.

A chimbis por su inmensa ayuda en este proceso.

*A mis Hermanos, Familiares y Amigos
por su amistad y apoyo sincero.*

Encho Remolina

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Familiares, por la paciencia, consejos, apoyo incondicional y por su colaboración para poder alcanzar este propósito fijado.

Jorge Enrique Meneses Flórez, por su colaboración en el desarrollo del Proyecto, por darnos lecciones de vida y sobre todo, por ser más que un docente ser nuestro Amigo.

Amigos y Compañeros del Laboratorio, por su amistad sincera y por permitirnos conocerles y aprender de cada uno de ellos.

Y a todas las personas que de una u otra manera nos colaboraron y nos dieron algún tipo de apoyo y consejos.

AUTORES

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	21
1.OBJETIVOS	23
1.1.OBJETIVO GENERAL	23
1.2.OBJETIVOS ESPECIFICOS	23
2.IMPORTANCIA Y ALCANCES DEL PROYECTO	25
3.ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DOMÓTICO	27
3.1.SUBSISTEMA DE SEGURIDAD	30
3.1.1.Control de Acceso al Laboratorio	31
3.1.2.Control Armario de herramientas	31
3.1.3.Control de alarmas	32
3.2.SUBSISTEMA DE SERVICIOS	34
3.2.1.Control del Centro de Mecanizado y control del Centro de Torneado	34
3.2.2.Control de los computadores	35
3.3.SUBSISTEMA DE CONFORT	35
3.3.1.Control de la Iluminación y control del Aire Acondicionado	35
3.4.FUNCIONES PERIÓDICAS	36
3.5.REGISTRO DE EVENTOS Y OPERACIONES	37
4.REESTRUCTURACIÓN DEL HARDWARE	39
4.1.EQUIPOS REUTILIZADOS	39
4.1.1.Cerradura Magnética	39
4.1.2.Licuada de aviso	40
4.1.3.Sirena de aviso	41

4.1.4.Sensores de presencia	42
4.1.5.Sensor de humo.....	43
4.1.6.Electroválvula del compresor	44
4.1.7.Tablero eléctrico de potencia	45
4.2.EQUIPOS NUEVOS	49
4.2.1.Control de acceso	49
4.2.2.Sensores de proximidad	51
4.2.3.Tablero eléctrico de control.....	52
4.2.4.Controlador lógico programable o PLC	57
4.2.5.Panel operador	59
4.2.6.SITOP 6EP1336-3BA00.....	60
5.IMPLEMENTACION DEL SOFTWARE PARA EL SISTEMA SCADA	62
5.1.INTERFAZ HOMBRE MAQUINA (HMI)	63
5.1.1.Entorno Grafico del HMI.....	64
5.2.PLATAFORMA SISTEMA SCADA.....	67
5.2.1.Interfaz gráfica de usuario SCADA	68
6.DISEÑO Y PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DOMÓTICO PARA EL LABORATORIO FMS DE INGENIERÍA MECÁNICA.....	73
6.1.ADMINISTRADOR SIMATIC STEP 7	73
6.2.WINCC FLEXIBLE	80
6.3.WINCC EXPLORER	83
6.4.DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DEL FUNCIONAMIENTO DEL CM Y CT POR HORARIOS Y DE LAS ALARMAS.....	86
7.GUIA DE OPERACIÓN PARA EL USUARIODEL SISTEMA SCADA DEL LABORATORIO FMS	101

7.1.MANEJO DEL SISTEMA SCADA.....	101
7.2.MANEJO DEL PANEL OPERADOR.....	125
7.3.MANEJO DEL CONTROL DE ACCESO DE FORMA LOCAL.....	138
7.3.1.Registrar usuarios nuevos	139
7.3.2.Borrar usuarios	139
7.4.MANEJO DEL CONTROL DE ACCESO DE FORMA REMOTA	140
7.5.RECOMENDACIONES DE OPERACIÓN.....	143
8.CONCLUSIONES	149
9.RECOMENDACIONES.....	151
10.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	153
ANEXOS.....	157

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estructura del sistema automatizado “Antes”	27
Figura 2. Estructura del sistema automatizado “Ahora”	28
Figura 3. Interfaz grafica del antiguo SCADA.	30
Figura 4. Control de Acceso antiguo.....	31
Figura 5. Control de Acceso actual	31
Figura 6. Cerradura Magnética	39
Figura 7. Licuadora de Aviso	40
Figura 8. Sirena de Aviso.....	41
Figura 9. Sensores de Presencia.....	42
Figura 10. Sensor de Humo	43
Figura 11. Electroválvula del compresor	44
Figura 12. Tablero Eléctrico de Potencia	45
Figura 13. Plano tablero eléctrico de Potencia	47
Figura 14. Control de Acceso administrador	49
Figura 15. Control de Acceso esclavo	50
Figura 16. Sensores de Proximidad Inductivos.....	51
Figura 17. Tablero Eléctrico de Control	53
Figura 18. Plano tablero eléctrico de control.....	55
Figura 19. Autómata Programable	57
Figura 20. Pantalla Touch	59
Figura 21. Modulo de Alimentación a 24V (SITOP)	60
Figura 22. Partes de un Sistema Automatizado.....	62
Figura 23. Pantalla Inicial del HMI	65
Figura 24. Selección de Recursos	66
Figura 25. Imagen de Operación del CM	66
Figura 26. Estado actual del Laboratorio FMS.....	67
Figura 27. Entorno inicial	69
Figura 28. Ventana principal1	70

Figura 29. Ventana principal2	70
Figura 30. Esquema General del	74
Figura 31. Esquema de bloques de los horarios del CM y CT	75
Figura 32. Esquema de bloques de alarmas y avisos.....	76
Figura 33. Esquema de bloques de los demás recursos	78
Figura 34. Bloque Función FC12	87
Figura 35. Bloque Función FC18	88
Figura 36. Franjas de horarios de operación de las maquinas	88
Figura 37. Evento del Botón Encender maquina CNC.....	89
Figura 38. Bloque Función FC35	90
Figura 39. Bloque Función FC8	91
Figura 40. Hora de Activación de la Alarma.....	92
Figura 41. Bloque función FC57 segmento tiempo de alarma	93
Figura 42. Bloque función FC61 segmento puerta principal	93
Figura 43. Proceso de relación de alarmas en AlarmLogging	94
Figura 44. Código C de Usuarios.pas	95
Figura 45. Código C de login	96
Figura 46. Código C de registro_eventos.pas.....	97
Figura 47. Base de Datos de las alarmas y eventos.....	98
Figura 48. Programación de los avisos sonoros para las maquinas CNC	99
Figura 49. Configuración del aviso sonoro para el CM	100
Figura 50. Carpeta donde se encuentra el archivo del Sistema SCADA	102
Figura 51. Barra de herramientas de WinCC.....	102
Figura 52. Imagen Principal de Sistema SCADA	103
Figura 53. Ventanas de selección de los diferentes recursos.....	103
Figura 54. Barra de herramientas del Sistema SCADA	104
Figura 55. Ventana de registro de usuarios	104
Figura 56. Usuario registrado.....	105
Figura 57. Interfaz de Iluminación del Laboratorio FMS	105
Figura 58. Control del subsistema Iluminarias	106

Figura 59. Interfaz de Iluminación en estado activado del Laboratorio FMS	107
Figura 60. Interfaz del Centro de Mecanizado del Laboratorio FMS	107
Figura 61. Control del Centro de Mecanizado.....	108
Figura 62. Estado activo del Centro de Mecanizado.....	109
Figura 63. Interfaz del Centro de Torneado del Laboratorio FMS.....	110
Figura 64. Interfaz del Centro de Torneado del Laboratorio FMS.....	111
Figura 65. Interfaz del Compresor del Laboratorio FMS	112
Figura 66. Estado del Presostato.....	113
Figura 67. Estado del Purga	114
Figura 68. Estado activo de la Purga	114
Figura 69. Interfaz de la Puerta del Armario	115
Figura 70. Interfaz de la Puerta del Armario abierta	116
Figura 71. Interfaz de la Puerta Principal del Laboratorio FMS	116
Figura 72. Interfaz de la Puerta Principal del Laboratorio FMS abierta.....	117
Figura 73. Interfaz de los Computadores del Laboratorio FMS	118
Figura 74. Interfaz de los Computadores del Laboratorio FMS prendidos	119
Figura 75. Interfaz del Aire acondicionado del Laboratorio FMS	120
Figura 76. Acusar Alarmas	121
Figura 77. Ventana Usuarios	121
Figura 78. Ventana UserAdministrator.....	122
Figura 79. Ventana Registro de Usuarios y Alarmas	123
Figura 80. Ventana Horarios de Maquinas	124
Figura 81. Ventana Salir de WinCC	125
Figura 82. Imagen Inicial del PO.....	126
Figura 83. Ventana de Recursos del PO	127
Figura 84. Operación Aire Acondicionado desde el PO.....	128
Figura 85. Operación Luces desde el OP	129
Figura 86. Operación Puerta Principal desde el PO	130
Figura 87. Operación Puerta Armario desde el PO.....	131
Figura 88. Registro de Usuario en la OP	132

Figura 89. Ventana Digitar Contraseña.....	132
Figura 90. Ventana Validación de Contraseña	133
Figura 91. Ventana Selección de Maquina	134
Figura 92. Ventana Selección de Usuario.....	134
Figura 93. Ejemplo de Operación de Maquinas	135
Figura 94. Ventana de Selección Horarios de Maquinas	136
Figura 95. Imagen de Operación del CM	137
Figura 96. Ventana Estado Actual del Laboratorio FMS	138
Figura 97. Control de acceso ZK Software F702-S.....	138
Figura 98. Verificación de usuario.....	139
Figura 99. Ventana Principal del Control de Acceso.....	140
Figura 100. Validación de la contraseña del Control de Acceso	141
Figura 101. Ventana de Registro de los Usuarios.....	141
Figura 102. Horarios de Entrada y Salida por medio del Control de Acceso	143
Figura 103. Ventana Principal de WinCC Explorer	144
Figura 104. Variable Internas y Externas en WinCC Explorer	145
Figura 105. Imágenes del Sistema SCADA	145
Figura 106. Ventana Principal de WinCC Flexible	146
Figura 107. Variables en WinCC Flexible	147
Figura 108. Protocolo de Comunicación	147

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Características de la cerradura magnética.....	40
Tabla 2. Características de la licuadora de aviso.....	41
Tabla 3. Características de la sirena.....	42
Tabla 4. Características de los sensores de presencia.....	43
Tabla 5. Características del sensor de humo.....	44
Tabla 6. Características de la electroválvula	45
Tabla 7. Elementos del tablero eléctrico de potencia.....	46
Tabla 8. Descripción del control de acceso	49
Tabla 9. Descripción del lector biométrico esclavo	51
Tabla 10. Características del sensor de proximidad	52
Tabla 11. Elementos del tablero eléctrico de control	53
Tabla 12. Distribución de los equipos por subsistema	55
Tabla 13. Datos Técnicos del Autómata SIEMENS 315F-2 PN/DP	58
Tabla 14. Características del panel operador OP177b 6"	59
Tabla 15. Características de la Sitop 6EP1336-3BA00.....	61
Tabla 16. Tabla de Variables en el WinCC Flexible	80
Tabla 17. Tabla de Variables en el WinCC Explorer	83

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A Marco Teorico	158
ANEXO B Tabla de Variables	166
ANEXO C Planos Electrico de Potencia y de Control	186

RESUMEN

TÍTULO:ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DOMÓTICO PARA EL LABORATORIO FMS.*

AUTORES: Edinson Emir Remolina Martinez, Kelwin Johan Tunjuelo Ardila**

PALABRAS CLAVES: Sistema Domótico, SCADA, Autómata Programable Industrial, Interfaz Hombre Maquina.

CONTENIDO

El sistema Domótico con el cual contaba el laboratorio FMS de la escuela de Ingeniería Mecánica realizaba sus funciones de manera segura, controlada y confiable, permitiendo un aprovechamiento de los recursos con los que allí se cuentan, pero que ocurre el constante desarrollo tecnológico en los campos correspondientes a redes industriales y prestaciones de los entornos software que sustentan las aplicaciones SCADA, genera la necesidad de actualizar la plataforma software desarrollada para el Sistema SCADA del Laboratorio e incorporar prestaciones adicionales.

En esta actualización del sistema Domótico se vio la necesidad de cambiar el autómata programable industrial de siemens S7-300 CPU 314 por uno de la misma gama pero con CPU 315, también se implementó un panel operador y gracias a este se establece una Interfaz Hombre Maquina (HMI) reafirmando el concepto de sistema Domótico. Además de los cambios realizados en la parte hardware se hace uso de los últimos programas de Siemens para dejar a punto la programación del código, de esta manera obtener más beneficios de los recursos que brinda el laboratorio.

En este proyecto se conserva la topología de operación y control, la cual está estructurada de la siguiente manera: todos los recursos (maquinas CNC, aire acondicionado, iluminarias, compresor, control de accesos, computadores) del laboratorio como parte operativa, un autómata programable industrial como parte de control y actuadores y sensores en las dos partes tanto operativa como control.

*Proyecto de Grado

**Facultad De Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela De Ingeniería Mecánica. Director JORGE ENRIQUE MENESES FLOREZ, Ingeniero Mecánico

SUMMARY

TITLE:UPDATE OF DOMOTYC SISTEM FOR THE FMS LABORATORY.*

AUTHORS: Edinson Emir Remolina Martinez, Kelwin Johan TunjueloArdila**

KEY WORDS:Domotic System, Programmable Logical Controller (PLC), SCADA, Human Machine Interface.

DESCRIPTION

The Domotic System with which the FMS laboratory had, located in the School of Mechanical Engineering, performed their duties in a safe, controlled and reliable way, allowing use of the resources they have there, but the constant technological development in the fields: industrial networks and software environments that support SCADA applications, creating a need to update the software platform developed for the SCADA System Laboratory and additional features.

In this update of the Domotic System was the need to change the Programmable Logical Controller (PLC) Siemens S7-300 CPU 314 for one in the same range but with CPU 315, also implemented an operator panel and thanks to it, was established a Human Machine Interface (HMI), all of this modification reaffirmed the concept of Domotic System. In addition to changes in the hardware uses, the latest software from Siemens were implemented so the programming code was made with the most modern software. That way is possible to get more benefit from resources provided by the laboratory.

The structure of the automation system preserves designed under the operation and control topology, which is structured as follows: all resources (CNC machines, air conditioning, brighten, compressor, access control, computers) laboratory as part of the operation, Programmable Logical Controller (PLC) as part of control and sensors and actuators on both sides operational and control.

* Graduation Project

** Faculty of Engineering physics and mechanical. Mechanical Engineering School. JORGE ENRIQUE MENESES FLOREZ Director, Mechanical Engineer

INTRODUCCIÓN

La escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander cuenta con el Laboratorio FMS (Sistemas Flexibles de Manufactura); desde su creación se ha buscado hacer uso eficiente de la infraestructura instalada (centro de mecanizado, centro de torneado, equipos de computo, etc.). La escuela de Ingeniería Mecánica desarrolla, desde hace más de 20 años, la línea de Automatización Industrial basada en lógica programada, la cual requiere de aplicaciones industriales reales que integren los conceptos y las tecnologías modernas utilizadas.

El constante desarrollo tecnológico en el campo de la automatización industrial evidenció una serie de necesidades de mejora en el sistema Domótico que se encontraba en el laboratorio FMS. Teniendo como referencia los proyectos de grado ya desarrollados, en los cuales se implementó un sistema capaz de administrar el uso y operación de los recursos del laboratorio, además de, controlar el acceso a las instalaciones físicas del mismo, la implementación en una segunda fase de un nuevo software, junto a la reestructuración y adición de nuevos subsistemas tales como: subsistema de respaldo energético, subsistema de confort, subsistema de alarmas y monitoreo de eventos.

Fue necesario evaluar el sistema Domótico para identificar las variables a rescatar y reestructurar, así como identificar las oportunidades de mejora. Teniendo en cuenta estos parámetros el informe se estructuró bajo los siguientes capítulos:

1. Objetivos: En este capítulo se establecieron los alcances del proyecto.
2. Importancia y alcances del proyecto: Se establece la necesidad de realizar la reestructuración del Sistema Domótico en el laboratorio FMS.

3. Actualización del Sistema Domótico: En este capítulo se identifica el estado en el cual se encontraban los subsistemas existentes y las mejoras realizadas en cada uno de estos.
4. Reestructuración del hardware: Se establece que equipos fueron reutilizados y cuales elementos fueron cambiados con el fin de permitir un mayor aprovechamiento del laboratorio.
5. Implementación del software para el Sistema SCADA: En este capítulo se determina la estructura del sistema Domótico como un sistema Automatizado, el cual se encuentra dividido en Parte de Control y Parte Operativa.
6. Diseño y programación del Sistema Domótico para el laboratorio FMS de ingeniería mecánica: En este capítulo se hace una explicación del diseño y programación de cada uno de los programas (software) implementados en el desarrollo del proyecto.
7. Guía de operación para el usuario del sistema sacada del laboratorio FMS: En este capítulo se puede encontrar una guía para el uso de la Interfaz Hombre Máquina y el Sistema SCADA, con el fin de evitar una mala manipulación de los elementos dentro del laboratorio.
8. Conclusiones.
9. Recomendaciones.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Contribuir con la misión de la Universidad Industrial de Santander de participar en procesos de cambio por el progreso y mejora de la calidad de vida de la comunidad. Además, fortalecer el desarrollo tecnológico en la Escuela de Ingeniería Mecánica, mediante la reestructuración del actual Sistema Domótico del laboratorio FMS, que se refleje en un incremento de la seguridad de las instalaciones, mayor orden en los tableros de control y potencia, y un aumento en las prestaciones y la confiabilidad del sistema.

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Actualizar el Sistema Domótico del laboratorio Sistemas Flexibles de Manufactura (FMS), lo cual implica:

- a) Desarrollar una nueva plataforma software para el sistema SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos), basado en una nueva versión de WinCC 2008 que posee la escuela.
- b) Diseñar e instalar un nuevo subsistema de control de acceso, integrado al API 314IFM, compuesto por la combinación de algunos de los siguientes módulos: tarjeta con chip RFID (**R**adio **F**requency **I**Dentification) integrado, teclado numérico o lector biométrico de huella digital con el fin de brindar mayor flexibilidad y seguridad al ingreso del laboratorio.
- c) Incorporar al Sistema SCADA un subsistema que maneje la red de aire comprimido, verificando el funcionamiento del compresor y el presostato,

brindando seguridad y facilidad a las prácticas realizadas en el laboratorio FMS.

- d) Diseñar e implementar un monitoreo remoto para el Sistema Domótico del laboratorio FMS, basado en una conexión dentro de la intranet de la UIS, haciendo uso del protocolo TCP/IP.
- e) Diseñar y montar un nuevo tablero eléctrico de control, basado en un Autómata Programable Industrial (API), dotando este tablero con la posibilidad de futuras expansiones, en mira de incorporar Sistemas Domóticos para otros laboratorios de la Escuela de Ingeniería Mecánica, así mismo brindar mayor seguridad a los subsistemas y servir como aplicación práctica a los estudiantes de las asignaturas Autómatas Programables, Automatización Industrial y Sistemas Mecatrónicos.
- f) Diagnosticar y documentar el tablero eléctrico de potencia que se encuentra en el laboratorio FMS, llevando a éste todos los componentes que correspondan a potencia y se encuentren en otros sitios del laboratorio, para garantizar mayor entendimiento, seguridad y accesibilidad al mismo.

2. IMPORTANCIA Y ALCANCES DEL PROYECTO

¿Qué se busca cuando se desea automatizar un sistema productivo? La respuesta a este interrogante lleva a pensar en ideas como: **Sistema de Supervisión,Control, Seguridad y Confiabilidad**. Todas estas ideas se venreflejadas en el Sistema Domótico,que se encontraba instalado en el laboratorio FMS,algo que induce a pensar en un laboratorio en el cual las tareas se pueden realizar con gran agilidad y precisión,haciendo uso eficiente de la infraestructura instalada (Centro de Mecanizado, Centro de Torneado, equipos de computo, etc.).Todo esto se ha venido dando de forma eficiente, pero que ocurre, así como el mundo continua girando el desarrollo tecnológico no frena su curso y al dar un enfoque en el campo de la automatización industrial, específicamente en los campos correspondientes a redes industriales y prestaciones de los entornos software que sustentan las aplicaciones SCADA, se generó la necesidad de actualizar la plataforma software desarrollada para el **Sistema SCADA** del Laboratorio e incorporar prestaciones adicionales.

Dentro de los elementos de trabajo con los que cuenta el Laboratorio FMS se pueden contar un Centro de Mecanizado de control numérico Leadwell V-20, un Centro de Torneado de control numérico Leadwell T-6, computadores de escritorio que cuentan con licencias para el diseño ingenieril como: SolidWorks yMasterCam y herramientas de maquinado ubicados dentro del armario o gabinete. Estos equipos y herramientas de trabajo son de costo elevado; razón por la cual la seguridad del laboratorio constituye un tópico de vital importancia en este proyecto de grado.

Considerando lo expuesto en los párrafos anteriores, se fraguó el desarrollo de este proyecto de grado con el cual se pretendió,no solo actualizar el Sistema SCADA, sino también realizar tareas que den mayor soporte en las actividades realizadas dentro del laboratorio, como son la adición y el diseño de

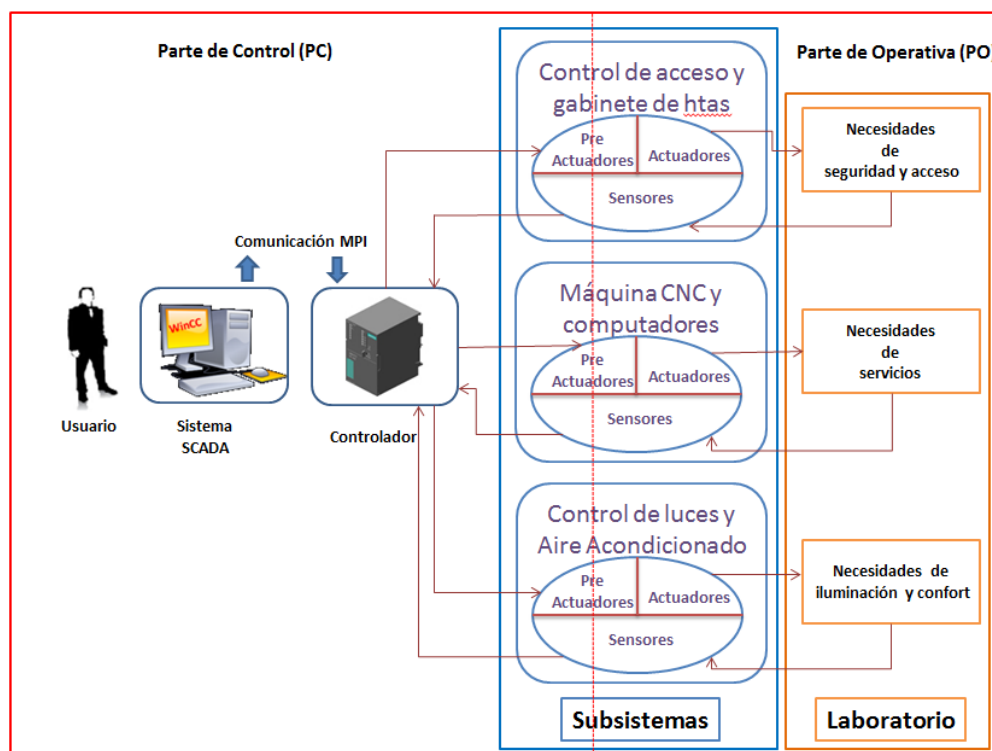
nuevos subsistemas, aparte de esto hacer cambios pensando en la posibilidad de futuras expansiones dentro del mismo laboratorio o fuera de éste.

Con el desarrollo de este trabajo se representa un ejemplo práctico para los estudiantes de las asignaturas Autómatas Programables, Automatización Industrial y Sistemas Mecatrónicos en el cual pueden encontrar elementos que constituyen un sistema automatizado (sensores, actuadores, preactuadores). Además de esto, se deja una herramienta (Sistema Domótico) que controla y monitorea las variables físicas importantes haciéndolo de una manera cómoda, confiable y sobre todo segura.

3. ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DOMÓTICO

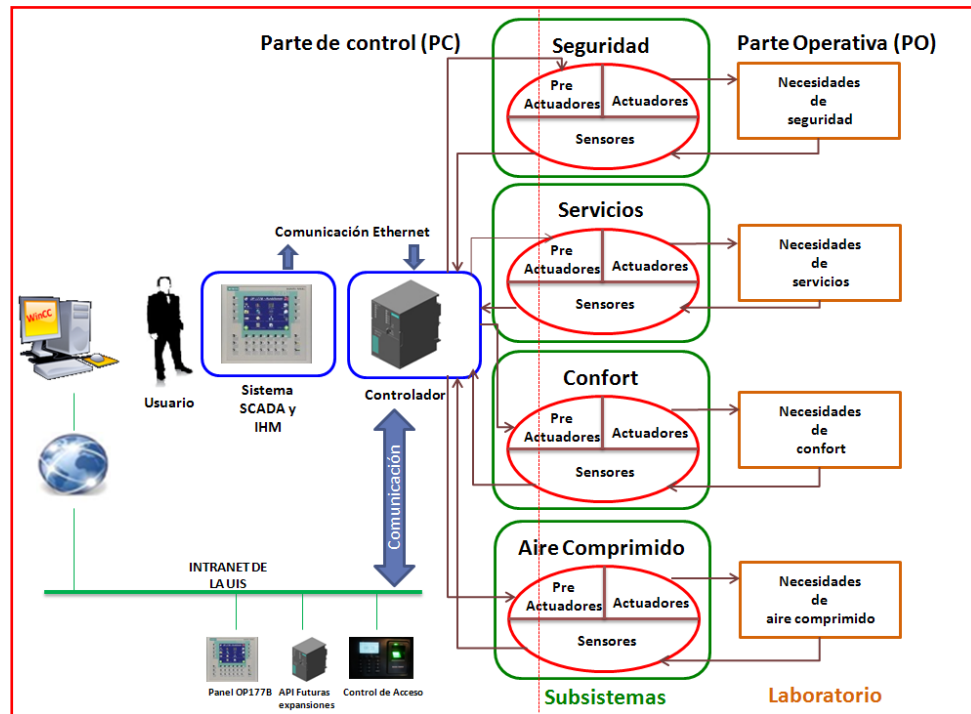
La primera labor realizada durante el desarrollo de este trabajo de grado fue la identificación del estado en el cual se encontraba el Sistema Domótico. Para esto, se realizó un análisis detallado de los elementos que se podían reutilizar, cuales requerían cambio y que nuevos sistemas o funciones se podían implementar buscando un mayor confort y seguridad en las instalaciones del laboratorio. A continuación se presenta un diagrama en el cual se puede ver la evolución de la estructura del sistema automatizado (ver figura 1 y 2).

Figura 1. Estructura del sistema automatizado “Antes”



Fuente: Autores

Figura 2. Estructura del sistema automatizado “Ahora”



Fuente: Autores

El diagnóstico realizado al Sistema Domótico del Laboratorio FMS, se aborda analizando los subsistemas que lo componen y la manera como estos son vistos desde el SCADA.

Respecto al SCADA se encontró una oportunidad de mejora cambiando el área gráfica de presentación de los subsistemas, ya que estos se monitoreaban y manipulaban de forma manual o automática pero requerían un mayor control (ver figura 3). Los subsistemas encontrados fueron:

- Subsistema de Control de acceso
- Subsistema de máquinas CNC

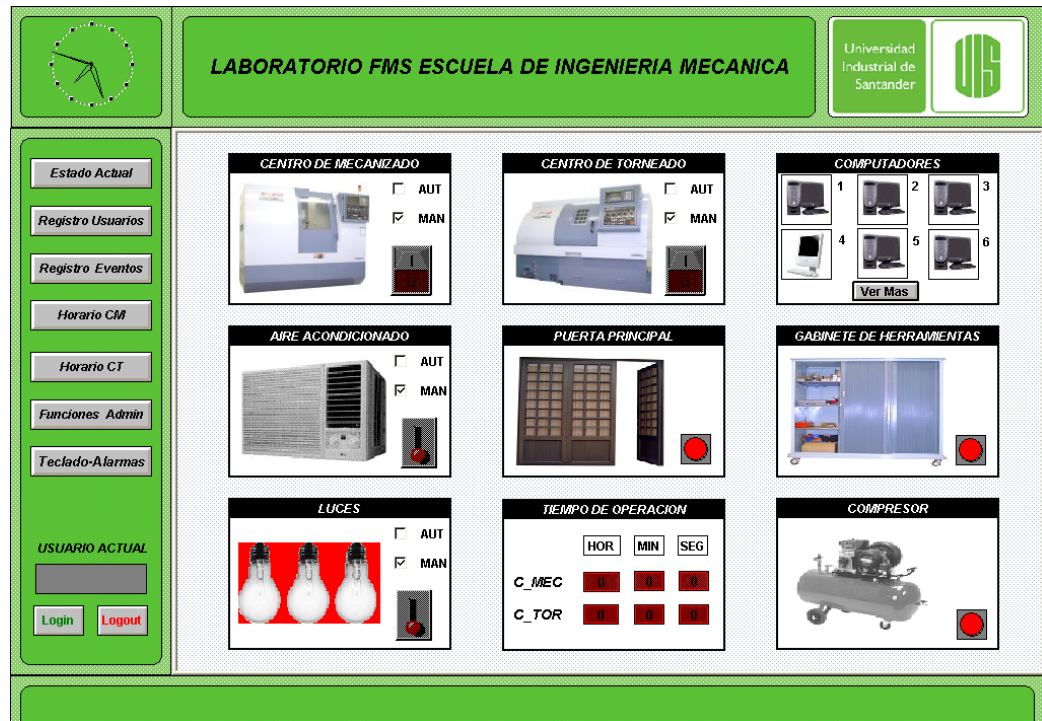
- Subsistemas de control de luces
- Subsistema de aire acondicionado
- Subsistema de control de computadores
- Subsistema de control de acceso al gabinete de herramientas
- Subsistema de alarmas

Adicionalmente contaba con la programación de horarios para uso de las máquinas CNC, carga de funciones periódicas y registro de usuarios, alarmas y eventos.

Estos subsistemas fueron reorganizados y renombrados, quedando de la siguiente manera:

- Subsistema de Confort: Constituido por los recursos de iluminación y Aire Acondicionado.
- Subsistema de Servicios: Constituido por los recursos de control del Centro de Mecanizado, control del Centro de Torneado y el control de los computadores.
- Subsistema de Seguridad: Constituido por los recursos de Control de Acceso al laboratorio, control al Armario de Herramientas y el control de Alarmas.
- Subsistema de Aire Comprimido: Constituido por el recurso de control del Compresor.

Figura 3. Interfaz grafica del antiguo SCADA.



Fuente: Romero Blanco, Carlos Alberto. Optimización del Sistema Domótico implementado en el laboratorio FMS.

Para mayor claridad del lector se dará una breve descripción de cuáles fueron las condiciones en los que se encontraron los subsistemas y se resaltarán las mejoras establecidas en esta nueva tesis de grado.

3.1. SUBSISTEMA DE SEGURIDAD

En este subsistema podemos encontrar el Control de Acceso al laboratorio, control al Armario de Herramientas y el control de Alarmas.

3.1.1. Control de Acceso al Laboratorio.

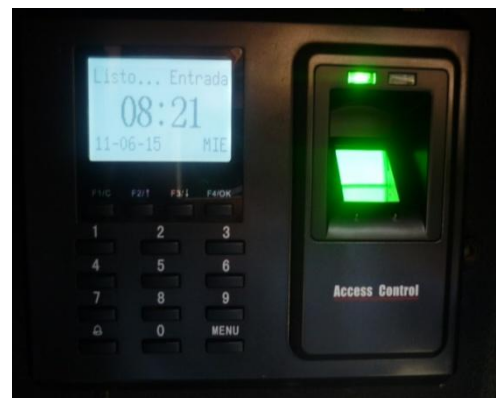
Se contaba con un teclado tipo membrana, con un display que permitía al usuario visualizar la clave durante su ingreso. Con el fin de aumentar los límites de seguridad y flexibilidad en el laboratorio, fue necesario remover este sistema e instalar un nuevo control de acceso, el cual consta de un teclado numérico y un lector biométrico de huella digital, el cual permite registrar tanto el ingreso como la salida por parte del personal autorizado en el laboratorio (ver figura 4 y 5).

Figura 4.Control de Acceso antiguo



Fuente: Romero Blanco, Carlos Alberto.
Optimización del Sistema Domótico
implementado en el laboratorio FMS.

Figura 5. Control de Acceso actual



Fuente: Autores

3.1.2. Control Armario de herramientas

El gabinete o armario es el lugar donde se guardan las herramientas requeridas por las maquinas CNC, además de estas se guardan otro tipo de elementos como los instrumentos de medida, herramientas de trabajo y piezas mecanizadas. Razón por la cual es de gran importancia asegurar el contenido de dichos elementos. El gabinete se compone de tres puertas tipo corredera y cuenta con un

electroimán en su puerta izquierda, dicho electroimán consta de dos partes, una ubicada en el marco del armario y otra en la puerta, al ser energizado provoca una atracción entre las dos partes que lo componen cerrando la puerta. También cuenta con un sensor de proximidad de tipo inductivo, el cual envía una señal al controlador permitiendo saber si la puerta estaba abierta o cerrada a través de una señal de aviso; este sensor se encuentra ubicado junto al electroimán.

Entre los inconvenientes encontrados por el gabinete están: la falta de una señal de aviso que me indique el momento en el cual la puerta derecha ha permanecido abierta después de un periodo de tiempo, además del fallo en la operación por parte del sensor ubicado en la puerta izquierda. Para dar solución se han adquirido dos sensores nuevos tipo proximidad, los cuales fueron ubicados en las puertas izquierda y derecha, estos envían una señal al controlador y este comunica a los usuarios si cualquiera de las puertas se encuentra abierta a través de una señal de aviso audiovisual (licuadora). Otra modificación realizada es el cambio hecho en la interfaz gráfica del usuario.

3.1.3. Control de alarmas

Para brindar soporte al subsistema de Seguridad, del laboratorio contaba con una corneta y una licuadora las cuales se encontraban desactivadas, dado que las variables a las cuales se asociaron en la programación causaban incomodidad en el personal presente en el laboratorio.

En esta nueva fase se reinstalaron y en la programación se asignaron a las variables más críticas referentes a la seguridad del laboratorio.

Los estados en los cuales se activan las alarmas son los siguientes:

- *Puerta principal abierta por más de 30 segundos:*

Cuando se abre la puerta principal un temporizador inicia su marcha (desde el momento en que el sensor de proximidad de la puerta indique que esta se encuentra abierta), si la puerta no se cierra al cabo del tiempo en que el temporizador llega a cero se activa la licuadora dando aviso al personal del laboratorio para que cierre la puerta.

- *Alarma de intrusión:*

Esta alarma se activa cuando se da un ingreso no autorizado a las instalaciones del laboratorio, esta alarma es de tipo sonora.

- *Puerta del gabinete de herramientas abierta por más de 5 minutos:*

Cuando se abre la puerta del gabinete de herramientas un temporizador inicia su marcha (desde el momento en que el sensor de proximidad de la puerta indique que esta se encuentra abierta), si la puerta no se cierra al cabo del tiempo en que el temporizador llega a cero se activa la licuadora dando aviso al personal del laboratorio para que cierre la puerta.

- *Aviso de apagado próximo de los centros de mecanizado y torneado:*

Este subsistema se encarga de enviar un aviso auditivo (una voz indicando el apagado de las maquinas), durante 30 segundos, acompañado de la licuadora, juntos se activan cinco minutos antes de finalizar el tiempo asignado por el usuario para el apagado del centro de torneado y/o del centro de mecanizado en el modo de horarios, luego de esto, el sistema efectuara la desconexión a través del contactor que suministra el flujo de energía eléctrica a dichas maquinas.

- *Alarma de incendio*

Esta alarma se activa cuando el sensor de humo envía la señal al autómata dando aviso por medio de la corneta.

3.2. SUBSISTEMA DE SERVICIOS

Cuando se hace mención al subsistema de servicios, se está haciendo referencia a los servicios que presta el laboratorio los cuales son el uso del Centro de Mecanizado, el uso del Centro de Torneado y el uso de los Computadores.

3.2.1. Control del Centro de Mecanizado y control del Centro de Torneado

El laboratorio cuenta con dos máquinas herramientas CNC, una de ellas es el Centro de Torneado(CT) y la otra el Centro de Mecanizado(CM), siendo la base fundamental del laboratorio FMS permitiendo el desarrollo de la asignatura Control Numérico Computarizado. El control de encendido y apagado de estas máquinas se realizaba de forma manual o automática, su manipulación era realizada por el personal autorizado del laboratorio y en los horarios establecidos en el Sistema SCADA; para la protección de las máquinas en el tablero eléctrico de potencia se cuenta con: un interruptor termomagnético, un guardamotor y un contactor; el cual se maniobra con un relé desde el tablero eléctrico de control, recibiendo la señal desde el autómatas programable y permitiendo el correcto funcionamiento de la máquina.

Adicionalmente se contaba con un sistema de avisos, el cual permitía al usuario de las máquinas conocer la proximidad de apagado de estas al ser manipuladas en la opción manual.

En este subsistema se mantuvo las protecciones y el control de la parte eléctrica, las modificaciones realizadas fueron en el diseño del sistema SCADA, ya que brinda una mayor flexibilidad en la programación de los horarios en tres franjas diarias; los 7 días de la semana, esta selección la podrá realizar el administrador mediante una interfaz hombre máquina (HMI), en este caso una pantalla táctil instalada en una de las puertas del tablero eléctrico de control. También se cuenta

con alarmas auditivas que le avisara al personal que se encuentra trabajando en la máquina que el tiempo de funcionamiento está próximo a terminar.

3.2.2. Control de los computadores

El encendido o apagado de los seis computadores era manipulado desde la interfaz gráfica del SCADA, estos computadores se caracterizan porque tienen instalados software (CAD, CAE y CAM) para el diseño ingenieril que sirven de soporte a los estudiantes.

El personal del laboratorio tenía derecho a un computador en el horario convenido con el administrador del sistema y los computadores se habilitaban cuando se activaba el privilegio de usuario, también se podían manipular manualmente activando esa opción en la interfaz gráfica del SCADA.

En esta nueva fase se mantuvieron las condiciones y se realizaron modificaciones en la interfaz gráfica del SCADA.

3.3. SUBSISTEMA DE CONFORT

A través de este se puede hacer control a los recursos de iluminación y Aire Acondicionado.

3.3.1. Control de la Iluminación y control del Aire Acondicionado

Este subsistema es el encargado de controlar la iluminación y el aire acondicionado del laboratorio desde el sistema SCADA de forma manual o automática, se cuentan con interruptores localizados en la pared o la interfaz gráfica del SCADA para manipular el encendido y apagado de las luces.

Para este subsistema se mantuvo el esquema de funcionamiento pero se diseño una nueva interfaz gráfica en el SCADA y en la pantalla táctil, cada subsistema por separado.

3.4. FUNCIONES PERIÓDICAS

Este era un subsistema, el cual se refería a la carga de horarios realizada semanalmente los lunes a la 1 a.m. y a la purga del compresor, la cual es una función que evita que el condensado formado en el compresor pueda llegar a corroerlo y también para evitar que dicho condensado llegue hasta el centro de mecanizado y altere su adecuado funcionamiento; esta acción de purga era realizada una vez a la semana por un tiempo considerable. La electroválvula que permite la purga del compresor también era activada desde la interfaz gráfica del usuario por un tiempo de un minuto.

En esta nueva fase, la purga del compresor se pasó a un nuevo subsistema, llamado ***Subsistema de Aire Comprimido***, el cual también comprende el monitoreo del presostato y el encendido y apagado del compresor mediante un equipo de maniobra (un contactor en el tablero eléctrico de potencia y un relé en el tablero eléctrico de control).

La carga de horarios para las máquinas CNC se realizara desde la interfaz hombre máquina, (pantalla táctil) instalada en el tablero eléctrico de control. Con la nueva programación se dispone que los horarios sean más flexibles, de esta forma no obliga a que el operador se rija siempre a un solo horario de trabajo, por el contrario, puede disponer de tres franjas de horarios en el día.

Nota: En la actualización del laboratorio, el subsistema funciones periódicas desaparece integrando sus tareas a otros subsistemas.

3.5. REGISTRO DE EVENTOS Y OPERACIONES

El Sistema Domótico contaba con un registro de eventos con fecha y hora con el fin de mantener mayor control sobre los equipos instalados en el laboratorio, entre los eventos estaban:

- ♣ Registro de entrada y salida por el control de acceso
- ♣ Encendido y apagado de los centros de mecanizado
- ♣ Alarma del armario de herramientas
- ♣ Alarma de intrusión, incendio
- ♣ Caída de fase
- ♣ Purga de compresor
- ♣ Carga de horarios

Además contaba con un registro de tiempo total del uso del centro de mecanizado y del centro de torneado, que podía ser usado como indicador de acciones de mantenimiento y control de vida útil de los mismos.

En esta nueva fase se mantuvieron los eventos para los cuales se marcaba registro y se realizaron modificaciones en la interfaz gráfica del SCADA.

Nota: El registro de eventos y operaciones era considerado un subsistema, en esta nueva fase pasa a considerarse como una tarea a desarrollar por el Sistema Domótico.

Con el fin de establecer mejoras en el Sistema SCADA fue necesario instalar un nuevo software en este caso WinCC flexible 2008 para programación de la pantalla táctil y WinCC Explorer V7.0 para diseñar la nueva interfaz gráfica del SCADA además del uso de una versión más reciente de STEP7 para el código de programación. Por otra parte el hardware en este caso el controlador se cambio por un autómata CPU 315F-2 PN/DP el cual cuenta con mayor memoria, conexión MPI y modulo integrado Ethernet CP 343-1 Advanced el cual permite supervisar desde cualquier lugar dentro de la intranet de la UIS, en tiempo real que acciones están ocurriendo en el laboratorio. En los siguientes capítulos se analizaran a fondo los cambios realizados dentro del hardware y software manejados en el laboratorio.

4. REESTRUCTURACIÓN DEL HARDWARE

La actualización del Sistema Domótico, implicó una serie de factores a considerar en los que se resaltan una gran parte los equipos que fueron reutilizados y otros que se cambiaron, con el fin de implementar nuevas tecnologías que permitiesen un mayor aprovechamiento de los recursos. Por otra parte también fue necesario implementar nuevos software que brindaran soporte al Sistema SCADA y a los hardware instalados, esto con el fin de obtener mayor seguridad, monitoreo y control del las máquinas y equipos instalados en el Laboratorio FMS.

4.1. EQUIPOS REUTILIZADOS

4.1.1. Cerradura Magnética

Es la encargada de asegurar la puerta de ingreso al laboratorio y el gabinete donde se guarda la herramienta de las máquinas CNC, instrumentos de medida, piezas mecanizadas entre otros; este se compone de tres puertas tipo corredera, adicionalmente tiene un sensor de proximidad; el control de ambas cerraduras se efectúa de forma manual o automática desde la interfaz gráfica del usuario SCADA (ver figura 6).

Figura 6. Cerradura Magnética



Fuente: Autores

Tabla 1. Características de la cerradura magnética.

SCD 300 redondo	
Fuerza de retención mínima	300 libras
Fuerza de retención máxima	380 libras
Dimensiones del Imán	Diámetro 80mm; espesor 25mm
Dimensiones placa	Diámetro 85mm; espesor 11mm
Peso neto (aprox.)	1,25 kg
Potencia	3W
Voltaje	24V (125mA)
Sensor de fuerza magnética	NO
Fabricante	Zebra electrónica

4.1.2. Licuadora de aviso

Es un sensor de tipo visual que se encuentra conectado al controlador (ver figura 7), ante eventos o alarmas programadas en el mismo, este emitirá una señal y el usuario podrá percibir el llamado y corregir las fallas, en este caso se habla de una licuadora Sassin 3S-1105 que cuenta con los siguientes datos técnicos:

Figura 7. Licuadora de Aviso



Fuente: Autores

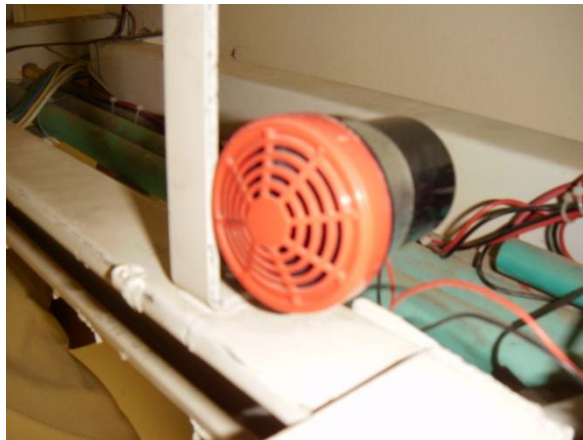
Tabla 2. Características de la licuadora de aviso

3S-1105 Warning Light	
Color	Rojo
Voltaje	110V
Potencia	5W

4.1.3. Sirena de aviso

Para alertar sobre la entrada de personal no autorizado al laboratorio con la ayuda de los sensores de presencia (ver figura 8), también cuando es activado uno de los sensores de humo, esta sirena se encuentra conectada al controlador, y en caso de activación emitirá una señal auditiva que alertara al personal del laboratorio para una eventual reacción. Cuenta con las siguientes especificaciones:

Figura 8. Sirena de Aviso



Fuente: Autores

Tabla 3. Características de la sirena

Sirena E.B.C	
Voltaje	24V
Corriente	210mA

4.1.4. Sensores de presencia

Son empleados para función de seguridad, ya que sus características son las ideales para detectar una posible violación de acceso a las instalaciones, características de los sensores (ver figura 9).

Figura 9. Sensores de Presencia



Fuente: Autores

Tabla 4. Características de los sensores de presencia

COMET PIR RK210PR	
Alcance	12m x 12m
Voltaje	9V-16V
Corriente	12mA
Contactos	1NC, 0.1 ^a , 24V
Fabricante	Rkonet

4.1.5. Sensor de humo

Se emplean con el propósito de enviar una señal al controlador en caso de que se detecte señales de calor excesivo o incendios al interior del laboratorio (ver figura 10), con el fin de alertar a sus ocupantes o al personal más cercano, las características son:

Figura 10.Sensor de Humo



Fuente: Autores

Tabla 5. Características del sensor de humo

Detector de humo fotoeléctrico LH-93 (II)	
Rango de detección	20 m ²
Voltaje	12VDC
Corriente	8mA
Tipo sensor	Diodo Fotoeléctrico infrarrojo
Contactos de salida	1NO, 1NC
Humedad-Temperatura	(-10-50°C)-(<95%HR)

4.1.6. Electroválvula del compresor

Esta electroválvula es empleada para la purga del compresor está compuesta por una válvula solenoide 4/2 es decir 4 vías 2 posiciones, normalmente cerrada, el control de esta electroválvula se realiza de manera manual o automática desde la interfaz gráfica del usuario SCADA, permitiendo la descarga del compresor por un tiempo máximo de un minuto (ver figura 11).

Figura 11. Electroválvula del compresor



Fuente: Autores

Características de la electroválvula:

Tabla 6. Características de la electroválvula

SMC VX3112	
Tipo	4 vías 2 posiciones
Presión	10Bar
Voltaje	110V

4.1.7. Tablero eléctrico de potencia

Este tablero cuenta con las siguientes características: un cofre de dimensiones 90 cm de alto, 80 cm de ancho y 30 cm de profundidad, (ver figura 12 y 13)

Figura 12. Tablero Eléctrico de Potencia



Fuente: Autores

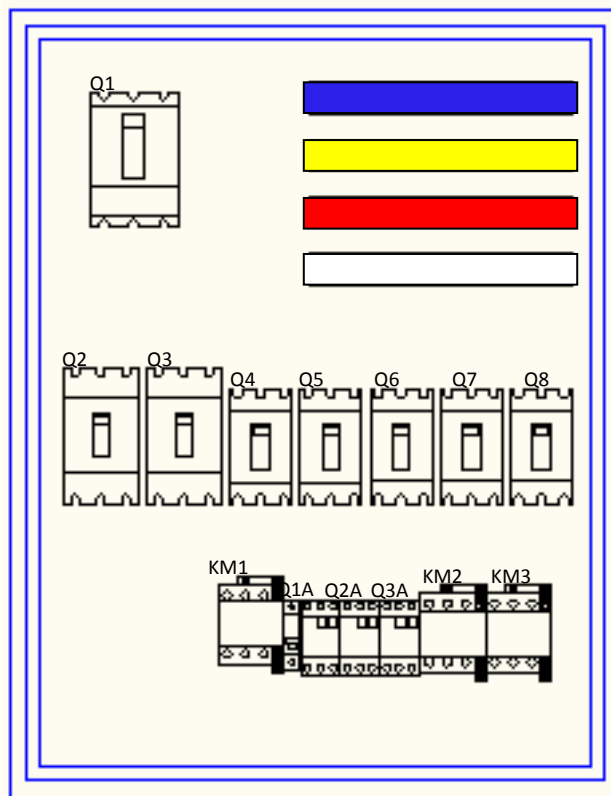
en su interior se encuentra instalada la acometida del sistema o barraje, equipos de protección y maniobra, para mantener el control total del laboratorio se manejan tensiones de 110VAC y 220VAC. Cabe resaltar que se realizaron arreglos en cuanto a la distribución y organización de los cables, así como el rotulado de los equipos existentes.

En la tabla se puede apreciar los equipos con los cuales cuenta:

Tabla 7. Elementos del tablero eléctrico de potencia

Equipo	Cantidad	Función	Nomenclatura
Totalizador	1	Protección contra sobrecargas, sobretensiones y cortocircuitos.	Q1
Interruptores Termomagnéticos trifásicos	7		Q2-Q8
Contactores	3	Maniobra de las maquinas CNC	KM1-KM3
Guardamotores	3	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos	Q1A-Q3A
Barraje	4	Acometida del sistema	En orden descendente: azul, amarillo, rojo y blanco

Figura 13. Plano tablero eléctrico de Potencia



Fuente: Autores

4.1.8. Fuente de Suministro Eléctrico (UPS)

La UPS es un equipo de almacenamiento de energía (110 voltios) y es encargado de brindarla en casos de ausencia de potencia (ver figura 14); en esta nueva fase seguimos implementándola como reserva del suministro de energía para los computadores por un tiempo de 2 horas, además cumple con la demanda de energía que se requiere para la utilización del lector biométrico (control de acceso) durante la ausencia de energía en un lapso de tiempo igual al anterior; de esta manera la UPS da soporte al subsistema de seguridad para la entrada de los usuarios al laboratorio cuando no se cuenta con el servicio de energía.

Figura14.Uninterruptible Power Supply(UPS)

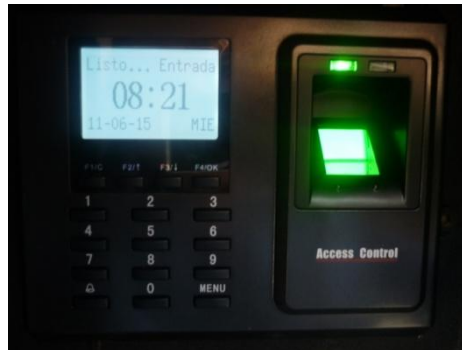


Fuente: Autores

4.2. EQUIPOS NUEVOS

4.2.1. Control de acceso

Figura 15. Control de Acceso administrador



Fuente: Autores

Es el encargado de la seguridad del laboratorio, permitiendo el ingreso del personal que ha sido previamente autorizado.

Si al lector biométrico se suma otro método de identificación como digitar una clave de acceso da como resultado un sistema de seguridad más confiable. Gracias a estas dos opciones de identificación se establece un orden de ingreso al laboratorio FMS, en el cual hay dos tipos de usuarios: el grupo administrador y el grupo usuarios. **Lector biométrico + clave de acceso.**

A continuación se presentan las características del control de acceso:

Tabla 8. Descripción del control de acceso

Control de acceso ZK Software F702-S	
Capacidad de huellas digitales	1500
Capacidad de registros	50000
Comunicaciones	TCP/IP, RS232, RS485

Control de acceso ZK Software F702-S	
Teclado y pantalla	LCD de 80 letras y signos; Teclado numérico
Fuente	12 V D.C.
Velocidad de identificación	2 segundos
Corriente	10 A

- *Grupo administrador:* en este se encuentran el profesor de la materia y el auxiliar principal del laboratorio, este grupo es el encargado de registrar la huella o la clave de acceso para el personal autorizado a ingresar al laboratorio, haciendo uso del control de acceso.
- *Grupo usuarios:* acá se encuentran los estudiantes o personal que han sido debidamente registrados para ingresar a las instalaciones del laboratorio, su ingreso se da haciendo uso del lector biométrico.

El registro de salida de los usuarios del laboratorio se hacía de igual manera que el ingreso, digitando la clave de acceso en el módulo ubicado al lado de la puerta de ingreso al laboratorio, esto representaba incomodidad llevando al no registro de la salida por parte de los usuarios, ya sea por pereza, por falta de tiempo o simplemente por olvido.

Figura 16. Control de Acceso esclavo



Fuente: Autores

Para dar solución a este inconveniente se adecua, dentro del laboratorio, al lado de la puerta de salida un lector biométrico esclavo. Este lector biométrico evita que los usuarios marquen la salida ya estando por fuera del laboratorio y de esta manera se tiene un registro completo de quien entran, quien sale y la fecha exacta.

Tabla 9. Descripción del lector biométrico esclavo

Lector biométrico esclavo ZK Software SR-100	
Indicador LED de tres colores	Azul: modo normal Rojo: acceso denegado Verde: acceso permitido
Comunicación	RS232 y USB integrada con salida Wiegand.
Temperatura de funcionamiento	0 °C – 45 °C
Dimensiones: (HxWxT)	129 x 70 x 35mm
Humedad de funcionamiento	20% - 80%

4.2.2. Sensores de proximidad

Los sensores de proximidad se encontraban fallando por lo cual fue necesario adquirir dos, los cuales se instalaron en la puerta izquierda y derecha del gavetero (ver figura 17);

Figura 17. Sensores de Proximidad Inductivos



Fuente: Autores

estos enviarán una señal al controlador el cual informará el estado de la puerta emitiendo una señal sonora en este caso se escuchará una grabación la cual informa al usuario que debe cerrar el gavetero. Cuentan con las siguientes características:

Tabla 10. Características del sensor de proximidad

Sensor de proximidad GSI CS02	
Tipo	Inductivo NA
Distancia máxima	1 pulgada
Voltaje	250V
Corriente	5 ^a

4.2.3. Tablero eléctrico de control

Este tablero fue diseñado con el fin de mantener una estructura más completa del Sistema Domótico (ver figura 18), cuenta con las siguientes características: un cofre de dimensiones 140 cm de alto, 90 cm de ancho y 30 cm de profundidad, teniendo en cuenta el espacio se instalaron los siguientes equipos nuevos y se trasladaron los interruptores monofásicos y bifásicos del tablero de potencia para generar mayor espacio (ver tabla.11), manteniendo una estructura organizacional soportada por canaletas, borneras y rotulación de los mismos. Adicionalmente en el tablero de control se manejan tensiones de 12 VDC, 24VDC, 110VAC y 220VAC.

Figura 18. Tablero Eléctrico de Control



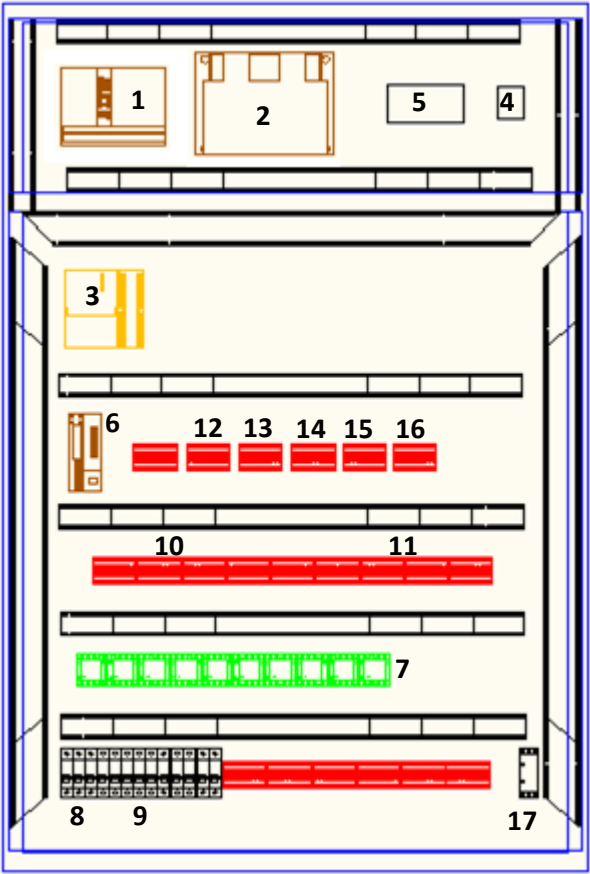
Fuente: Autores

Tabla 11.Elementos del tablero eléctrico de control

Equipo	Cantidad	Función	Nomenclatura en el tablero	Nomenclatura en el dibujo
Sitop	1	Respalda la alimentación del PLC a 24 VDC		1
Batería de respaldo	1			2
PLC CPU 315F-2 PN/DP	1	Controlar el laboratorio		3
Control remoto para la apertura de puerta	1			4

Equipo	Cantidad	Función	Nomenclatura en el tablero	Nomenclatura en el dibujo
Switch	1	Distribuidor de red		5
Módulo SAI	1			6
Relés de control	10	Maniobrar los equipos	K1-K10	7
Interruptores Termomagnéticos bifásicos	2	Protección contra sobrecargas, sobre temperaturas y cortocircuitos	F1 y F3	8
Interruptores Termomagnéticos monofásicos	6		F2, F4-F9	9
Borneras de entrada	32	Organizar las señales manipuladas		10
Borneras de salida	32			11
Borneras de 24VDC +	6			12
Borneras de 24VDC -	6			13
Tierra	6	Organizar las señales manipuladas		14
Borneras de 12VDC +	6			15
Borneras de 12VDC -	6			16
vigilante de tensión	1	Protección contra sobrecargas	FR1	17

Figura 19. Plano tablero eléctrico de control



Fuente: Autores

Después de instalar el tablero de control y hacer las modificaciones en el tablero de potencia fue necesario realizar una tabla específica la cual permite identificar los circuitos y equipos a controlar (sensores, maquinas CNC, gabinete, etc.) por parte del personal del laboratorio, quedando así:

Tabla 12. Distribución de los equipos por subsistema

CIRCUITO A CONTROLAR	ELEMENTOS QUE LO COMPONEN	NOMENCLATURA
Sistema de aire acondicionado		
	Interruptor termomagnético	Q3

CIRCUITO A CONTROLAR	ELEMENTOS QUE LO COMPONENTEN	NOMENCLATURA
	Relé	K1
Centro de Torneado		
	Interruptor termomagnético	Q4
	Contactor	KM2
	Guardamotor	Q1A
	Relé	K4
Centro de mecanizado		
	Interruptor termomagnético	Q5
	Contactor	KM3
	Guardamotor	Q2A
	Relé	K3
Sistema de aire comprimido		
	Interruptor termomagnético	Q6
	Contactor	KM1
	Guardamotor	Q3A
	Relé Encendido	K5
	Relé Purga	K6
	Relé presostato	K10
Control licuadora		
	Interruptor termomagnético	
	Relé	K2
Control de acceso		
	Interruptor termomagnético	
	Relé	K7
Sistema eléctrico		
	Interruptor termomagnético	F3-F4
	Relé luces	K8
	Interruptor termomagnético	F5-F6
	Relé computadores	K9
UPS		

CIRCUITO A CONTROLAR	ELEMENTOS QUE LO COMPONENTEN	NOMENCLATURA
	Interruptor termomagnético	F7
Protección automática		
	Interruptor termomagnético	F8-F9

4.2.4. Controlador lógico programable o PLC

El anterior Sistema Domótico contaba con un PLC S7-300 de la gama media de Siemens en ese caso una 314IFM para el manejo de tareas de automatización de relativa complejidad, su bajo recurso de memoria era limitado (32Kb) por lo que fue necesario en esta actualización del Sistema Domótico implementar una automática 315F-2 PN/DP (ver figura 20) y debido a que seguía cumpliendo con su estructura modular, la PS (fuente de alimentación de 24V DC) fue reemplazada por una fuente de alimentación y respaldo SITOP de 24V DC, lo cual permite no solo alimentar el API, si no a su vez energizar los demás equipos que trabajan con 24 VDC. Este controlador cuenta con un modulo de 16 entradas y 16 salidas digitales, también posee un puerto RJ 45 para establecer comunicación PROFINET, de esta manera se enlazara de manera apropiada a la red industrial.

Figura 20. Autómata Programable



Fuente: Autores

Tabla 13. Datos Técnicos del Autómata SIEMENS 315F-2 PN/DP

UNIDAD DE PROCESO CENTRAL	CPU 315F-2 PN/DP
Paquete de Programa	STEP 7
Tensión de entrada	24V DC.
Corriente Consumida	650 mA.
MEMORIA	
Integrada	256 Kbyte (Programa y datos)
Ampliable	NO
Carga	Micro Memory Card Max. 8 Mbyte
Numero de Bloques	1024
Tipos de bloques	DB,FB,FC,OB
TIEMPOS DE EJECUCIÓN	
Operación de Bits	0.1 μ s
Operación de palabras	0.2 μ s
Operación aritmética	(2-3) μ s
Contadores	256
Temporizadores	256
Marcas	2048 Kbyte
CANALES	
Entradas digitales	16384
Centralizadas	1024 Max.
Salidas Digitales	16384
Centralizadas	1024 Max.
Entradas Analógicas	1024
Centralizadas	256 Max.
Salidas Analógicas	1024
Centralizadas	256 Max.
CONFIGURACION HARDWARE	
Bastidores	4 Max.
Módulos por Batidor	8
Reloj en tiempo real	SI
Interfaz	RS 485 (Integrada) PROFINET (Ethernet)
Dimensiones (alto*ancho*profundidad) mm	80*125*130
Peso	460

4.2.5. Panel operador

Con el fin de establecer la Interfaz Hombre Maquina HMI y no sobrecargar el Sistema SCADA, de una amplia gama de paneles operadores se seleccionó pantalla táctil OP177b 6" color PN/DP, el cual se instaló en el tablero eléctrico de control y permite al administrador o auxiliar del laboratorio hacer un control y supervisión de todos los recursos del mismo. Para la programación de esta pantalla fue necesario utilizar el software WinCC flexible y Step 7 (ver figura 21).

Figura 21. Pantalla Touch



Fuente: Autores

Tabla 14. Características del panel operador OP177b 6"

PANEL OPERADOR OP177B 6"	
Tensión nominal	24 V DC.
Consumo Típico	Aprox. 300 mA.
Fusible Interno	Electrónico
Peso	800 g
Unidad de entrada	Pantalla táctil analógica
Memoria de aplicación	2 MB.
PANTALLA	

PANEL OPERADOR OP177B 6"	
Tipo	LCD-STN
Resolución	X 240 Tipos de imagen
Colores representables	256

4.2.6. SITOP 6EP1336-3BA00

En esta nueva fase se adecua un módulo o fuente de alimentación a 24V-DC (SITOP), se caracteriza por su fiabilidad, funcionalidad. Cuenta con una batería de respaldo, en caso tal que el laboratorio no tenga suministro de energía, la batería proporciona 24V-DC al autómata por un periodo de 8 horas aproximadamente. Junto a la SITOP trabaja un modulo regulador de voltaje de 24V-DC, para suministrar siempre este valor al autómata sin problemas de altas tensiones y a la vez protege contra caídas de fases al sistema eléctrico alimentado por la SITOP (ver figura 22).

Figura 22. Módulo de Alimentación a 24V (SITOP)



Fuente: Autores

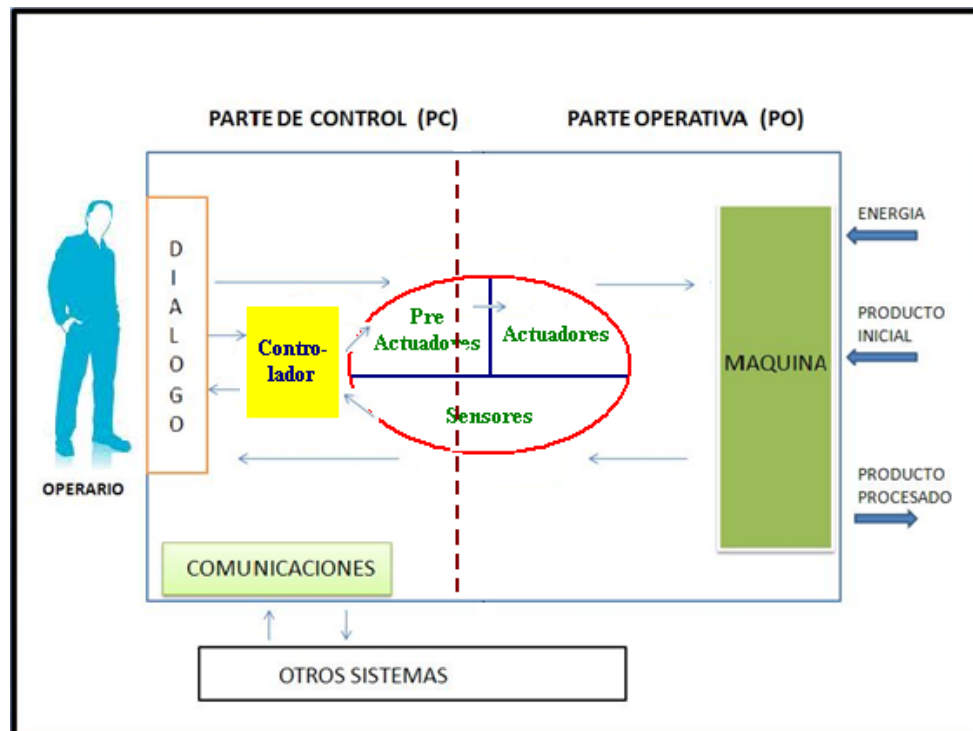
Tabla 15. Características de la Sitop 6EP1336-3BA00

SITOP 6EP1336-3BA00	
Voltaje de entrada	120/230 V
Frecuencia	50/60 Hz
Corriente de entrada	7.7/3.5 A
Voltaje de salida	24 V
Corriente de salida	20 A
Dimensiones mm (alto*ancho*profundidad)	160/125/125

5. IMPLEMENTACION DEL SOFTWARE PARA EL SISTEMA SCADA

Desde siempre el hombre ha querido tener un control directo, sobre los elementos (máquinas) que comprenden los procesos (sistemas) diseñados por él mismo (ver figura 23); desde una simple válvula, que gobierna el caudal de fluido que pasa por ésta, hasta el más complejo proceso, como el sistema automático de un avión. Con ayuda de los microprocesadores (controladores) los cuales han permitido aplicar dicho control a la máquina que queremos, por medio de un diálogo directo con el sistema, como lo muestra la siguiente figura.

Figura 23. Partes de un Sistema Automatizado



Fuente: "Autómatas Programables" Autor. Josep Balcells.

A medida que se emplean estos controladores, obliga al operario a tener mayor y nuevos conocimientos de éstos, si se quiere aprovechar al máximo sus aplicaciones. Por esto es que se conto con un paquete software para el desarrollo

del **control** de nuestro sistema, en este caso el Laboratorio FMS, y aprovechando las ventajas que nos ofrece, como la **supervisión** de los eventos ocurridos dentro del laboratorio en tiempo real.

Para el desarrollo de la parte software del Sistema SCADA de este proyecto, se hizo uso del software **Administrador Simatic (Step 7) v5.4**, para la programación de todos los eventos ocurridos dentro del Laboratorio FMS como: permisos de operación por horarios de las maquinas CNC, control sobre el confort del laboratorio, alarmas y avisos entre otros. **WinCC flexible 2008**, para la programación y diseño de la Interfaz Hombre Maquina (HMI) en la pantalla táctil y **WinCC explorer v7.0** para diseñar la nueva interfaz gráfica del SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos), los tres programas son de SIEMENS. Las razones por las cuales se hizo uso de estos programas son:

- Ya se tenía la experiencia de su implementación en el anterior sistema con resultados satisfactorios, su compatibilidad con los controladores de la misma casa fabricante
- La facilidad y confiabilidad que ofrece para enviar y recibir datos desde y hacia el controlador, su programación orientada al control, supervisión, registro de eventos y adquisición de datos de los diferentes subsistemas.

Esto permitió programar y diseñar en las interfaces gráficas ventanas y menús desplegables con diferentes iconos que le permitan al usuario o administrador manipular el Sistema SCADA dependiendo de los privilegios con los que cuente.

5.1. INTERFAZ HOMBRE MAQUINA (HMI)

La Interfaz **HMI** es el **diálogo directo entre el usuario y el sistema**(local), en pocas palabras es el lazo conector entre el operador y la máquina, ésta puede ser

representada simbólicamente como un puente, ya que actúa como vía de comunicación entre las instrucciones del operador y el sistema automatizado. En nuestro caso se busca que la Interfaz HMI proporcione un entorno visual sencillo para permitir la interacción de datos los usuarios autorizados del laboratorio y el Sistema Domótico, siempre teniendo en cuenta la gran importancia que juega el entorno gráfico, dado la gran cantidad de información que se intercambia entre los usuarios y el sistema.

El software WinCC Flexible ayuda a constituir el entorno de desarrollo y diseño de Siemens en el marco de los HMI para visualización y control de forma local del producto.

Sus características más importantes se pueden resumir en:

- La programación de los paneles operador, para una representación gráfica del proceso.
- El montaje y funcionalidad del software, es completamente compatible con paneles operador de cualquier gama.
- Los paneles operador se pueden conectar a Profinet a través del puerto Ethernet.

5.1.1. Entorno Grafico del HMI

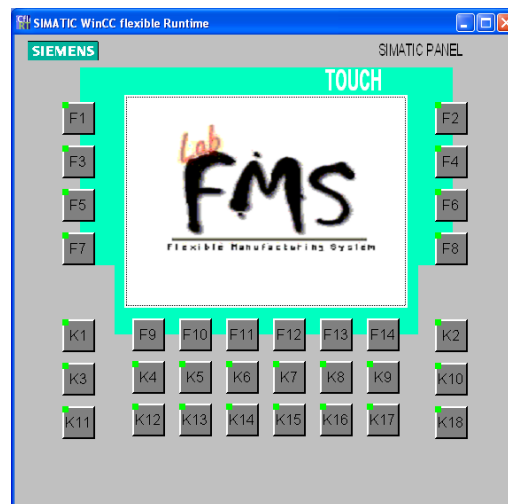
El panel operador OP177B 6" se encuentra ubicado en la puerta del tablero eléctrico de control. Desde éste es posible hacer un monitoreo y control de los diferentes subsistemas del Sistema Domótico del Laboratorio FMS, también establecer los horarios de operación para el Centro de Mecanizado y el Centro de Torneado.

El panel operador se compone de diversas teclas en la parte inferior de la pantalla, las cuales se pueden programar dependiendo de las necesidades, además de

esto al ser una pantalla táctil se programaron varias teclas, las cuales me permiten hacer control del Sistema SCADA.

Una vez iniciando el control remoto desde la pantalla táctil, encontraremos las siguientes imágenes.

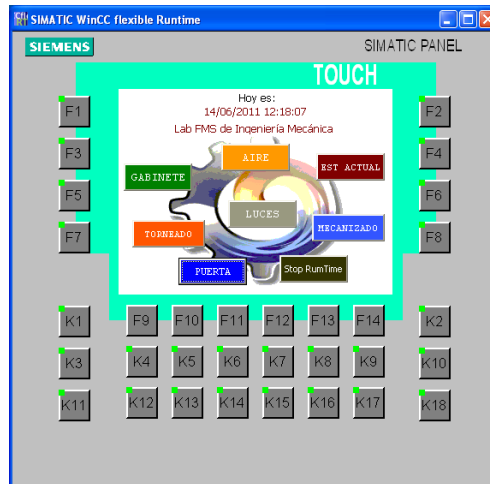
Figura 24. Pantalla Inicial del HMI



Fuente: Autores

En el momento que el operador pulse sobre la pantalla, visualizara una siguiente imagen, para podrá tener acceso sobre el **control** de los subsistemas.

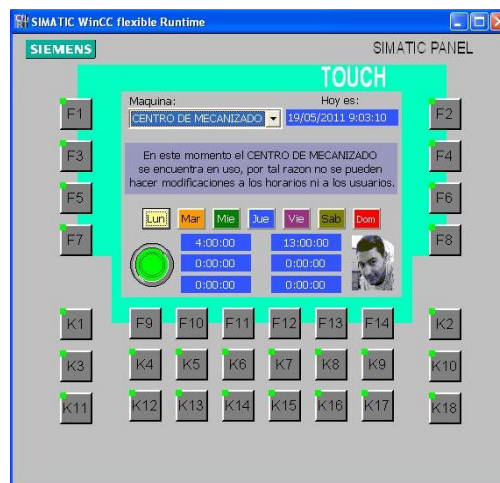
Figura 25. Selección de Recursos



Fuente: Autores

Sobre esta imagen el usuario podrá seleccionar cualquiera de las opciones que le ofrece, como prender o apagar el aire acondicionado y luces, abrir la puerta principal y del armario, y lo más relevante de esta pantalla; la autorización por horarios para la operación de los Centro de Mecanizado y Centro de Torneado (el usuario encontrara las mismas características que en el Sistema SCADA).

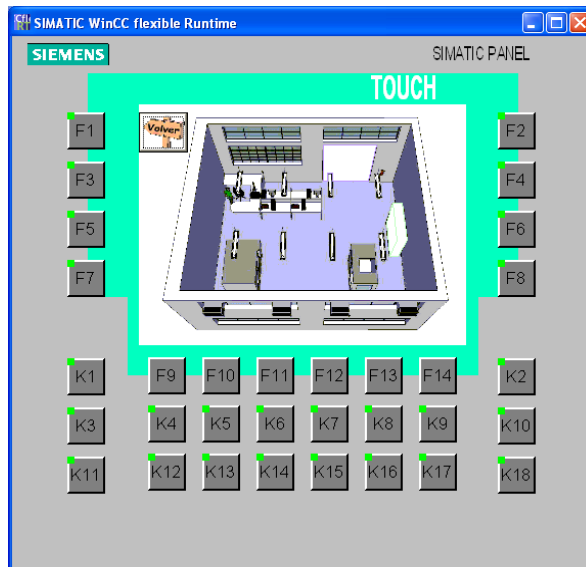
Figura 26. Imagen de Operación del CM



Fuente: Autores

También podemos observar el estado actual en tiempo real del Laboratorio FMS de los diferentes eventos asociados a la pantalla táctil (**supervisión**).

Figura 27. Estado actual del Laboratorio FMS



Fuente: Autores

5.2. PLATAFORMA SISTEMA SCADA

Un **Sistema SCADA** aparte de permitir **supervisar y controlar** variables de proceso a distancia (remoto), proporciona comunicación con los dispositivos de campo para ejercer control sobre el proceso en forma automática en tiempo real.

El paquete de software WinCC constituye el entorno de desarrollo y diseño de Siemens en el marco de los Sistemas SCADA para visualización y control de la producción.

Sus características más importantes se pueden resumir en¹:

- Arquitectura de desarrollo abierta (programación en C).
- Soporte de tecnologías Active X.
- Comunicación con otras aplicaciones vía OPC.
- Comunicación sencilla mediante drivers (código que implementa el protocolo de comunicaciones con un determinado equipo inteligente) implementados.
- Programación online: no es necesario detener el Runtime del desarrollo para poder actualizar las modificaciones en el programa.

5.2.1. Interfaz gráfica de usuario SCADA

Conservando el mismo patrón de una interfaz gráfica de usuario fácil de entender y manejar, el diseño de la actual interfaz se orienta al uso de ventanas y menús de selección, permitiendo navegar de forma cómoda a través de las funciones que ofrece el sistema.

A continuación se describen de forma general las ventanas que componen la interfaz gráfica del Sistema Domótico.

Una vez iniciado el Sistema SCADA se aprecia la siguiente imagen:

¹Práctica 7. Entornos SCADA. Introducción a WinCC http://gpds.uv.es/sid/SID_practica7.pdf

Figura 28. Entorno inicial

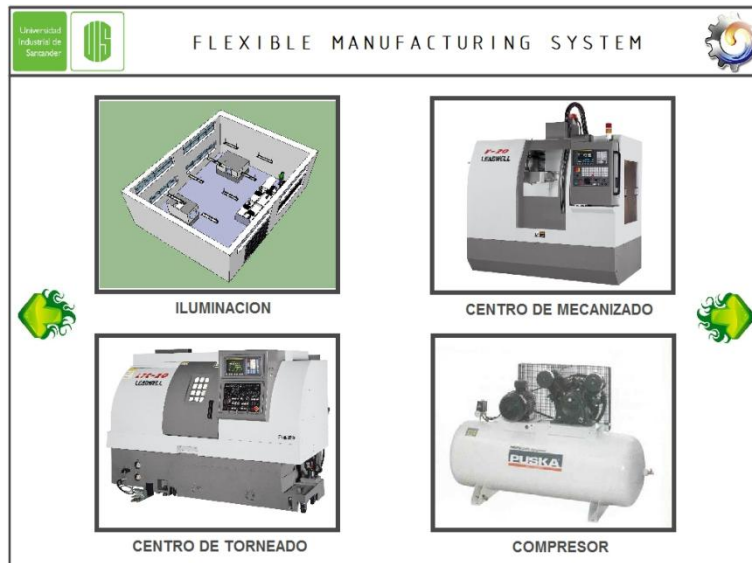


Fuente: Autores

Después de esto se muestra una ventana en la cual se da la opción de hacer uso de diversos recursos con los que cuenta el laboratorio. Debido a que todos los recursos no pudieron ser establecidos en una sola ventana se organizan en dos, comunicándose estas a través de flechas ubicadas en las laterales de la pantalla.

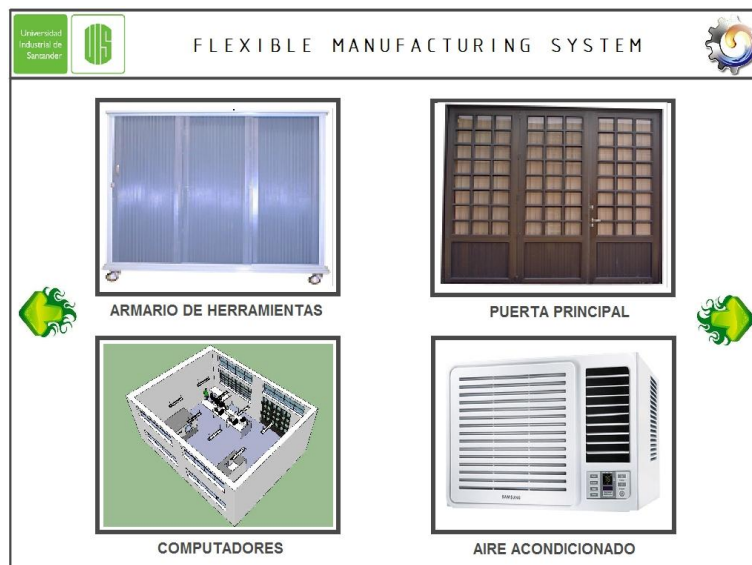
En la primera ventanase encuentran los siguientes equipos o recursos, representados por imágenes, susceptibles de ser controlados o manipulados: Iluminación, Centro de Mecanizado (CM), Centro de Torneado (CT) y Compresor. Mientras en la segunda ventana se encuentran los siguientes recursos o equipos: Armario de Herramientas, Puerta Principal, Computadores y Aire Acondicionado.

Figura 29. Ventana principal1



Fuente: Autores

Figura 30. Ventana principal2



Fuente: Autores

Al estar ubicados en cualquiera de las dos ventanas principales y dar click sobre la cualquier imagen, es posible ingresar a las ventanas en la cual se controlan los distintos recursos.

En todas las ventanas de los diferentes recursos, ubicamos en la parte inferior del recuadro el uso de diferentes iconos, con el fin de hacer uso de estas funciones cada que sea requerido.



Iniciar sesión: Al clickear este icono se permite el acceso a una sub-ventana, la cual permite al usuario registrarse y dar inicio a su sesión para de esta forma hacer uso de los equipos y recursos del laboratorio.

USUARIO:

En este espacio aparece el nombre del usuario el cual se encuentra actualmente con la sesión activa.



Acusar alarmas: Este icono permite el acceso a la sub-ventana reconocimiento de alarmas y avisos, la cual tiene como función dar aviso de las alarmas, además de brindar la opción de mantener abierta cualquiera de las puertas del gabinete o la principal por más del tiempo del autorizado, haciendo click sobre la opción que se requiera.



Usuarios: A través de este icono se accede a la sub-ventana Modificar y Registrar usuarios. El administrador es el único que puede hacer uso de las

funciones que brinda está sub-ventana dado que en esta se puede agregar, editar o eliminar los usuarios registrados en el laboratorio y revisar el registro de usuarios dentro de la sala.



Alarmas: En este icono podemos observar un registro de las diferentes alarmas mencionadas en el capítulo 3 sección 3.7, programadas en el Laboratorio FMS.



Horarios: Por medio de este icono se accede a la sub-ventana Horarios en la cual se puede ver el registro de ingreso al laboratorio, además de quien y en qué momento ha hecho uso de las maquinas CNC. El acceso a esta sub-ventana solo es permitido al usuario administrador.



Este icono es usado para regresar a las ventanas principales.



Salir: Está sub-venta brinda las opciones: detener la runtime de WinCC, Salir de Windows, apagar el PC y reiniciar el PC.

Como conclusión de estas dos sección anteriores se menciona el uso de dos “tipos” de WinCC, el WinCC flexible 2008 y el WinCC explorerv7.0 la diferencia entre estos dos software está en que el WinCC Explorer v7.0 se orienta a resolver las necesidades de visualización entre el cliente y el servidor de forma remota (SCADA), es decir sistemas de gran envergadura, mientras el WinCC Flexible es orientado a programación de paneles HMI (Human Machine Interface) para un monitoreo de forma local (Directamente con el sistema).

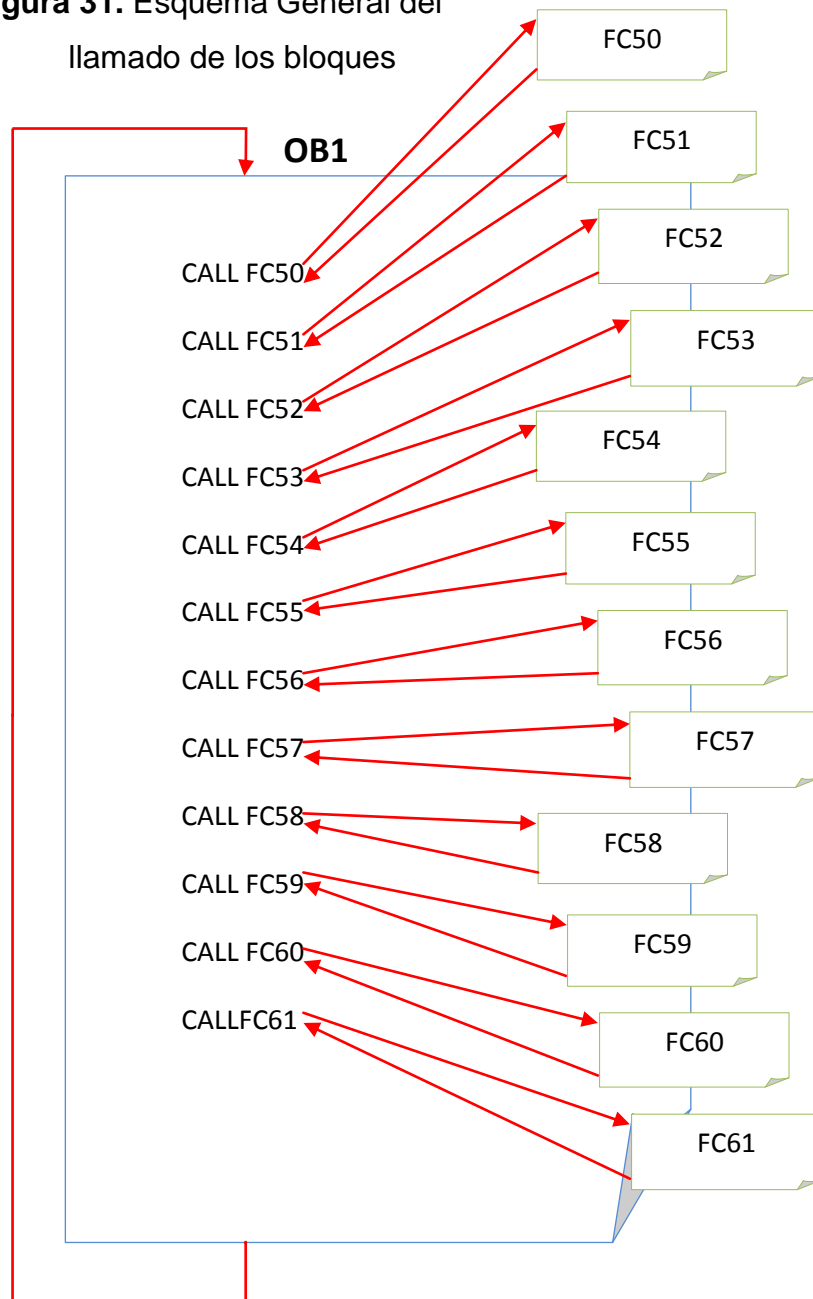
6. DISEÑO Y PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DOMÓTICO PARA EL LABORATORIO FMS DE INGENIERÍA MECÁNICA

Como se mencionó, para el desarrollo de esta nueva fase del Sistema Domótico del Laboratorio FMS, se desarrolló la programación de cada uno de los eventos del Laboratorio FMS, con una versión más reciente del Administrador Simatic Step 7, por otra parte se diseñó y también se programó la interfaz del Sistema SCADA y HMI con otras versiones del WinCC Explorer y WinCC Flexible correspondientemente. A continuación explicaremos la relación de variables entre los tres software y así tener una mayor claridad para el siguiente capítulo.

6.1. ADMINISTRADOR SIMATIC STEP 7

En el momento de la programación del Administrador Simatic Step 7, se separó los recursos del laboratorio como: las alarmas de intrusión o de presencia de humo en el laboratorio y avisos de la hora de apagado de las máquinas CNC, entre otras, en bloques llamados *bloquesfunciones* (**FCs**), para tener un orden y en el momento de ejecutar cada recurso ó evento, el autómatas no demore mucho tiempo y agote memoria en la ejecución de los mismos, estos bloques funciones hacen uso de algunos *bloques de datos* (**DBs**) de tipo Globales, los cuales cualquier FC u otro OB puede guardar o leer información en formato *Bool* o *Word* y también se creó un *bloque de organización* **OB1**, el cual es el encargado de llamar de forma incondicional todos los bloques funciones y bloques de datos cuando son requeridos, para ejecución de las acciones. A continuación se explicará el esquema de llamados de los diferentes FCs y el uso de los DBs cuando son requeridos.

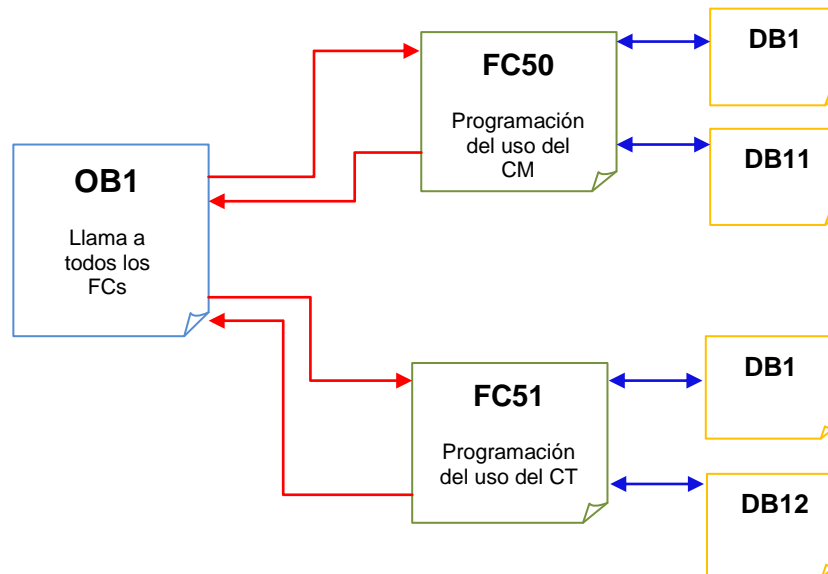
Figura 31. Esquema General del llamado de los bloques



Fuente: Autores

OB1: Es el bloque principal del programa, es el encargado de ejecutar de forma cíclica el llamado de las funciones, para el desarrollo del Sistema Domótico.

Figura 32. Esquema de bloques de los horarios del CM y CT



Fuente: Autores

FC50:En este bloque función se programó todos los días de la semana para el uso del Centro de Mecanizado, capturando del DB11 la información respecto al día y a las franjas de horarios para compararlas con el día y la hora actual del autómeta, las cuales se encuentran en el DB1, autorizando luego su uso.

DB1: Este bloque almacena en formato DATE AND TIME,el registro de la fecha del autómeta para cada día de la semana, para ser referente al momento de otorgar el permiso del uso del Centro de Mecanizado.

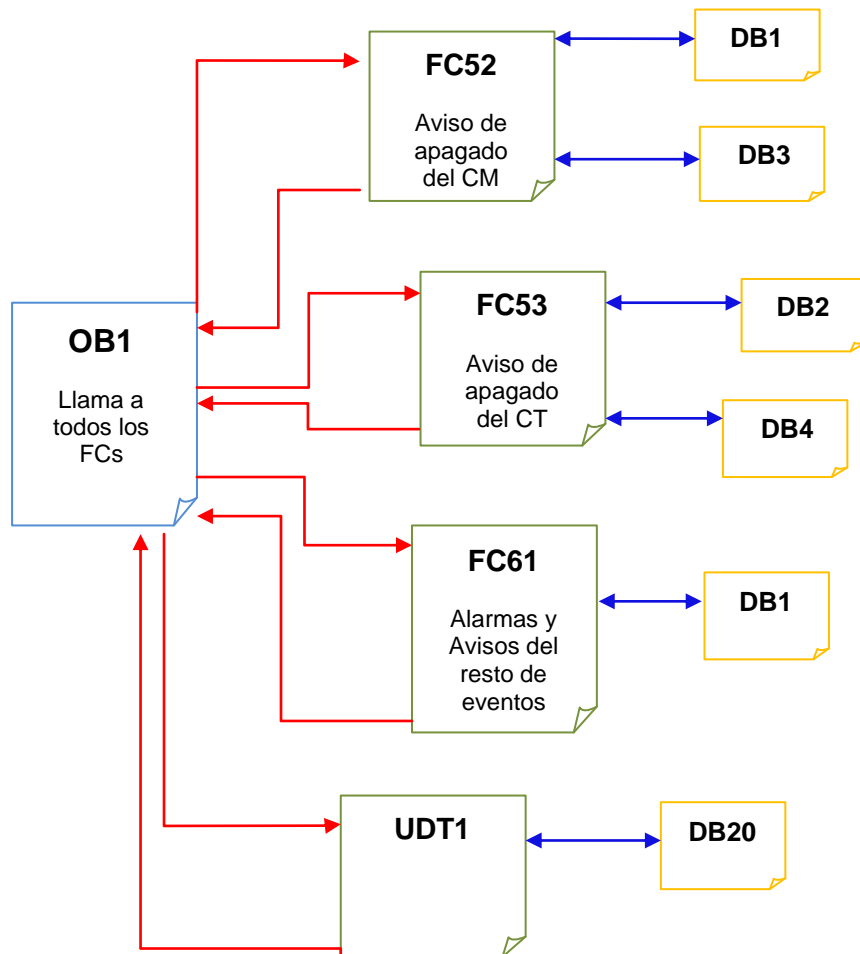
DB11: Este bloque almacena en formato DATE AND TIME el registro de tres franjas diferentes de horarios para cada día de la semana, con el fin de brindar una mayor flexibilidad al momento del uso del CM.

FC51:En este bloque función se programó todos los días de la semana para el uso del Centro de Torneado, capturando del DB12 la información respecto al día y a

las franjas de horarios para compararlas con el día y la hora actual del autómata, las cuales se encuentran en el DB1, autorizando luego su uso.

DB12: Este bloque almacena en formato DATE AND TIME, el registro de tres franjas diferentes de horarios para cada día de la semana, con el fin de brindar una mayor flexibilidad al momento de hacer uso del CT.

Figura 33. Esquema de bloques de alarmas y avisos



Fuente: Autores

FC52: En este bloque se programaron los avisos de apagado del Centro de Mecanizado, restándole 5 minutos a la hora de finalización en las tres franjas de

horarios y guardando esta información en el DB4, para luego activar una alerta del apagado próximo de la máquina.

DB3: Este bloque desvincula del formato DATE AND TIME, el registro de la hora para el aviso de finalización del Centro de Mecanizado para las tres franjas de horarios, en formato TIME OF DAY.

FC53: En este bloque se programaron los avisos de apagado del Centro de Torneado, restándole 5 minutos a la hora de finalización en las tres franjas de horarios y guardando esta información en el DB4, para luego activar una alerta del apagado próximo de la máquina.

DB2: al igual que el bloque DB1, este bloque almacena en formato DATE AND TIME, el registro de la fecha del autómata para cada día de la semana, pero este es para ser referente al momento de otorgar el permiso del uso del Centro de Torneado.

DB4: Este bloque desvincula del formato DATE AND TIME el registro de la hora para el aviso de finalización del Centro de Torneado para las tres franjas de horarios, en formato TIME OF DAY.

FC61: En este bloque se programó, la acusación de alarmas y avisos para algunos casos en los que se requiere que algunas de estas no se activen conforme a su programación, tomando los registros del DB1 y así saber la fecha y hora exacta en la que ocurrió cada alarma activa.

UDT1: Este bloque llamado *tipode datos de usuarios* consiste en una agrupación combinada de datos, para definir otra estructura de datos asociándolo a un DB, es decir, sirve como plantilla con los parámetros de fecha, hora y evento para definir

una nueva estructura en un DB específico y así crear una base de datos con los eventos de alarmas y avisos del laboratorio.

DB20: En este bloque se almacena las variables de activación de cada una de las alarmas y avisos, con la estructura idéntica del UDT asociado, quedando bloqueado para futuras modificaciones

Figura 34. Esquema de bloques de los demás recursos



Fuente: Autores

FC54: Este bloque se encarga de la ejecución de los permisos de uso de las Luces.

FC55: Este bloque se encarga de la ejecución de los permisos de uso del Aire Acondicionado.

FC56: Este bloque se encarga de la ejecución de los permisos de uso del Compresor.

FC57:Este bloque se encarga de la ejecución de los permisos de uso de la Puerta Principal.

FC58:Este bloque se encarga de la ejecución de los permisos de uso de los Computadores.

FC59:Este bloque se encarga de la ejecución de los permisos de uso de la Puerta del Armario.

FC60:Este bloque se encarga de la ejecución de las Alarmas y Avisos de otros eventos, como:la activación del aviso de la puerta principal por mantenerse más de 30 segundos abierta, la activación de la alarma por presencia de humo dentro del laboratorio, entre otras.

SFC0:Esta función se encuentra integrada al autómata, ajustando la fecha y la hora de la CPU para luego ser comparada y publicada.

SFC1:Esta función también se encuentra integrada al autómata, lee la fecha/hora de la CPU, para ser publicada en la pantalla touch.

6.2. WINCC FLEXIBLE

Tabla 16.Tabla de Variables en el WinCC Flexible

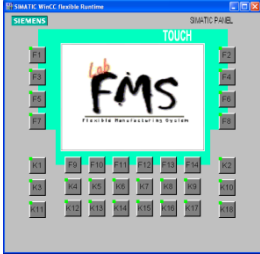
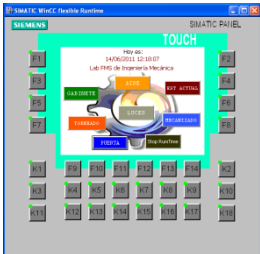

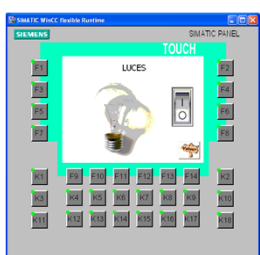
IMAGEN	VARIABLES ASOCIADAS	BLOQUES ASOCIADOS
	Por medio de una Variable de Interna de Proceso se comunica a la imagen de selección de recursos del laboratorio, al momento de pulsar sobre esta imagen.	
	Cada botón de recursos tiene asociado una Variable Interna, las cuales al momento de ser pulsadas, los comunicara a las imágenes correspondientes.	
	El botón para prender y apagar el Aire Acondicionado está relacionado a la variable <i>MAN_AIRE M132.3</i> del Step7, guardando el evento actual y activando la variable <i>AIRE_ON A124.0</i> , la cual me habilita el Aire Acondicionado	FC55
	En esta imagen, el manejo de las Luces se hace por medio de un Switch, relacionándolo con la variable <i>MAN_LUCES M132.0</i> , para luego activar las Luces por medio de la variable de salida <i>LUCES_ON A124.7</i> .	FC54

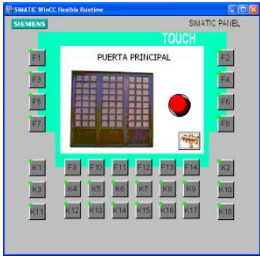
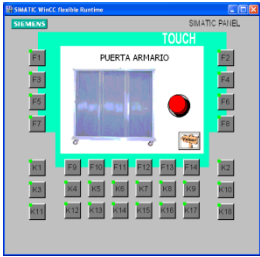
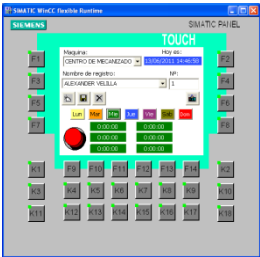
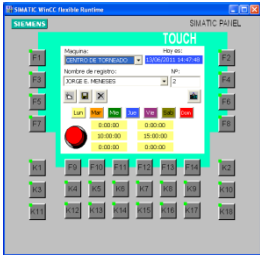
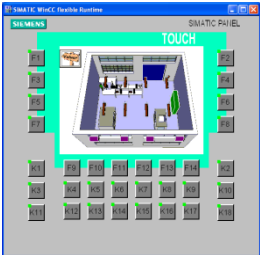
IMAGEN	VARIABLES ASOCIADAS	BLOQUES ASOCIADOS
	<p>La Puerta Principal se maneja por medio de un pulsador, al momento de oprimirlo se activa la marca <i>MAN_PUERTA M133.5</i>, la cual se acciona por 3 segundos el motor que abre la puerta, luego se activan las señales <i>SENSOR_PPRINCIPAL E125.0</i> y <i>ELECTROIMAN_PUERTA A125.1</i> obligando a oprimir de nuevo el pulsador para abrir la puerta.</p>	<p>FC57</p>
	<p>Lo mismo ocurre con la Puerta del Armario, se maneja por medio de un pulsador activando la marca <i>MAN_ARMARIO M134.4</i>, pero esta desenergiza por 10 segundos el electroimán para poder abrir la puerta, luego de cerrarla se activan las señales <i>SENSOR_PARMARIO E124.6</i> y <i>ARMARIO_OPEN A125.2</i> obligando a oprimir de nuevo el pulsador para abrir la puerta.</p>	<p>FC59</p>
	<p>La operación del Centro de Mecanizado se hace por medio de tres franjas de horarios</p> <p><i>lunes_encender_cm</i> <i>lunes_apagar_cm</i> <i>lunes2_encender_cm</i> <i>lunes2_apagar_cm</i> <i>lunes3_encender_cm</i> <i>lunes3_apagar_cm</i> y así para cada día de la semana</p> <p>guardando la información de cada franja y luego por medio del botón rojo se activa la marca <i>ENCENDER_CM M48.7</i>, la cual me mantiene por el tiempo suministrado por el usuario-administrador la máquina prendida activando la señal <i>CM A124.2</i></p>	<p>FC50, FC52, FC56 DB1, DB3</p>

IMAGEN	VARIABLES ASOCIADAS	BLOQUES ASOCIADOS
	<p>La operación del Centro de Torneado se hace por medio de tres franjas de horarios</p> <p>LUNES_ENCENDER_CT LUNES_APAGAR_CT LUNES2_ENCENDER_CT LUNES2_APAGAR_CT LUNES3_ENCENDER_CT LUNES3_APAGAR_CT y así para cada día de la semana</p> <p>guardando la información de cada franja y luego por medio del botón rojo se activa la marca <i>ENCENDER_CT M58.7</i>, la cual me mantiene por el tiempo suministrado por el usuario-administrador la máquina prendida activando la señal <i>CT A124.3</i></p>	<p>FC51, FC53 DB2, DB3</p>
	<p>Por medio de las diferentes marcas activas de los eventos registrados dentro del laboratorio, podemos observar el Estado Actual del mismo, asociando las variables a su respectivo recurso</p>	

6.3. WINCC EXPLORER

Tabla 17. Tabla de Variables en el WinCC Explorer



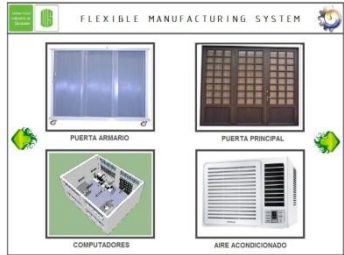

IMAGEN	VARIABLES ASOCIADAS	BLOQUES ASOCIADOS
	<p>Esta imagen tiene una Relación Interna con las imágenes de selección de recursos del laboratorio, por eso al momento de dar click sobre la imagen <i>Ventana Principal 1</i> se comunica a la imagen de selección de recursos del laboratorio,</p>	
	<p>En la Ventana Principal 1 se puede navegar entre los diferentes recursos que me presenta como: Iluminarias, Centro de Mecanizado, Centro de Torneado y Compresor, por medio de relaciones de imágenes, también las flechas tienen una relación interna para comunicar las dos Ventanas principales donde están todos los recursos del laboratorio</p>	
	<p>En la Ventana principal 2 también se puede navegar entre los recursos que me presenta esta, como. Puerta del Armario, Puerta Principal, Computadores y Aire Acondicionado, por medio de relaciones de imágenes respectivamente, las flechas tienen las mismas relaciones que las de la Ventana Principal 1, para poder comunicar los 2 Ventanas principales</p>	
	<p>La barra de herramientas que está en todas las ventanas de los recursos del laboratorio, manipula el registro de Usuarios por medio de una Variable Interna de Proceso llamada <i>Login_Usuario</i>, con ayuda de la Variable Interna</p>	<p>FC61→DB5, DB20 FC52 FC53</p>

IMAGEN	VARIABLES ASOCIADAS	BLOQUES ASOCIADOS
	<p><i>Usuario</i>, me guarda el nombre del usuario presente en el Sistema SCADA. También me guarda los registros de las activaciones de las diferentes alarmas programadas, para publicarlas en una Base de Datos de WinCC Explorer</p>	
	<p>En el recurso de Luces, se pueden manipular automáticamente por medio de la marca <i>AUT_LUCES M132.1</i> ó manualmente activando la marca <i>MAN_LUCES M132.0</i>, esto con el fin de prender las Luces del laboratorio con la señal de salida <i>LUCES_ON....A124.7</i></p>	FC54
	<p>El recurso del CM también se deja operar de forma automática <i>AUT_CM M60.3</i>, manual <i>MAN_CM M60.4</i> ó por la opción de horarios por medio de la Interfaz Hombre Maquina, activando el recuadro de manejo por horarios, la cual me activa la marca <i>OP_HOR_CM M60.1</i> y así activa la señal de salida del Centro de Mecanizado <i>CENTRO_MECANIZADO....A124.2</i></p>	FC50
	<p>El CT también tiene las mismas formas de operación, activando la casilla de automático se relaciona con la marca <i>AUT_CT M80.3</i>, activando la operación manual, relaciona la marca <i>MAN_CT M80.4</i> y escogiendo la operación por horarios activa la marca <i>OP_HOR_CT M80.1</i>, para al final dejar prender el Centro de Torneado por medio de la señal de salida <i>CENTRO_TORNEADO....A124.3</i></p>	FC51





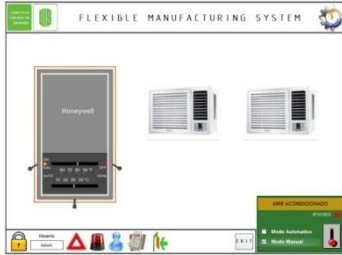
IMAGEN	VARIABLES ASOCIADAS	BLOQUES ASOCIADOS
	<p>El recurso del Compresor también se puede operar de forma automática y de forma manual, activando las casillas de operación las cuales activan las marcas <i>AUT_COMPRESOR M132.7</i> <i>MAN_COMPRESOR M132.6</i> respectivamente, a parte también se puede manipular la Purga del Compresor, por medio de un Switch, el cual activa la marca <i>PURGA M133.4</i> y acciona la señal de salida <i>PURGA_ON A124.5</i>, también tiene la opción de observar el estado del presostato por medio de la marca <i>PRESOSTATO M133.2</i> visualiza la presión mínima ó máxima que se encuentra el Compresor</p>	FC56
	<p>El botón que me permite abrir la Puerta del Armario se hace activando la marca <i>MAN_ARMARIO M134.4</i>, la que me permite des-energizar el electroimán, desactivando la señal <i>ARMARIO_OPEN A125.2</i></p>	FC59
	<p>Este recurso actúa muy similar a la puerta del armario, pero el botón que me permite abrir la Puerta Principal me activa la marca <i>MAN_PUERTA M133.5</i> desactivando la señal <i>ELECTROIMAN_PUERTA A125.1</i> y activando el motor para la apertura de la puerta por medio de la señal <i>PUERTA_OPEN A124.6</i></p>	FC57

IMAGEN	VARIABLES ASOCIADAS	BLOQUES ASOCIADOS
	<p>Al igual que las Luces, los Computadores también se pueden manipular automáticamente <i>AUT_COMP M134.2</i> ó manualmente <i>MAN_COMP M134.1</i>, activando la señal de salida <i>COMP_ON....M134.3</i></p>	FC58
	<p>Con el Aire Acondicionado sucede lo mismo, la manipulación automática esta vez es por medio de la marca <i>AUT_AIRE M132.4</i> y la manipulación manual es por medio de la marca <i>MAN_AIRE M132.3</i>, activando la señal <i>AIRE_ON....A124.0</i>, que es la que me activa el Aire Acondicionado</p>	FC55

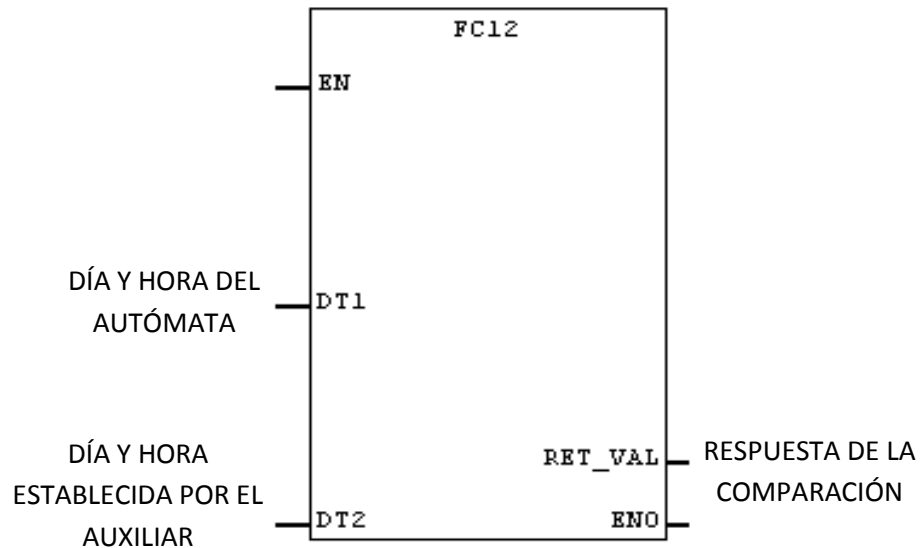
6.4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DEL FUNCIONAMIENTO DEL CM Y CT POR HORARIOS Y DE LAS ALARMAS

En esta sección se describe el llamado y ejecución de algunos bloques internos de programación, como el caso de la configuración y comparación de horarios, para el uso de las maquinas CNC, también la activación de las alarmas y la creación de la base de datos almacenando esta información, por último la creación de las alarmas sonaras y visuales.

Como fue descrito al principio de esta capítulo, en los bloques funciones **FC50** y **FC51**, se programaron los horarios de prender y apagar el Centro de Mecanizado y Centro de Torneado respectivamente, con ayuda de unos bloques internos, llamados desde la librería del Administrador Simatic Step 7, como:

- Bloque FC12, el cual **compara** si existe una relación "**mayor que ó igual que**" entre los valores de dos variables en formato DATE_AND_TIME y da el resultado de la comparación en formato BOOLEANO.

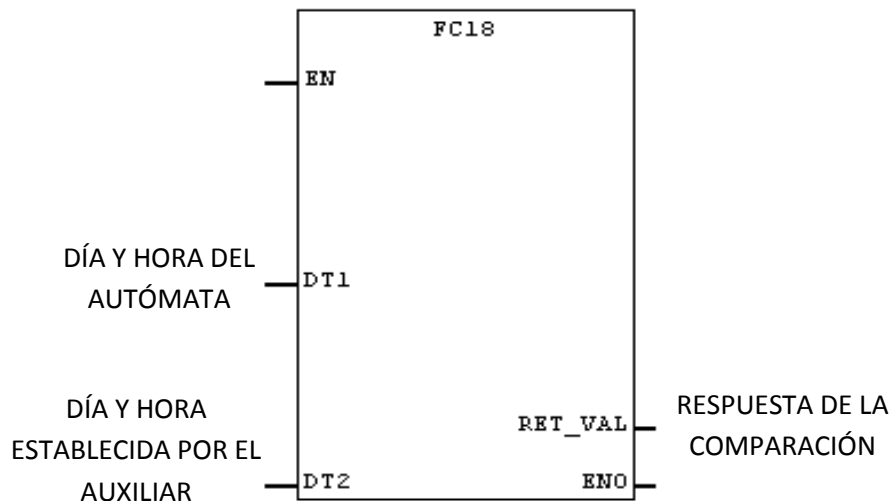
Figura 35.Bloque Función FC12



Fuente: Autores

- Bloque FC18, el cual **compara** si existe una relación "**menor que ó igual que**" entre los valores de dos variables en formato DATE_AND_TIME y da el resultado de la comparación en formato BOOLEANO.

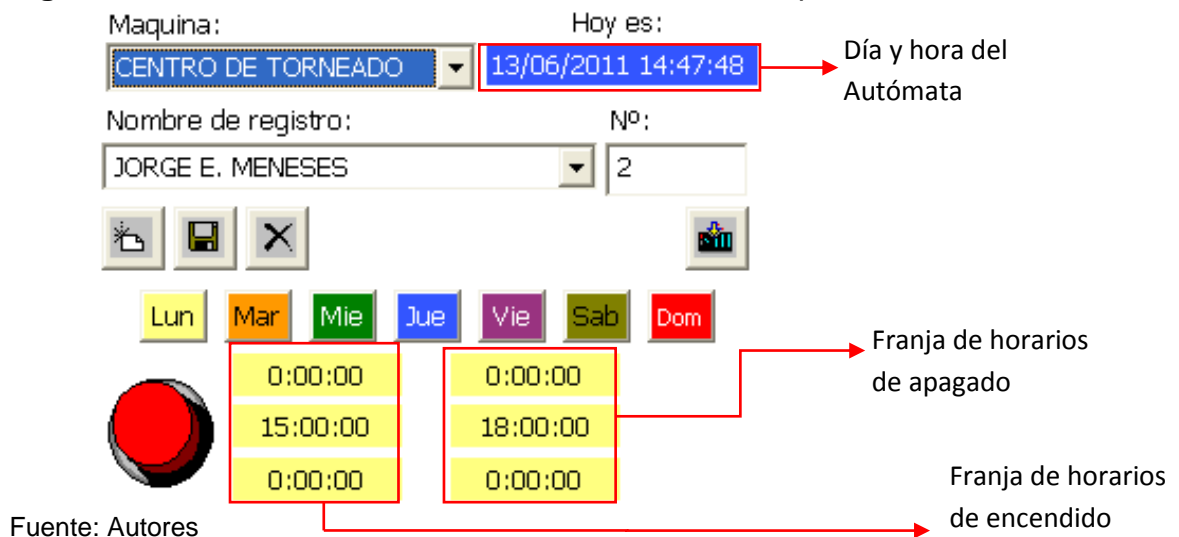
Figura 36. Bloque Función FC18



Fuente: Autores

Al momento en que el auxiliar del laboratorio establezca una hora de encendido en cualquiera de las dos máquinas CNC, a través de la Interfaz Hombre Máquina, el programa hace uso del bloque **FC12** comparando el día y hora del autómata con el día y hora establecida por el auxiliar y apenas esta comparación cumpla con los requerimientos del bloque, permitirá el encendido de la máquina CNC.

Figura 37. Franjas de horarios de operación de las maquinas



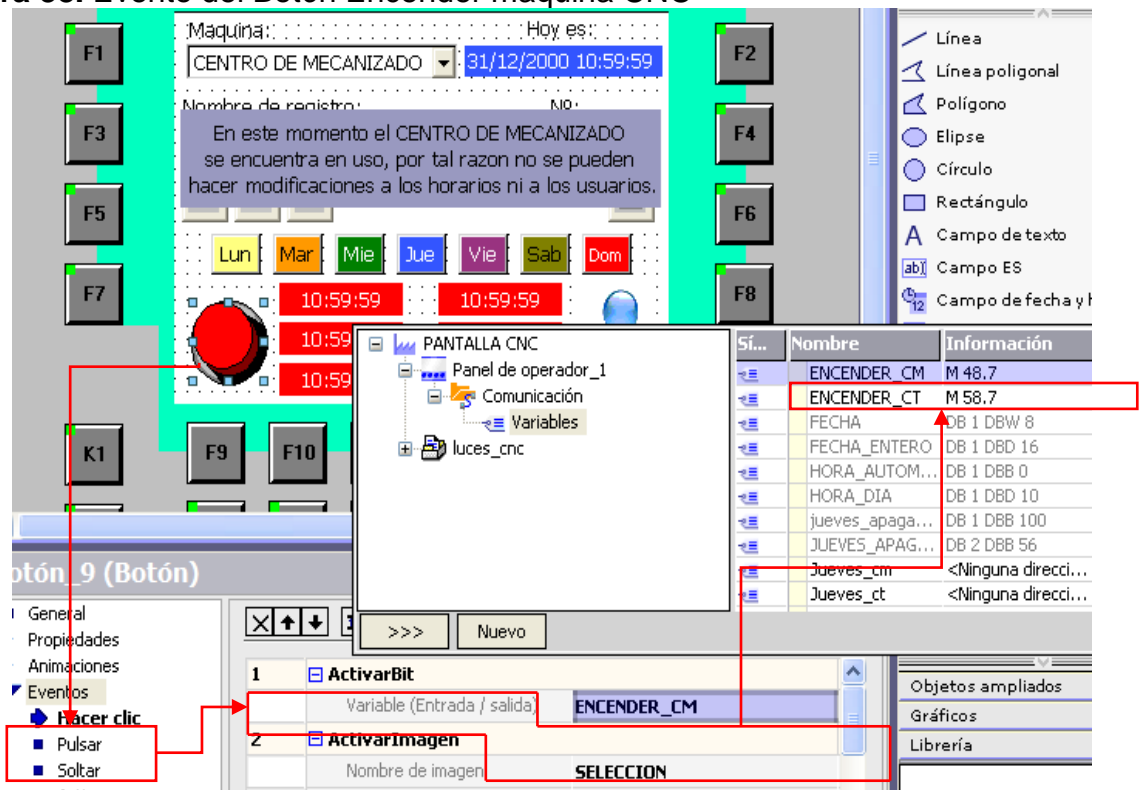
Fuente: Autores

De la misma manera ocurre cuando el auxiliar establezca la hora de apagado en cualquiera de las dos máquinas CNC, pero esta vez hace uso del bloque **FC18** realizando la comparación correspondiente, apenas se cumpla la comparación las máquinas se apagaran al instante.

Este proceso se hace cada vez que se cambie el horario de operación en cualesquiera de las máquinas CNC, para cualquier día de la semana y para cualquier horario del día.

Tan pronto en que la hora del autómatas sea igual ó mayor a la hora de encendido del centro de mecanizado, establecida por el auxiliar, se puede hacer uso de ésta oprimiendo el botón rojo, el cual tiene una programación previa en el WinCC Flexible guardando la acción en una Marca específica.

Figura 38. Evento del Botón Encender maquina CNC



Fuente: Paquete software WinCC flexible

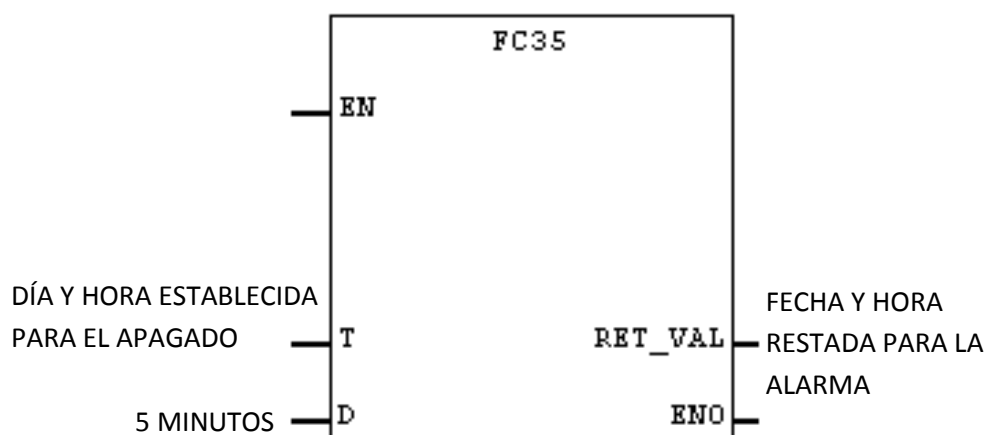
Automáticamente el programa recorre una vez más el bloque función FC50 si se quiere hacer uso del CM ó FC51 si se quiere hacer uso del CT, para hallar la variable relacionada a este botón y comparar si hay relación entre las dos variables.

La programación de cada botón e imagen se hace de la misma manera, relacionando las variables del WinCC Flexible con su respectiva variable del Administrador Simatic Step 7.

Se ha establecido una alarma 5 minutos antes del apagado de los centros de torneado o mecanizado, con el fin de dar un tiempo suficiente a los estudiantes de finalizar el uso de éstos. Estas alarmas también fueron programadas en dos bloques funciones, **FC52** para las alarmas del Centro de Mecanizado y **FC53** para las alarmas del Centro de Torneado, en estos bloques también se utilizaron otros bloques internos como:

- Bloque FC35, el cual **resta** un intervalo (formato TIME) de una hora (formato DT) y da como resultado una hora nueva (formato DT).

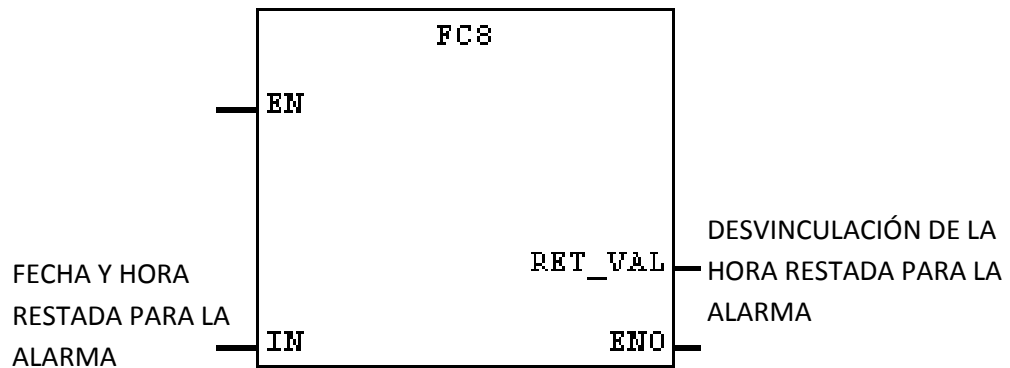
Figura 39. Bloque Función FC35



Fuente: Autores

- Bloque FC8, el cual **desvincula** el formato de datos TIME_OF_DAY del formato DATE_AND_TIME.

Figura 40. Bloque Función FC8



Fuente: Autores

Tan pronto el auxiliar establezca la hora de apagado en cualquiera de las máquinas CNC, el bloque **FC35** realiza una operación en la cual resta cinco minutos a dicha hora, después de realizar esta operación el bloque **FC8** se encarga de separar la hora del formato Date_and_Time, para luego hacer la comparación entre la hora restada con la hora del autómata y así ejecutar por cinco minutos la alarma visual (la licuadora) de apagado de las máquinas.

Figura 41. Hora de Activación de la Alarma

Maquina: CENTRO DE TORNEADO Hoy es: 13/06/2011 17:55:00 → CINCO MINUTOS ANTES DEL APAGADO DE LA MAQUINA

En este momento el CENTRO DE TORNEADO se encuentra en uso, por tal razon no se pueden hacer modificaciones a los horarios ni a los usuarios.

	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sab	Dom
	0:00:00				0:00:00		
	15:00:00				18:00:00		
	0:00:00				0:00:00		

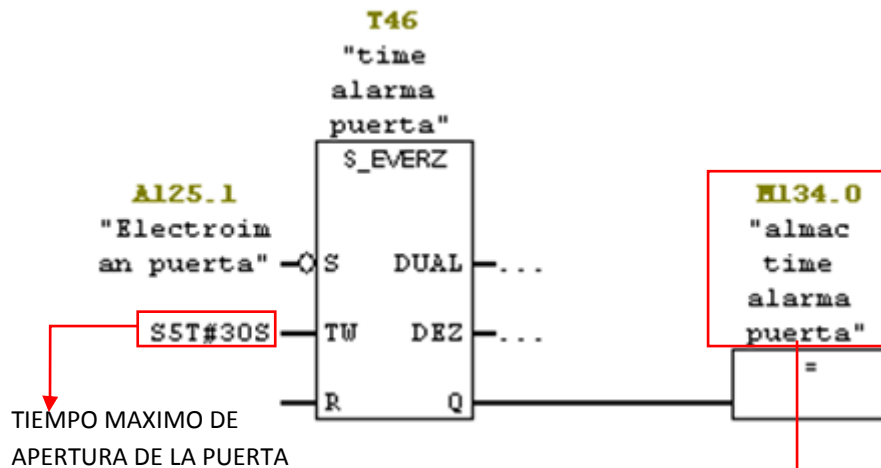
→ HORA DEL APAGADO DE LA MAQUINA

Fuente: Autores

Este proceso se hace cada vez que se cumpla el horario de operación en cualquiera de las maquinas CNC, para cualquier día de la semana y para cualquier horario del día.

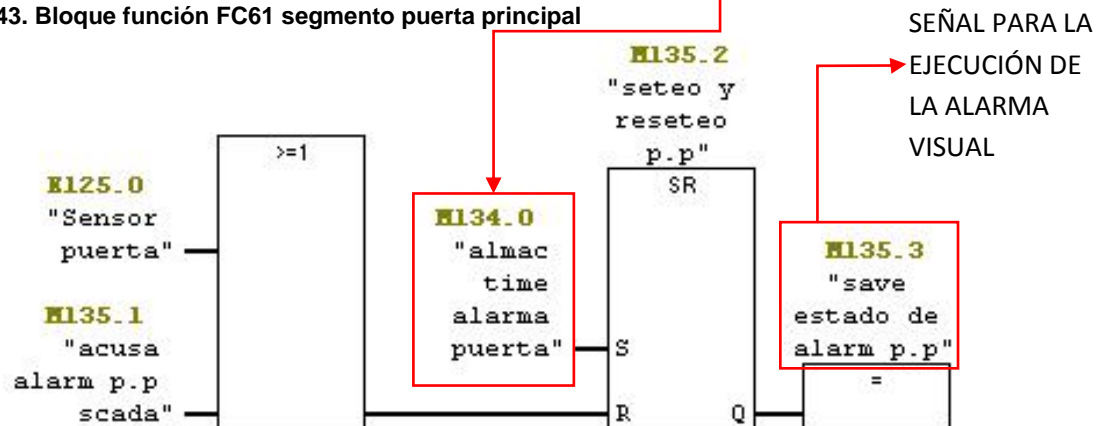
Cada vez que se activa una alarma o aviso en el laboratorio se crea un listado, publicando las veces que se han generado cada una de ellas. En el bloque función **FC61** está la programación de generación de las alarmas y avisos, en el bloque función **FC57** está la programación de los eventos ocurridos con la puerta principal, como la apertura de la misma y el tiempo máximo que puede durar abierta, antes de que se active una alarma visual, apenas se cumpla el tiempo máximo de poder estar la puerta principal abierta, se guarda este dato en una marca en el bloque función **FC57** y después el bloque función **FC61** llama el dato guardado anteriormente y genera la señal que ejecuta la acción de alarma visual.

Figura 42. Bloque función FC57 segmento tiempo de alarma



Fuente: Autores

Figura 43. Bloque función FC61 segmento puerta principal



Fuente: Autores

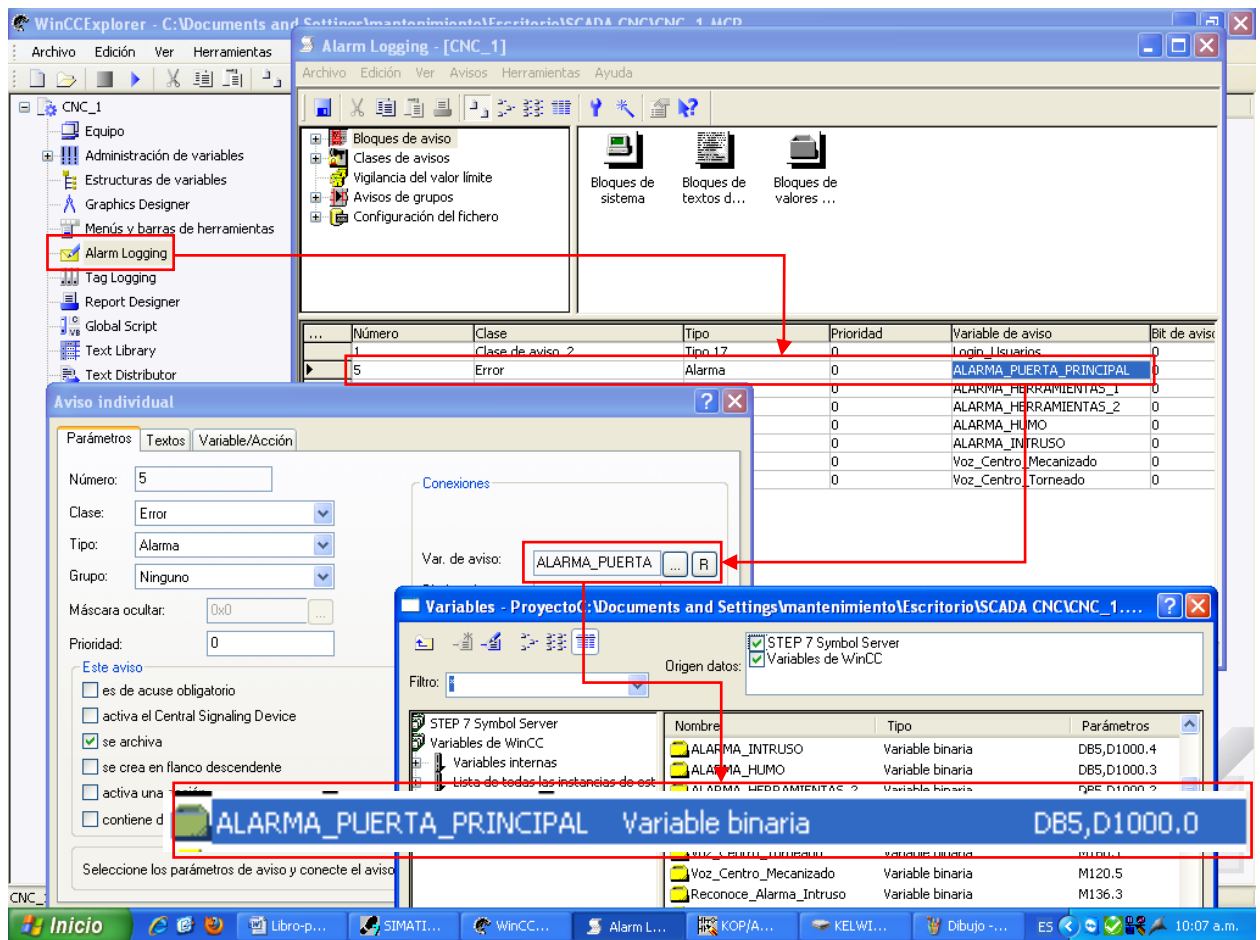
Una vez generada la señal de la alarma, se podrá visualizar desde el Sistema SCADA una base de datos haciendo una configuración previa.

El código está programado de tal forma, que llegado el momento en que se active alguna de las marcas generadoras de alarmas visuales, también se almacene esta información en un *Bloque de Datos*, estos bloques permiten depositar, conservar y

gestionar información en constante desarrollo con mayor orden. En el bloque de datos **DB5** se encuentra almacenada dicha información.

Por medio de la opción *AlarmLogging* del WinCC Explorer, se configuran las clases de eventos que se desea publicar en la base de datos, tomando la información del bloque de datos DB5, el cual envía los eventos en tiempo real.

Figura 44. Proceso de relación de alarmas en AlarmLogging



Fuente: Paquete software WinCC explorer

De esta manera se relacionan las variables de alarmas programados en el Administrador Simatic Step 7, para generar una base de datos en el Sistema SCADA, con las veces que cada una de ellas ha sido activada.

Otra clase de evento que se puede publicar en la base de datos, asociando su configuración como una alarma, sin necesidad de que sea una como tal, es el evento de registro de entradas y salidas de los usuarios al Sistema SCADA, la configuración de estos eventos se divide en dos etapas. La primera, en el AlarmLogging, muy similar a la anterior pero con la diferencia que utiliza una variable interna de proceso llamada *Login Usuarios*. La segunda, en la opción *Global Script*, también de WinCC Explorer, en esta sección se programa en C la variable interna de proceso, configurando en que momentos se activa y así el programa toma esta información y publica en la base de datos el nombre del usuario, fecha y hora de registro, duración de permanencia en el Sistema SCADA.

Figura 45. Código C de Usuarios.pas

```
#include "apdefap.h"

int gscAction( void )
{
// WINCC:TAGNAME_SECTION_START
// syntax: #define TagNameInAction "DMTagName"
// next TagID : 1
// WINCC:TAGNAME_SECTION_END

// WINCC:PICNAME_SECTION_START
// syntax: #define PicNameInAction "PictureName"
// next PicID : 1
// WINCC:PICNAME_SECTION_END

#pragma code ("Kernel32.dll")
void Sleep(int a);
#pragma code()

char usuario[40];

strcpy(usuario,GetTagChar("@CurrentUser"));

if (strlen(usuario)!=0)
{
SetTagChar("Usuario",usuario);
Sleep(1000);
SetTagBit("Login_Usuarios",TRUE);
}
else
{
SetTagBit("Login_Usuarios",FALSE);
}
}
```

Fuente: Autores

En la anterior Figura, se programó el registro del evento de cuando entra o sale un usuario del Sistema SCADA.

Figura 46. Código C de login

```
void login()
{
#pragma code("useadmin.dll")
#include "PWRT_api.h"
#pragma code()

long usuario;
usuario=strcmp(GetTagCharWait("@CurrentUser"), "");
if(usuario)
{
PWRTLogout();
}
else
{
PWRTLogin('c');
}
}
```

Fuente: Autores

Para tener certeza de quien está utilizando el Sistema SCADA, en un momento dado se programó, como se ve en la Figura anterior, un recuadro mostrando el nombre del usuario actual.

Figura 47. Código C de registro_eventos.pas

```
#include "apdefap.h"

int gscAction( void )
{
    FILE *A=NULL;
    int hor,min,seg,ms;
    int evento,fecha,hora;

    fecha=GetTagDWord("Fecha_Evento");
    hora=GetTagDWord("Hora_Evento");
    hor=(hora/3600000);
    min=((((hora*1.0)/3600000.0)-hor)*60;
    seg((((((hora*1.0)/3600000.0)-hor)*60.0)-min)*60;
    ms((((((hora*1.0)/1000.0)-(hora/1000))*1000;
    evento=GetTagWord("Codigo_Evento");           //Return-Type: long int


    //WINCC:TAGNAME_SECTION_START
    // syntax: #define TagNameInAction "DMTagName"
    // next TagID : 1
    //WINCC:TAGNAME_SECTION_END

    //WINCC:PICNAME_SECTION_START
    // syntax: #define PicNameInAction "PictureName"
    // next PicID : 1
    //WINCC:PICNAME_SECTION_END

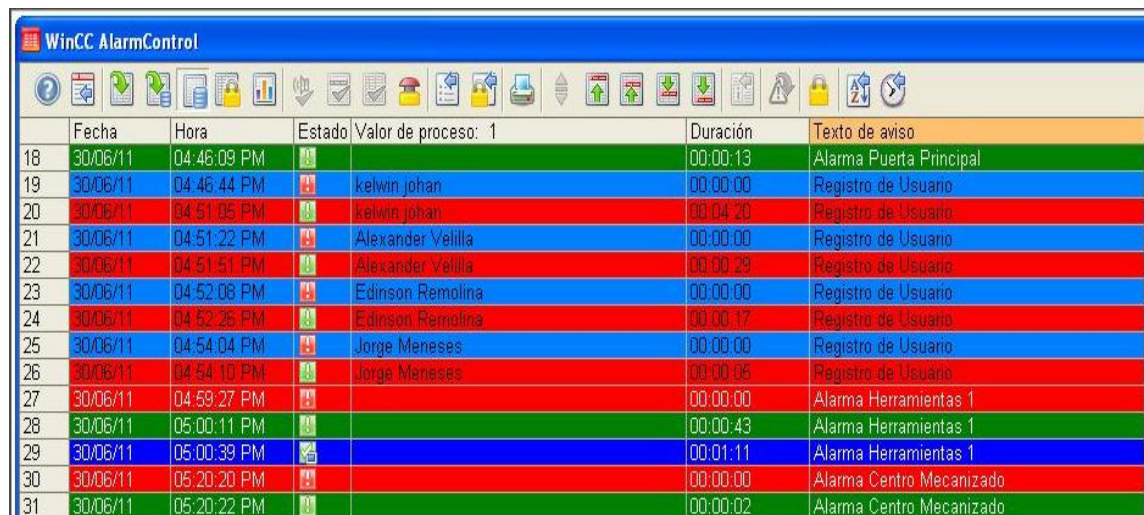
    return 0;
}
```

Fuente: Autores

A la hora de publicar cualquiera de las alarmas o avisos en la base de datos, se programó un código el cual extrae fecha y hora exactas del autómata para cualquiera de los eventos ocurridos mostrados en la base de datos, como se muestra en la Figura anterior.

Como resultado de las configuraciones de cada alarma, aviso ó evento, se genera una base de datos en tiempo real, con reportes actualizados de cada una de ellas,mostrando fecha, hora, estado y duración, entre otras propiedades, como se muestra a continuación.

Figura 48. Base de Datos de las alarmas y eventos



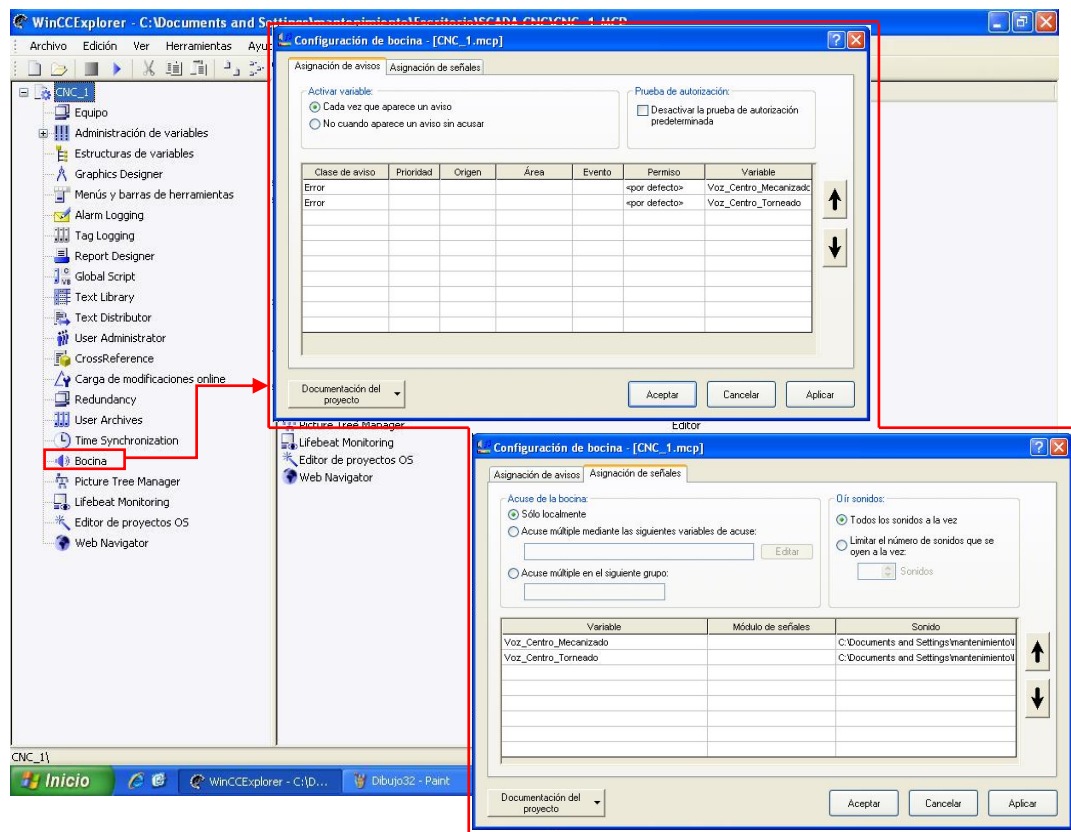
	Fecha	Hora	Estado	Valor de proceso: 1	Duración	Texto de aviso
18	30/06/11	04:46:09 PM			00:00:13	Alarma Puerta Principal
19	30/06/11	04:46:44 PM		kelwin johan	00:00:00	Registro de Usuario
20	30/06/11	04:51:05 PM		kelwin johan	00:04:20	Registro de Usuario
21	30/06/11	04:51:22 PM		Alexander Veilla	00:00:00	Registro de Usuario
22	30/06/11	04:51:51 PM		Alexander Veilla	00:00:29	Registro de Usuario
23	30/06/11	04:52:08 PM		Edinson Remolina	00:00:00	Registro de Usuario
24	30/06/11	04:52:26 PM		Edinson Remolina	00:00:17	Registro de Usuario
25	30/06/11	04:54:04 PM		Jorge Meneses	00:00:00	Registro de Usuario
26	30/06/11	04:54:10 PM		Jorge Meneses	00:00:06	Registro de Usuario
27	30/06/11	04:59:27 PM			00:00:00	Alarma Herramientas 1
28	30/06/11	05:00:11 PM			00:00:43	Alarma Herramientas 1
29	30/06/11	05:00:39 PM			00:01:11	Alarma Herramientas 1
30	30/06/11	05:20:20 PM			00:00:00	Alarma Centro Mecanizado
31	30/06/11	05:20:22 PM			00:00:02	Alarma Centro Mecanizado

Fuente: Autores

Por otro lado como soporte a los avisos de tiempo de finalización de los centros de mecanizado, se programó un aviso sonoro, con un mensaje recordando el tiempo que falta para apagarse la máquina que se encuentra activa en el momento, los mensajes son archivos de sonido en formato *.wav guardados en la carpeta que contiene el proyecto. Cabe aclarar que estos avisos sonoros funcionaran solamente si el Sistema SCADA está en operación, de lo contrario se activara un aviso luminoso con ayuda de una licuadora, la cual también le recordara que el tiempo de apagado de las máquinas están próximos.

La programación de estos mensajes se hizo en la opción llamada *Bocina*, también de WinCC Explorer, como se muestra a continuación.

Figura 49. Programación de los avisos sonoros para las maquinas CNC



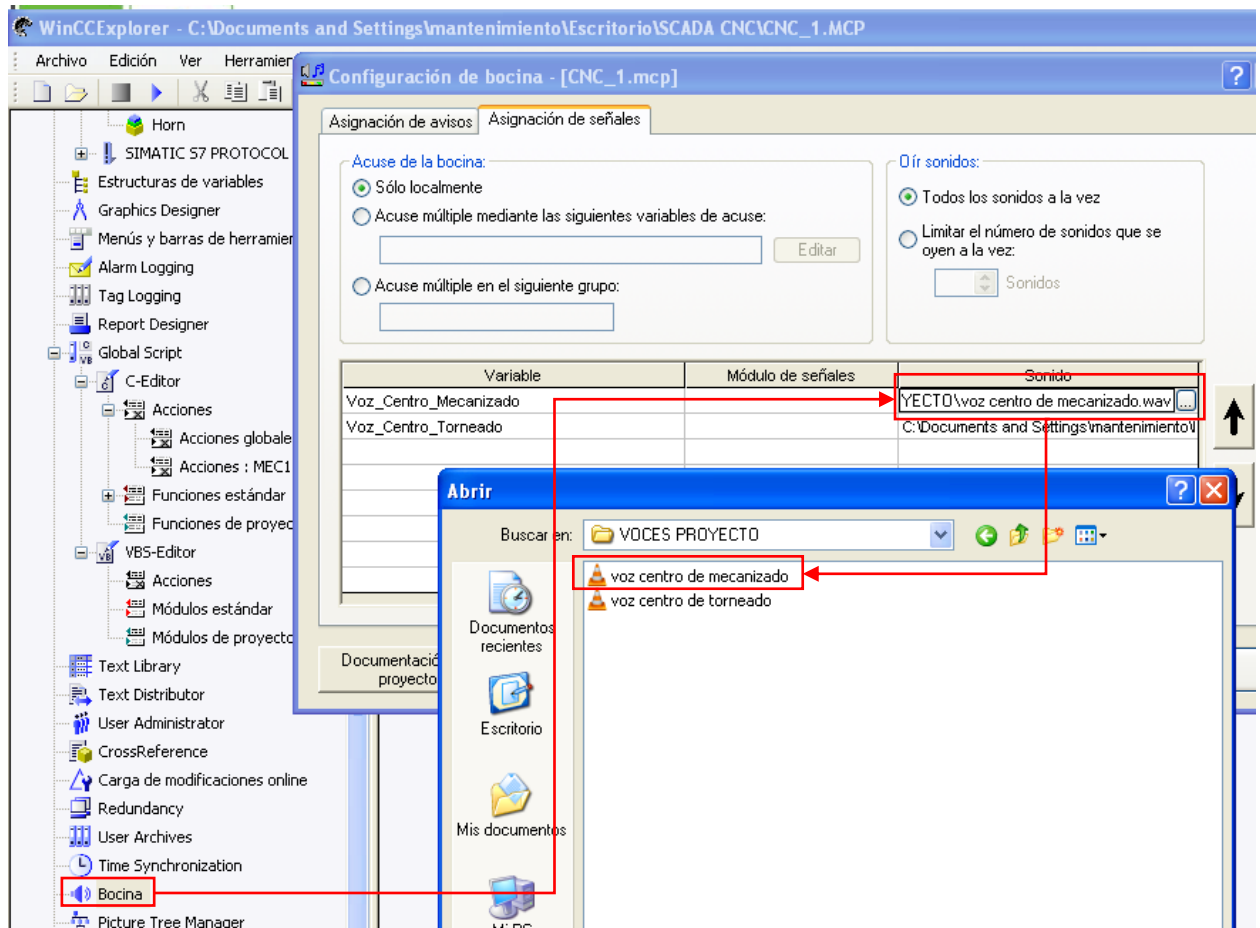
Fuente: Paquete software WinCC explorer

Recordando el proceso, de restar los cinco minutos a la hora de finalización de cualquiera de las máquinas CNC para el aviso de apagado, la sección Configuración de Bocina se relaciona con las variables de los bloques función FC52 y FC53 (ver Figura 34 y 35), para ejecutar una voz de aviso, al instante en el cual se activa la marca de salida del bloque FC8, quien guarda la hora de los cinco minutos antes de apagarse la maquina activa.

Para la configuración de cómo llamar las grabaciones de los avisos, en la pestaña Asignación de Señales de Configuración de Bocina, se asigna a una variable la

dirección del archivo *.wav que se desea reproducir al momento en que se active la variable, como se muestra a continuación.

Figura 50. Configuración del aviso sonoro para el CM



Fuente: Paquete software WinCC explorer

7. GUIA DE OPERACIÓN PARA EL USUARIO DEL SISTEMA SCADA DEL LABORATORIO FMS

Antes de comprender el manejo de la interfaz grafica de usuario cabe mencionar de manera simple la forma en que se comunican el control de acceso, el panel operador y la interfaz desde el computador, con el controlador maestro S7-300. El primer paso fue la configuración de las conexiones, donde se establecen las direcciones IP y posición de la CPU del autómatas S7-300 en el bastidor, para garantizar la comunicación entre ellos.

Como segundo paso se establecen y se definen cuales fueron las variables de comunicación o las variables con las cuales se van a controlar los diferentes eventos del Laboratorio FMS de la escuela de Ingeniería Mecánica.

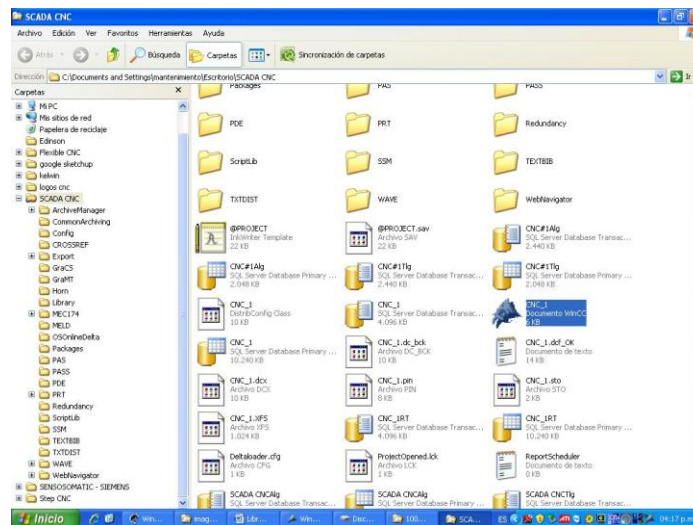
Ahora mostraremos al lector una breve guía de cómo usar el Sistema SCADA de forma sencilla y entendible.

7.1. MANEJO DEL SISTEMA SCADA.

La ejecución del proyecto desde WinCC Explorer está configurada para que arranque automáticamente, por medio de una aplicación de WinCC llamada AutoStart. Dado el caso que no se ejecute el proyecto automáticamente o se para el Runtime, hay una forma de volver a ejecutar el proyecto.

Primero se debe abrir el proyecto, el cual está ubicado en el computador servidor, donde se creó, después referenciar la carpeta donde está guardado el proyecto; llamada SCADA CNC, esta carpeta está ubicada en el escritorio, dentro de ésta hacer doble click sobre el archivo CNC_1, el cual es el archivo que ejecuta el proyecto en WinCC para el Sistema SCADA del Laboratorio FMS.

Figura 51. Carpeta donde se encuentra el archivo del Sistema SCADA



Fuente: Interfaz de Windows XP

Una vez se haya ejecutado el programa, en la parte superior esta la barra de herramientas y sobre ésta hay un icono en forma de *play*, al dar click sobre él se ejecuta el Runtime del proyecto.

Figura 52. Barra de herramientas de WinCC



Fuente: Paquete software WinCC

Ahora aparecerá la imagen principal del proyecto, la cual le da la bienvenida al Sistema SCADA del Laboratorio FMS.

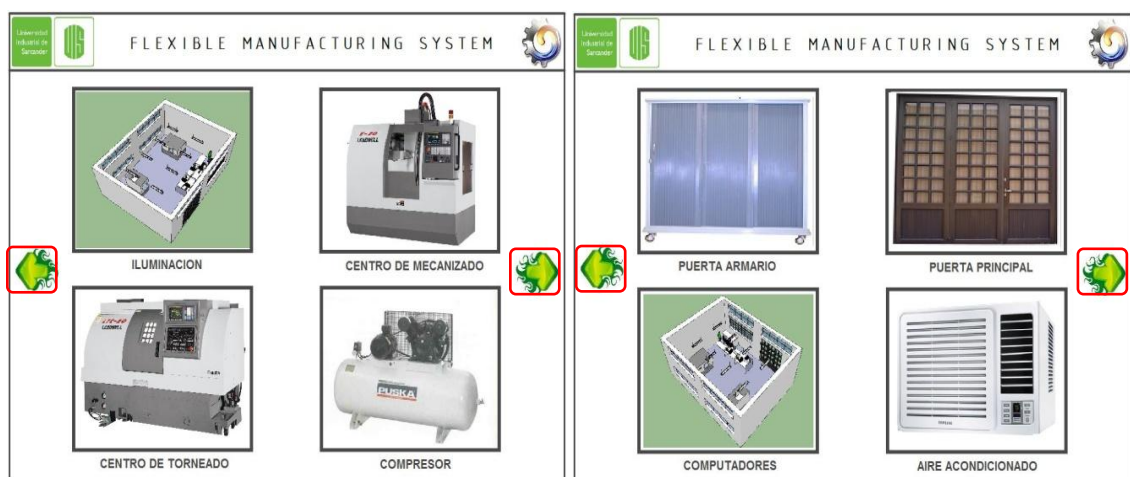
Figura 53. Imagen Principal de SistemaSCADA



Fuente: Autores

Dando click sobre cualquier parte de la Figura 31, se encontrara la selección de los diferentes recursos del laboratorio, están distribuidos en dos imágenes con el fin de hacer más dinámico la selección. La interacción de estas dos ventanas, se hace por medio de las flechas ubicadas en los costados de cada una.

Figura 54. Ventanas de selección de los diferentes recursos



Fuente: Autores

Una vez haya entrado a cualquiera de los recursos, se tendrá que registrar, con el fin de manipular las opciones que le brinda cualquiera de las sub-ventanas y también para que haya un registro de eventos, con el fin de tener un control sobre quién y a qué horas se hizo un ingreso al Sistema SCADA.

En todas las sub-ventanas se encuentra la siguiente barra, (cada uno de los iconos fue explicado en la Sección 5.2.1).

Figura 55. Barra de herramientas del Sistema SCADA



Fuente: Autores



Para poder registrar se debe dar un click sobre , automáticamente aparece una ventana auxiliar, en ésta se pide ingresar el Nombre y Contraseña del usuario. Si el usuario a registrarse no cuenta con cuenta no podrá hacer uso del Sistema SCADA.

Figura 56. Ventana de registro de usuarios

La imagen muestra una ventana de diálogo titulada 'Conexión al sistema'. Dentro de la ventana, hay dos campos de entrada: 'Nombre' con el texto 'kelwin' y 'Contraseña' con el texto '*****'. A la derecha de los campos, hay tres botones: 'Aceptar', 'Cancelar' y 'Cerrar sesión'.

Fuente: Autores

Apenas el usuario digite los datos correctamente, su nombre aparecerá en la barra de herramientas al lado del icono , de esta forma se sabrá quién está en el momento haciendo uso de Sistema SCADA, el usuario tiene un tiempo de 10

minutos para hacer control sobre cualquier subsistema, apenas termine este tiempo tiene que registrarse de nuevo, si quiere seguir haciendo uso del Sistema SCADA.

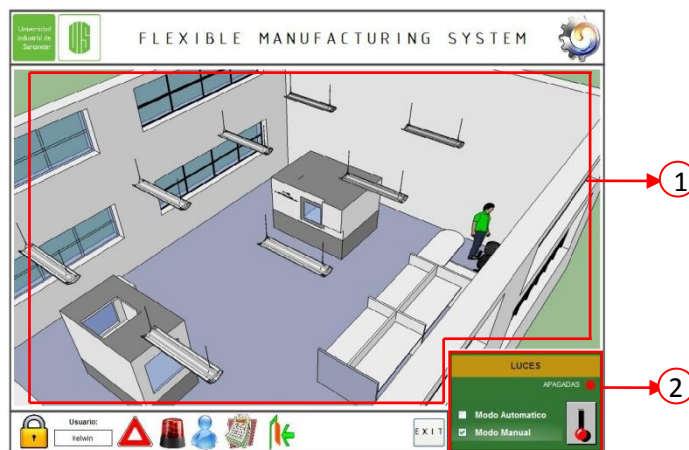
Figura 57. Usuario registrado



Fuente: Autores

Ahora se puede hacer uso de las aplicaciones que ofrece cada una de las ventanas de los diferentes recursos. La primera ventana de selección, es la que contiene la gráfica de ILUMINACIÓN.

Figura 58. Interfaz de Iluminación del Laboratorio FMS



Fuente: Autores

- ① En todas las ventanas de los diferentes recursos se encuentran esta sección, en donde es posible visualizar los eventos correspondientes a cada recurso. En este caso se hace la **supervisión** de las luces del Laboratorio FMS

- ② En este recuadro se puede hacer el **control** de forma automática o manual, dependiendo de la forma como la quiere operar el usuario.

Figura 59.Control del subsistema Iluminarias




Fuente: Autores

En la mayoría de ventanas la forma de operación es parecida, está el Modo Automático, el cual deja en este caso, las luces prendidas indefinidamente. Y está la operación en Modo Manual, al seleccionar esta opción aparece automáticamente un switch en la parte derecha, con lo que autoriza prender o apagar las luces del laboratorio. Apenas el usuario de click sobre el switch prendera las luces y en el mismo recuadro aparecerá en la parte superior del switch, un aviso diciendo que las luces se encuentran prendidas, automáticamente se actualiza la imagen en la sección de visualización, mostrando una vista superior del Laboratorio FMS con las luces encendidas.

Figura 60. Interfaz de Iluminación en estado activado del Laboratorio FMS



Fuente: Autores

Si no se desea seguir manipulando esta ventana, se da click sobre el icono  de la barra de herramientas, para volver a la ventana de selección y seguir manipulando otros recursos del laboratorio.

Al ver la ventana del CENTRO DE MECANIZADO, esta ventana tiene las mismas secciones que la ventana de Iluminarias, pero con una diferencia en el recuadro de control del CM.

Figura 61. Interfaz del Centro de Mecanizado del Laboratorio FMS



Fuente: Autores

Este recuadro tiene las opciones de operar el CM por medio de Horarios y de forma Manual. Si se escoge operar mediante horarios, bloqueara la zona de operación en Modo Manual. La operación por horarios es para manipular la maquina en la pantalla touch ubicada en el tablero eléctrico de control y asignarle a los usuarios el horario de manipulación de la máquina (*esta opción será explicada más adelante*).

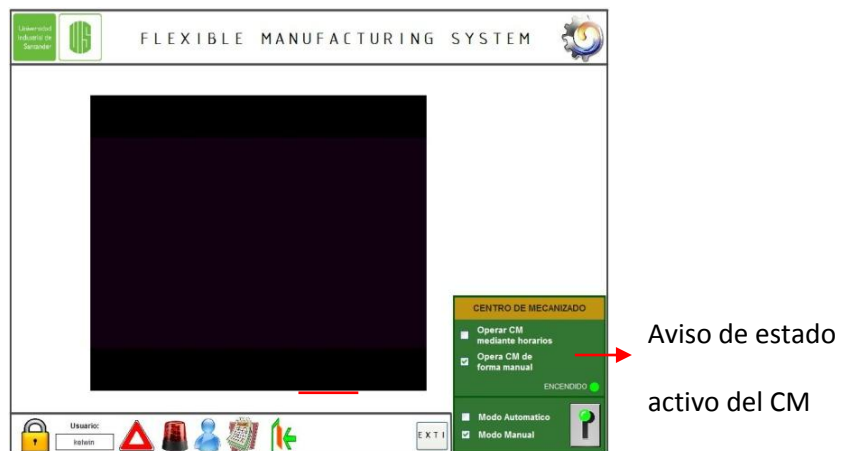
Figura 62. Control del Centro de Mecanizado



Fuente: Autores

La operación de forma manual del CM, es de la misma manera a la que se hizo con las luces y una vez activado el switch se activara el CM por el tiempo que el usuario quiera operar la maquina y se actualizara la ventana, dándonos aviso por medio de un video y un aviso de *encendido* en la parte superior del switch, de que en realidad se encuentra prendida o en funcionamiento la maquina CNC


Figura 63. Estado activo del Centro de Mecanizado



Fuente: Autores

Para el buen funcionamiento del CM, necesita aire comprimido, por esta razón en la programación se planteo una condición muy importante, apenas el CM este en funcionamiento así sea mediante horarios o de forma manual, el compresor se activara también al mismo tiempo, esto con el fin de que los alumnos de la materia de Control Numérico Computarizado no tengan que prender el compresor de forma manual.

Cuando el usuario no quiera utilizar más el CM, debe seguir los pasos del operario encargado del laboratorio para apagar la máquina, teniendo en cuenta que primero hay que apagar el CM por la parte de atrás con un interruptor que tiene y después desactivar el switch desde el Sistema SCADA para no dejar energizado el rele, el cual activa el contactor de la máquina CNC, quien da paso de corriente para que pueda ser operada.

Si ya no se desea seguir manipulando esta ventana, se da click sobre el icono  de la barra de herramientas, para volver a la ventana de selección y seguir manipulando otros recursos.

Siguiendo con las otras ventanas, se continúa con la del CENTRO DE TORNEADO, dando click sobre la imagen. Esta ventana presenta las mismas propiedades que el Centro de Mecanizado.

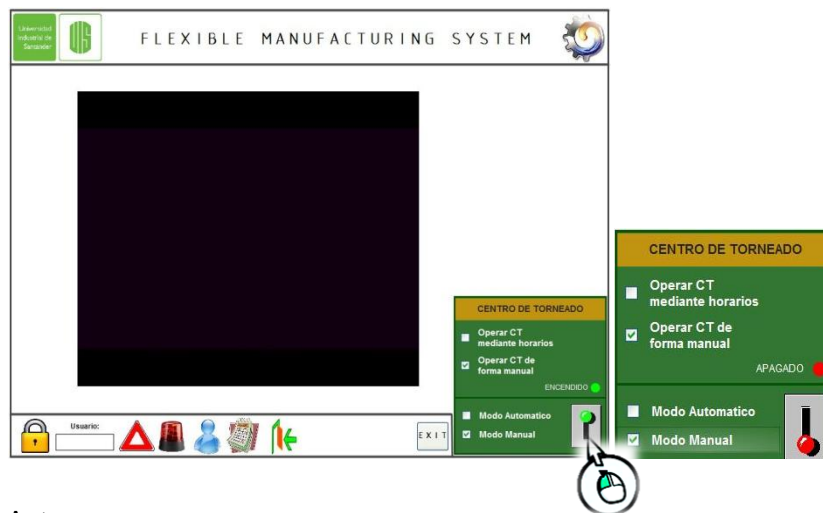
Figura 64. Interfaz del Centro de Torno del Laboratorio FMS



Fuente: Autores


La forma de operación; mediante horarios o de forma manual, se hacen de la misma forma que el CM y también la manera correcta de apagado de la máquina, siguiendo las indicaciones del operario y después desactivando el switch del CT para que des-energice el relé que activa el contactor el cual deja pasar energía al CT.

Figura 65. Interfaz del Centro de Torneado del Laboratorio FMS



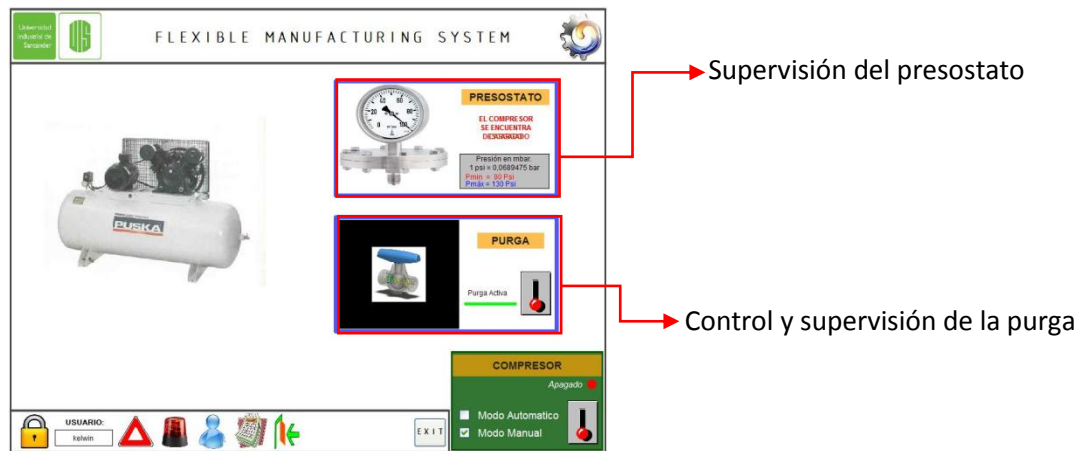
Fuente: Autores

Con el CT no hay necesidad de que el compresor este en funcionamiento al mismo tiempo, porque ésta máquina no requiere del suministro de aire comprimido para su operación.

Al igual que en las ventanas anteriores, si ya no se desea seguir manipulando esta ventana, se da click sobre el icono  de la barra de herramientas, para volver a la ventana de selección y seguir manipulando otros recursos.

Siguiendo con la próxima ventana, COMPRESOR. Éste hace referencia al nuevo subsistema incorporado al Sistema Domótico del Laboratorio FMS, llamado *subsistema de aire comprimido*. Una vez dentro de esta imagen, se encontraran más funciones, porque esta ventana abarca más componentes del nuevo subsistema.

Figura 66. Interfaz del Compresor del Laboratorio FMS



Fuente: Autores

Como ya se mencionó en la sección del Centro de Mecanizado, el compresor se prende automáticamente cuando el CM este también encendido. Pero ¿para qué prender el CM si solo se va a hacer uso del Compresor?, para casos como estos se dispone de esta ventana, depoder utilizar el Compresor para una aplicación externa.

El funcionamiento del Compresor es el mismo que se ha trabajado con las Iluminarias, se puede manipular de Modo Automático; es decir, siempre está listo para brindar aire comprimido al usuario, o en Modo Manual, es cuando el usuariodispone del aire comprimido cuando él desee.

En los recuadros de la derecha, se observa dos características muy importantes

- **PRESOSTATO:** Como es bien sabido el Compresor es una máquina que trabaja desplazando fluidos al ir aumentando de presión, entonces la función del Presostato es bloquear el paso de energía al compresor y en consecuencia de esto la presión interna del compresor se va aliviando poco

a poco, hasta una presión mínima donde se vuelve a activar el Presostato para dejar pasar la energía al compresor y seguir haciendo esta dinámica una y otra vez.

Figura 67. Estado del Presostato



Fuente: Autores

En la Figura anterior se muestra un manómetro indicando las dos presiones de trabajo del Presostato, según el caso en que se encuentre, la $P_{max}=130$ Psi; es la presión a la cual impide el paso de energía al compresor, $P_{min}=90$ Psi; en esta presión se vuelve a activar el Presostato para dejar pasar la energía al compresor. Estas dos presiones son vitales para el buen funcionamiento del compresor y evitar una sobrecarga de presión en la línea de suministro.

- PURGA: Apenas el compresor deja de funcionar, dentro de él queda parte del aire que no alcanza a desplazar, y después de un tiempo se condensa, deteriorando al mismo compresor y la línea de suministro de la máquina CNC, por eso se debe hacer la purga del compresor.

Figura 68. Estado del Purga




Fuente: Autores



Apenas el Compresor es apagado desde el SCADA, así sea porque se prendió con el CM o por aparte, él se purga automáticamente durante 1 min, por medio de una electroválvula o también tiene la opción de purgarse manualmente, obviamente la purga manual se hace cuando el Compresor se encuentre apagado.

Figura 69. Estado activo de la Purga



Fuente: Autores

Lo mismo como en las ventanas anteriores, si ya no se desea seguir manipulando esta ventana, se da click sobre el icono  de la barra de herramientas, para volver a la ventana de selección y seguir manipulando otros recursos.

Para continuar con la segunda ventana de selección se hace uso de las flechas verdes ,  ubicadas en los costados de cada ventana.

En esta segunda ventana también se encuentran 4 imágenes como la primera ventana de selección, la primera imagen llamada PUERTA ARMARIO.

Figura 70. Interfaz de la Puerta del Armario



Fuente: Autores




Como ya se ha explicado en secciones anteriores, el armario guarda herramienta para las dos maquinas CNC, estas herramientas son de uso exclusivo del operario, por tal razón el armario cuenta con un electroimán para asegurar la puerta izquierda. En la interfaz se tiene un botón rojo , con el que es posible hacer el control de la puerta izquierda, una vez se oprime el botón, se desenergiza por 10 segundos el electroimán y así se puede abrir la puerta sin ningún problema, si el usuario u operario deja por más de 15 minutos cualquiera de las dos puertas laterales del armario, se activara la licuadora, dando aviso que la puerta está abierta, entonces se debe cerrar, se hace esto por motivos de seguridad y también para crear conciencia en el estudiantado de mantener orden dentro de las instalaciones del laboratorio.

Figura 71. Interfaz de la Puerta del Armario abierta



Fuente: Autores

- ③ Este bombillo  indica que se encuentra abierta, una vez se cierra la puerta cambia a 


Al igual que en las ventanas anteriores, si ya no se quiere seguir manipulando esta ventana, se da click sobre el icono  de la barra de herramientas, para volver a la ventana de selección y seguir manipulando otros recursos.

Figura 72. Interfaz de la Puerta Principal del Laboratorio FMS



Fuente: Autores



De la misma forma se puede dirigir a la imagen de PUERTA PRINCIPAL, el control y la supervisión es idéntico a la Puerta del Armario, porque también cuenta con un electroimán, el que ajusta la puerta con seguro y obliga a un visitante a timbrar antes de abrirla o si esta registrado puede ingresar al laboratorio mediante el control de acceso. Si desea abrir la puerta mediante el Sistema SCADA, se podrá dando click sobre el botón rojo  como se hizo en la Puerta del Armario y se abrirá al momento.

Figura 73. Interfaz de la Puerta Principal del Laboratorio FMS abierta



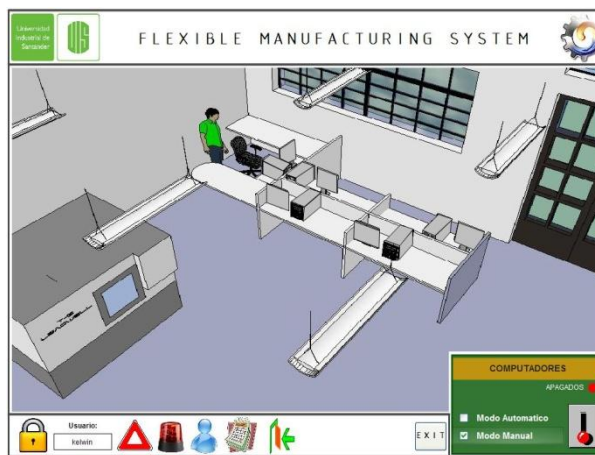
Fuente: Autores

Si la persona que está ingresando al laboratorio deja la puerta abierta por más de 30 segundos, se activa la licuadora, dando aviso que la puerta está abierta y que debe cerrarse al momento, también se hace esto para guardar el orden en el laboratorio.

Al igual que en las ventanas anteriores, si ya no se desea seguir manipulando esta ventana, se da click sobre el icono  de la barra de herramientas, para volver a la ventana de selección y seguir manipulando otros recursos.

En la ventana de COMPUTADORES se visualiza una imagen del laboratorio proyectada desde arriba, enfocando los Computadores y mostrando si éstos están encendidos o apagados. En la figura siguiente como en el resto de las imágenes se opera de la misma manera, tiene control de esta sección en la parte inferior derecha, donde se podrá operar de Modo Automático (el relé siempre está listo para darle la señal a los Computadores), Modo Manual (el usuario escoge cuando quiere que el relé permita dejar pasar la señal hacia los Computadores).

Figura 74. Interfaz de los Computadores del Laboratorio FMS




Fuente: Autores

Apenas se accione cualquiera de los dos modos de operación y el relé este en posición de entregar la señal, se visualizara una imagen donde nos permite saber que los Computadores están listos para que los estudiantes puedan hacer uso de ellos.

Figura 75. Interfaz de los Computadores del Laboratorio FMS prendidos

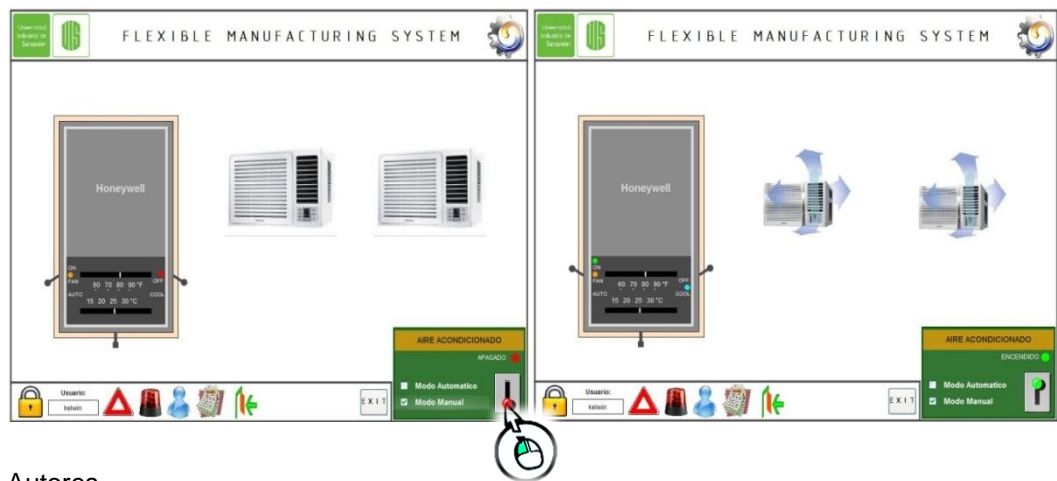


Fuente: Autores


Al igual que en las ventanas anteriores, si ya no se quiere seguir manipulando esta ventana, se da click sobre el icono  de la barra de herramientas, para volver a la ventana de selección y seguir manipulando otros recursos.

En la última imagen se encuentra el recurso AIRE ACONDICIONADO, igual de sencilla que las demás se opera esta imagen, se visualiza en el centro de la ventana el estado actual del Aire Acondicionado y en la parte inferior derecha está el control de la misma, escogiendo su modo de operación (Automático o Manual) y pasando de posición el switch, si se escogió Modo Manual, para poder tener el beneficio del confort que éste ofrece en el laboratorio.

Figura 76. Interfaz del Aire acondicionado del Laboratorio FMS



Fuente: Autores

De nuevo, si ya no se quiere seguir manipulando esta ventana, se da click sobre el icono  de la barra de herramientas, para volver a la ventana de selección y seguir manipulando otros recursos.


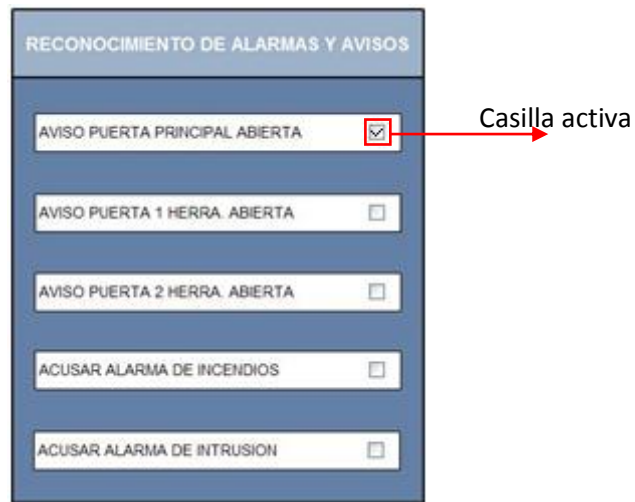
Dejando atrás las operaciones de los diferentes recursos, se continúa con los iconos ubicados en la barra de herramientas. Al darclicken , este icono permite acusar o dar aviso de alguna alarma presente en el laboratorio, por ejemplo; el aviso de la puerta principal abierta se activa cuando la puerta se deja mucho tiempo abierta y como consecuencia la licuadora recuerda que la puerta se encuentra abierta, entonces es posible dejar la puerta abierta mas del tiempo programado si se hace click sobre la casilla activa que está al frente del aviso correspondiente, como se ve en la siguiente figura.

Figura 77. Acusar Alarmas



RECONOCIMIENTO DE ALARMAS Y AVISOS

AVISO PUERTA PRINCIPAL ABIERTA	<input checked="" type="checkbox"/>	Casilla activa
AVISO PUERTA 1 HERRA. ABIERTA	<input type="checkbox"/>	
AVISO PUERTA 2 HERRA. ABIERTA	<input type="checkbox"/>	
ACUSAR ALARMA DE INCENDIOS	<input type="checkbox"/>	
ACUSAR ALARMA DE INTRUSION	<input type="checkbox"/>	

Fuente: Autores


Siguiendo con los iconos, el siguiente es el de usuarios , a través del icono se abre una ventana auxiliar con dos opciones (ver figura siguiente) según lo que el usuario quiera ver, si modificar un usuario o ver el registro de los mismos.

Figura 78. Ventana Usuarios



Ventana Usuarios

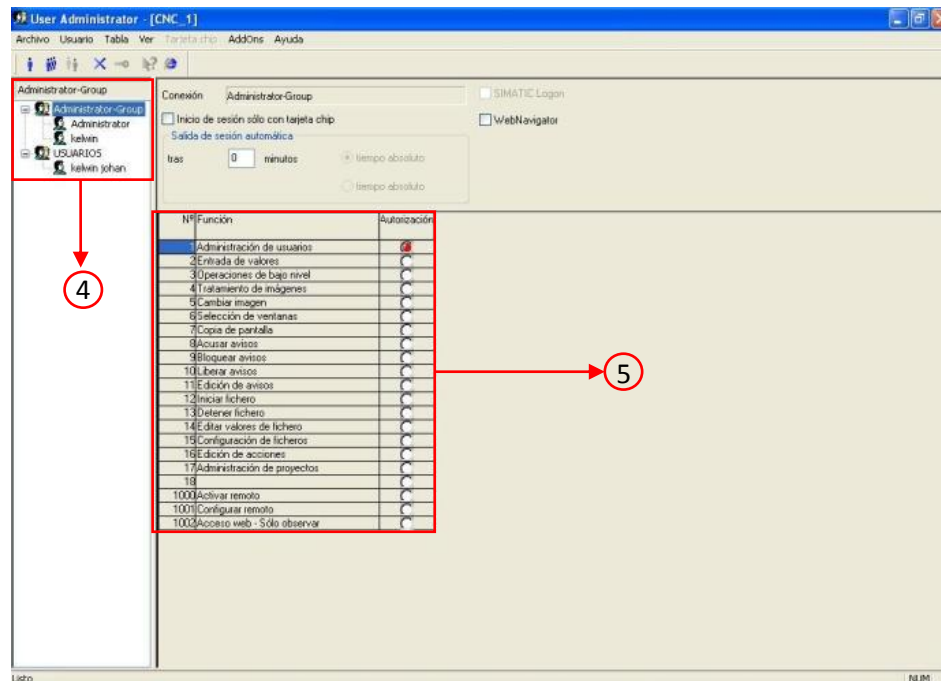
MODIFICAR USUARIOS

REGISTRO DE USUARIOS

Fuente: Autores

Al darle click sobre el botón MODIFICAR USUARIOS, se va a una nueva ventana exclusiva del paquete del software de WinCC, donde el administrador del laboratorio puede: crear nuevos usuarios, darles privilegios de administrador o usuario ó modificar un usuario ya creado anteriormente.

Figura 79. Ventana UserAdministrator



Fuente: Paquete Software WinCCexplorer

Esta ventana es de fácil manejo, se puede tanto crear usuarios, como grupos por separado, para dar orden a los diferentes usuarios y asignar los privilegios que el administrador crea conveniente.

- ④ En esta sección aparecen los usuarios existentes y nuevos así sean administradores o usuarios.

- ⑤ En esta parte de la ventana se otorgan los privilegios a los diferentes usuarios, dependiendo del grado de libertad que se quiera brindar a los diferentes usuarios para manipular el Sistema SCADA del Laboratorio FMS.

Al darclick sobre el siguiente botón REGISTRO DE USUARIOS de la ventana auxiliar “Ventana de usuarios”, es posible ver las veces que ingresó, cuánto tiempo tardo, la fecha de ingreso, entre otras, al Sistema SCADA, cada usuario registrado por el administrador del sistema, como lo muestra la siguiente figura.

Figura 80. Ventana Registro de Usuarios y Alarmas

Fecha	Hora	Estado	Valor de proceso	Duración	Texto de aviso
30/06/11	04:46:09 PM	FF		00:00:13	Alarma Puerta Principal
30/06/11	04:46:44 PM	FF		00:00:00	Registro de Usuario
30/06/11	04:51:05 PM	FF		00:04:20	Registro de Usuario
30/06/11	04:51:23 PM	FF		00:00:00	Registro de Usuario
30/06/11	04:52:08 PM	FF		00:00:00	Registro de Usuario
30/06/11	04:52:06 PM	FF		00:00:17	Registro de Usuario
30/06/11	04:54:04 PM	FF		00:00:00	Registro de Usuario
30/06/11	04:54:10 PM	FF		00:00:00	Registro de Usuario
30/06/11	04:58:27 PM	FF		00:00:00	Alarma Herramientas 1
30/06/11	05:00:11 PM	FF		00:00:43	Alarma Herramientas 1
30/06/11	05:00:39 PM	FF		00:01:11	Alarma Herramientas 1
30/06/11	05:00:49 PM	FF		00:00:09	Alarma Herramientas 1
30/06/11	05:05:51 PM	FF		00:00:00	Alarma Herramientas 2
30/06/11	05:06:04 PM	FF		00:00:12	Alarma Herramientas 2
30/06/11	05:06:07 PM	FF		00:00:16	Alarma Herramientas 2
30/06/11	05:06:07 PM	FF		00:00:00	Alarma Herramientas 2
30/06/11	05:06:19 PM	FF		00:00:11	Alarma Herramientas 2
30/06/11	05:20:19 PM	FF		00:14:12	Alarma Herramientas 2
30/06/11	05:20:19 PM	FF		00:00:00	Alarma Herramientas 2
30/06/11	05:20:20 PM	FF		00:00:00	Alarma Centro Mecanizado
30/06/11	05:20:22 PM	FF		00:00:02	Alarma Centro Mecanizado
30/06/11	05:20:29 PM	FF		00:00:10	Alarma Centro Mecanizado
30/06/11	05:43:00 PM	FF		00:22:39	Alarma Centro Mecanizado
30/06/11	05:43:00 PM	FF		00:00:00	Alarma Centro Mecanizado
30/06/11	05:43:30 PM	FF		00:00:30	Alarma Centro Mecanizado
30/06/11	05:43:00 PM	FF		00:00:00	Alarma Centro Mecanizado

Lista: Pendiente: 5, Pendiente de acuse: 5, Oculto: 0, Lista: 493, 18:00:17

Usuario: [Iconos de alarma y usuario] EXIT

Fuente: Autores


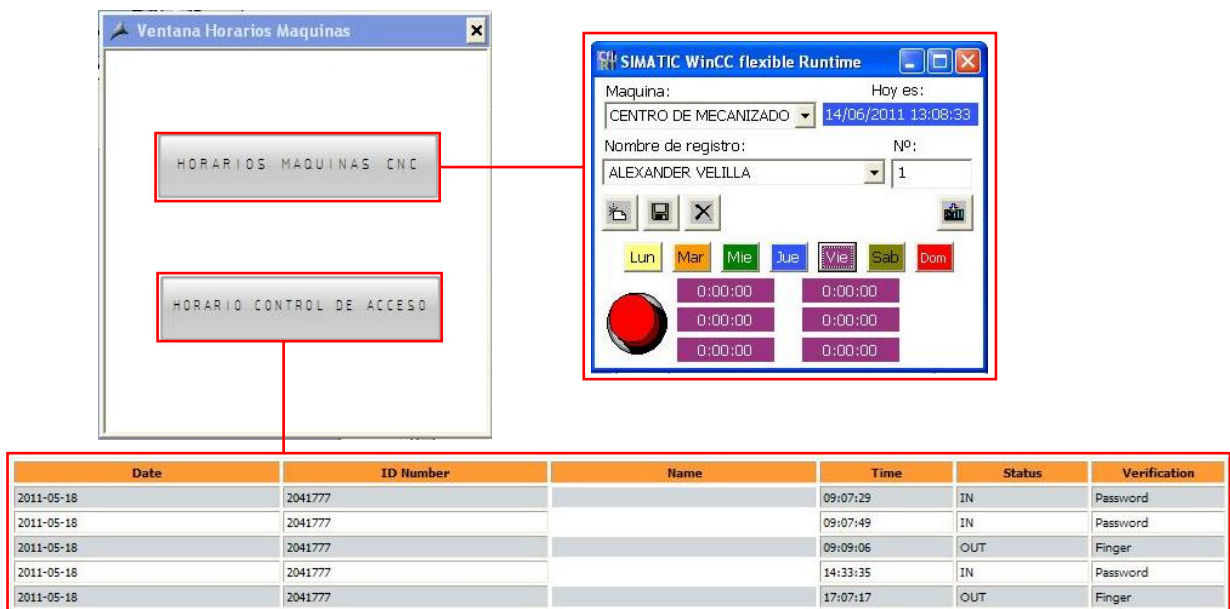
Con este icono  el cual tiene forma de calendario, es posible desplegar otra ventana auxiliar, la cual permite ver los horarios actuales de operación de la dos máquinas CNC y los horarios de ingreso de los usuarios registrados al laboratorio por medio del control de acceso, no para hacer modificaciones a las mismas.

Figura 81. Ventana Horarios de Maquinas



Fuente: Autores


Por último queda el botón SALIR, el que llamamos  en el Sistema SCADA, este botón lleva a otra ventana auxiliar llamada Ventana Salir de WinCC, una vez que ya no se desee seguir haciendo control al sistema, es posible dar click sobre este y permite escoger entre cuatro acciones, dependiendo de la necesidad del usuario, si solo quiere salir del proyecto del Sistema SCADA del Laboratorio FMS se da click sobre el primer botón, si quiere salir de Windows se oprime el segundo botón o si quiere apagar o reiniciar el computador se escoge entre los últimos dos botones.

Figura 82. Ventana Salir de WinCC



Fuente: Autores

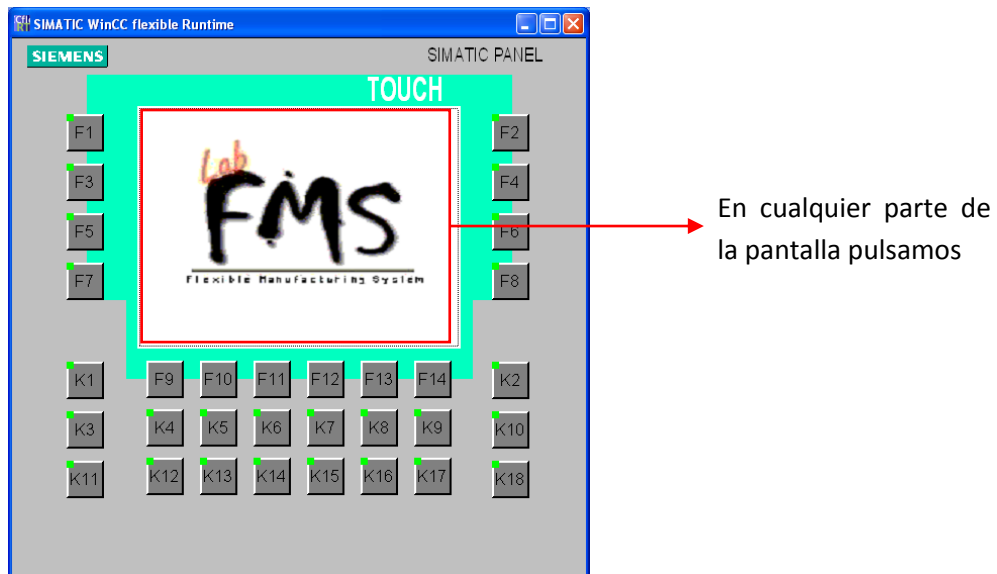
7.2. MANEJO DEL PANEL OPERADOR.

Teniendo siempre presente la Interfaz Hombre Maquina, la consigna es mantener un entorno visual sencillo usando diversas herramientas como objetos tipo rectángulos, cuadrados, imágenes predefinidas, etc.

La siguiente imagen es la presentación del Panel Operador, dando la bienvenida al usuario para su uso. Esta imagen aparece cada vez que se resetea el PO. Inmediatamente se pulsa² sobre la pantalla para avanzar a escoger los diferentes recursos a operar.

²La operación de este Panel operador es pulsando suavemente con el dedo sobre la pantalla

Figura 83. Imagen Inicial del PO

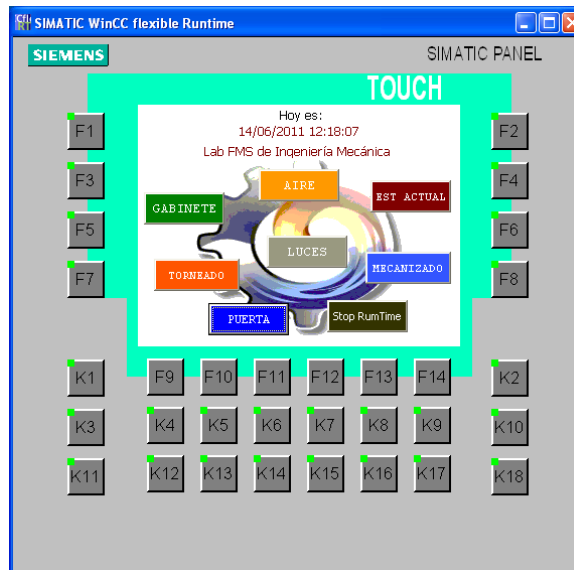


Fuente: Autores

Igualmente como en el Sistema SCADA en el Panel Operador también se puede hacer control sobre los diferentes recursos del Laboratorio FMS como el Aire Acondicionado, Puerta Principal, Luces, Puerta del Armario (Gabinete) y también ver el Estado Actual del Laboratorio, pero para poder hacer uso del CM, CT y parar la Runtime del PO se debe ser usuario administrador ya que se requiere clave de acceso, esto se explicara más adelante en sus respectivos recursos que lo requieran.

Una vez se pulsa la pantalla desde la imagen inicial, aparecen los diferentes recursos para operar o hacer uso de ellos, también se aprecia la fecha y hora actuales en la parte superior.

Figura 84. Ventana de Recursos del PO



Fuente: Autores

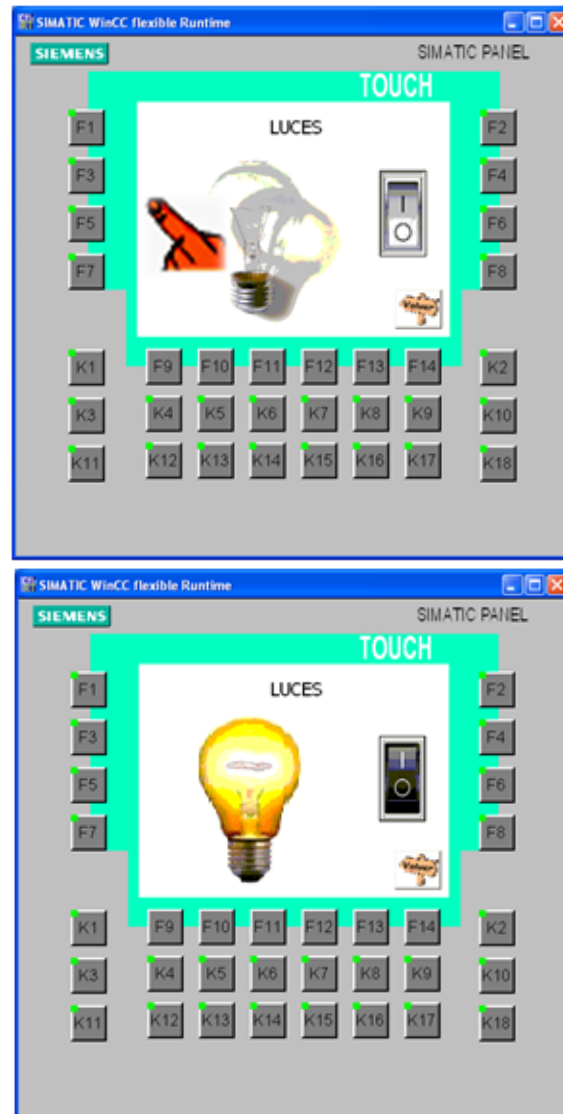
La operación del Aire Acondicionado y Luces es muy similar, se hacen por medio de un switch o botón los cuales prenden o apagan el respectivo recurso tan solo pulsando sobre estos.

Figura 85. Operación Aire Acondicionado desde el PO




Fuente: Autores

Figura 86. Operación Luces desde elOP



Fuente: Autores

Al pulsar el botón  ubicado en la parte inferior derecha se regresa a la Ventana de Recursos del PO, para escoger que recurso se busca operar.

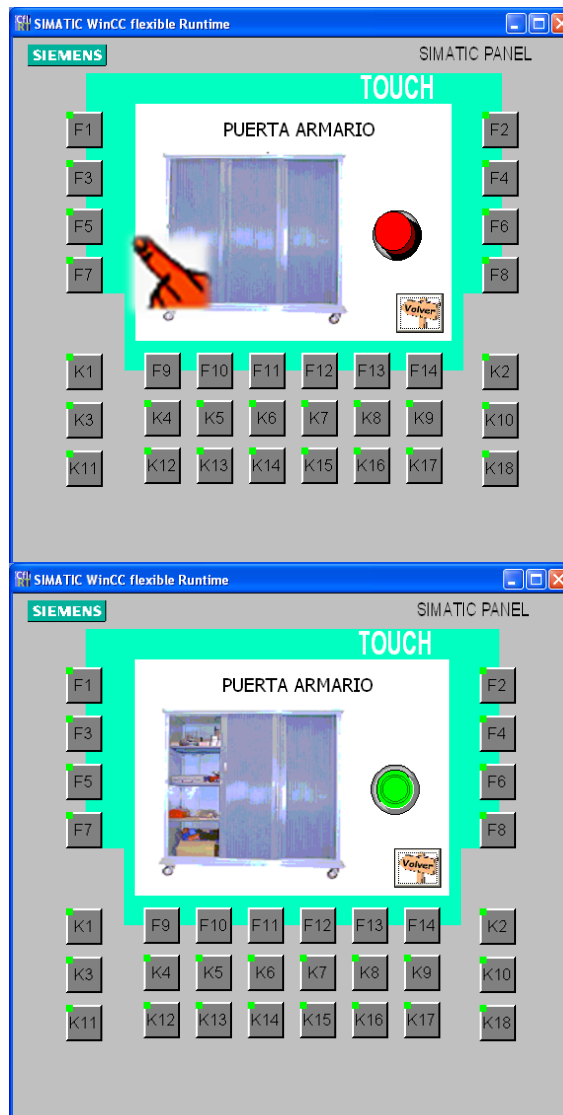
Los recursos de Puerta Principal y Puerta del Armario (Gabinete) también se operan de la misma manera, se hace por medio de un botón que al momento de oprimirlo abrirá estas puertas, dependiendo en el recurso que me encuentre.

Figura 87. Operación Puerta Principal desde el PO




Fuente: Autores

Figura 88. Operación Puerta Armario desde el PO



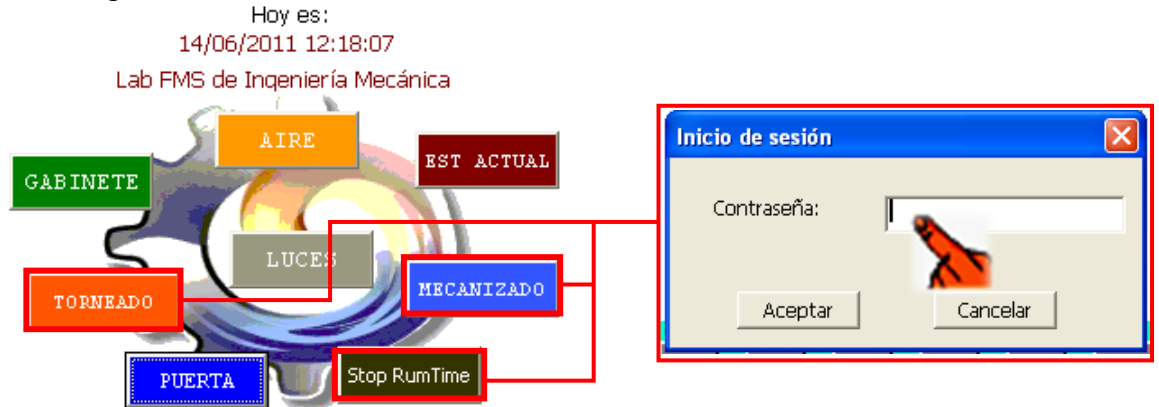
Fuente: Autores

De nuevo, al pulsar el botón  ubicado en la parte inferior derecha regresa a la Ventana de Recursos del PO, para escoger que recurso se requiere operar.

La operación de los recursos de CM, CT y parar la Runtime del PO se debe ser usuario-administrador, se exige que sea así por motivos de seguridad para la operación de estos recursos. Una vez se oprima sobre algunos de estos recursos

aparecerá un recuadro, donde obliga a presentar una clave para autorizar la manipulación de cualquiera de estos, como lo muestra la siguiente figura:

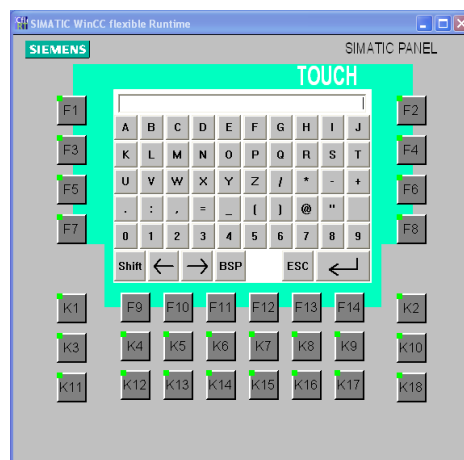
Figura 89. Registro de Usuario en la OP



Fuente: Autores

A continuación se explica la forma de operar el CM y el CT, para operar cualquiera de estos recursos se hace lo siguiente. Tan pronto aparezca el cuadro de Inicio de Sesión (Figura de arriba), se pulsa sobre el cuadro en blanco, el que está ubicado al lado de Contraseña, una vez hecho esto direcciona a la siguiente figura.

Figura 90. Ventana Digitar Contraseña



Fuente: Autores


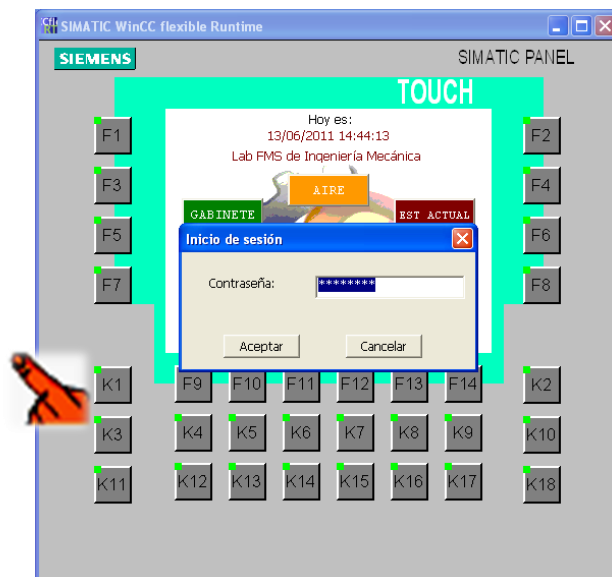
Esta figura muestra una forma de teclado, el cual al permite introducir la contraseña. Si la contraseña esta en letras minúsculas, se oprime la tecla Shift y automáticamente se vuelven la letras minúsculas y se hace el mismo procedimiento para volverlas mayúsculas. Apenas se digite la contraseña, se oprime la tecla  de la pantalla, en la imagen que aparecerá a continuación se pulsa aceptar y luego otra vez sobre la máquina deseada a operar.

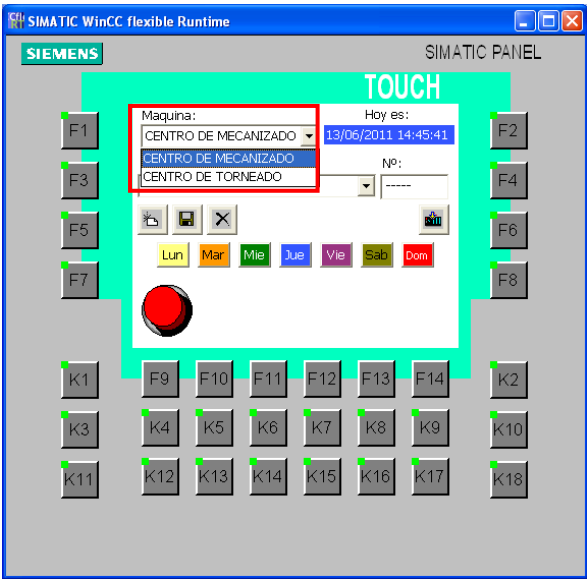
Figura 91. Ventana Validación de Contraseña



Fuente: Autores

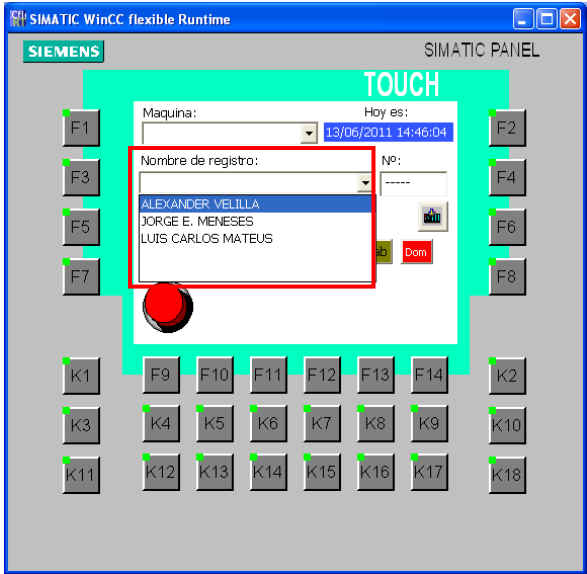
La siguiente figura muestra el esquema general de las dos máquinas CNC, dependiendo en el recurso que se ingrese, se escogen la primera pestaña la máquina deseada a operar, en la segunda pestaña se escoge el usuario autorizado a operar las máquinas, como lo muestran las dos siguientes figuras.

Figura 92. Ventana Selección de Maquina



Fuente: Autores

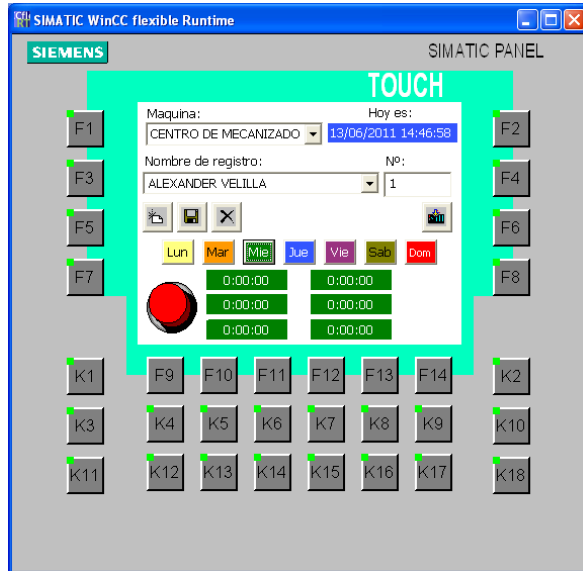
Figura 93. Ventana Selección de Usuario



Fuente: Autores

A modo de ejemplo se muestra que se escogieron el centro de mecanizado y al auxiliar Alexander Velilla, obviamente en la Ventana de Recursos del PO se oprimió sobre el botón de CM.

Figura 94. Ejemplo de Operación de Maquinas



Fuente: Autores

A continuación se pulsa el botón del día en que se desee trabajar y automáticamente se visualizantes franjas de horarios por día, la columna de la izquierda es la hora de inicio y la columna de la derecha es la hora de finalización de operación de la máquina, después de esto se pulsa sobre cualquiera de la franja de horarios y aparecerá la imagen en forma de teclado, para poder digitar las horas deseadas, (la hora debe ser en formato 24 horas).

Figura 95. Ventana de Selección Horarios de Maquinas



Fuente: Autores

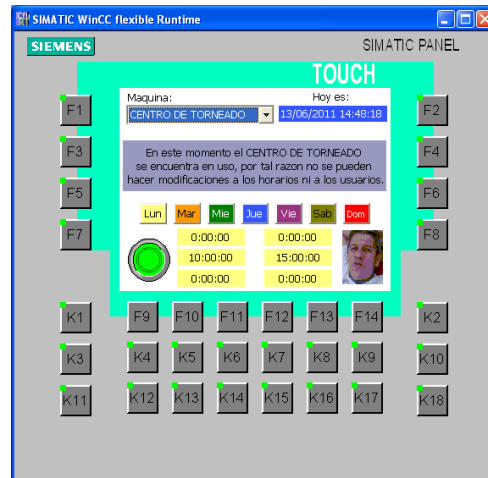
Tan pronto se tienen los horarios de operación se pulsa el botón rojo ubicado en la parte izquierda de la pantalla y automáticamente se activará el relé correspondiente para que el contactor de paso de energía a la máquina y así pueda ser operada sin ningún problema.

A falta de 5 minutos para la hora de finalización de operación de cualquiera de las dos máquinas CNC, se activará una alarma luminosa recordando al operario que debe ir finalizando el uso de la misma y debe apagar de forma adecuada la máquina, ya que si no presta atención a esta alarma, la máquina se apagará inmediatamente a la hora que estipuló con anterioridad, y en consecuencia se reducirá la vida útil de cualquiera de las máquinas CNC por el mal uso.

Tan pronto el usuario digite su contraseña para hacer uso de las máquinas CNC, tendrá un plazo de 1 minuto para poder ingresar de nuevo a la ventana en la

quese encontraba, una vez transcurrido este tiempo debe ingresar de nuevo la contraseña si quiere volver a manipular alguna otra opción de las máquinas.

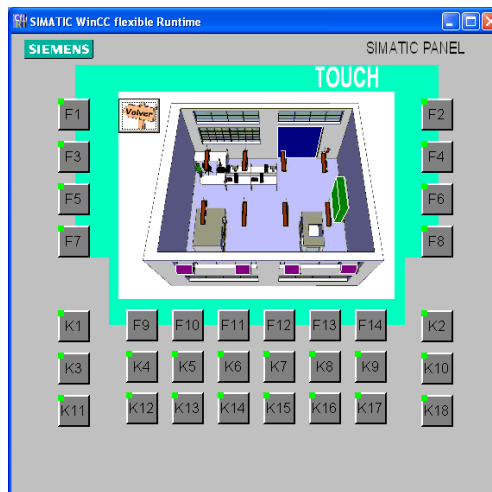
Figura 96. Imagen de Operación del CM



Fuente: Autores

Por último se puede ver el estado actual del Laboratorio FMS, pulsando en la Ventana de Recursos el botón de Estado Actual, inmediatamente se oprime este botón muestra una imagen superior del Laboratorio FMS, mostrando por medio de un parpadeo que recursos están activos en tiempo real.

Figura 97. Ventana Estado Actual del Laboratorio FMS



Fuente: Autores

7.3. MANEJO DEL CONTROL DE ACCESO DE FORMA LOCAL

El control de acceso ZK Software F702-S se compone de lector biométrico de huellas digitales, pantalla LCD de 80 letras y signos, y teclado de números. Gracias a estos elementos es posible acceder al laboratorio a través del lector biométrico o mediante clave de acceso (Ver figura 98).

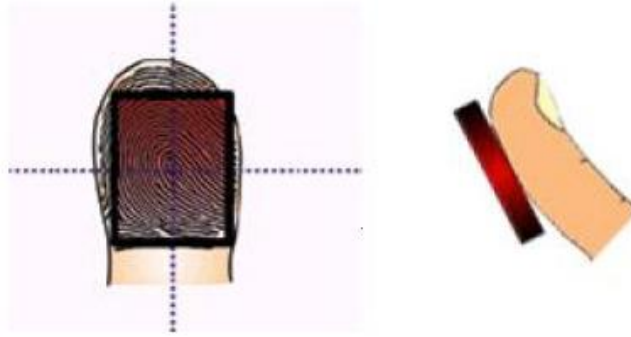
Figura 98. Control de acceso ZK Software F702-S



Fuente: <http://www.entrytec.com.mx/dotnetnuke/Inicio/tabid/36/ProdID/59/RtnTab/85/PageIndex/1/CatID/4/Default.aspx>

Lo único que debe realizar el usuario registrado, es situar su dedo sobre el lector biométrico ó digitar la clave de acceso, de esta forma si el usuario se encuentra registrado en el sistema su acceso o salida están garantizados.

Figura 99. Verificación de usuario



Fuente: <http://www.fingerprintdoorlocks.biz/manual/F702-fingerprint-access-control-Quick.pdf>

7.3.1. Registrar usuarios nuevos

Para ingresar un nuevo usuario siga las siguientes instrucciones.

1. Oprimir la tecla menú.
2. Ubicarse en GestiónUsr y oprimir la tecla F4/OK
3. Ubicarse en Grabar Usr y oprimir la tecla F4/OK
4. Ubicarse en grabar Hu y oprimir la tecla F4/OK
5. Aparece en la pantalla del control de acceso “Grabar Hu Nueva Hue?” dar OK
6. Asignar PIN, el cual sería el código estudiantil, dar OK
7. Hay que poner la huella tres veces y dar OK

7.3.2. Borrar usuarios

Para borrar un usuario siga las siguientes instrucciones.

1. Oprimir la tecla menú.

2. Ubicarse en GestiónUsr y oprimir la tecla F4/OK
3. Ubicarse en Borrar y oprimir la tecla F4/OK
4. Digitar la tecla el PIN y oprimir la tecla F4/OK
5. Borrar usuario OK
6. Confirmar borrar usuario OK

NOTA:

El registró ó borrado de usuarios es realizado solamente por alguno de los administradores del laboratorio.

7.4. MANEJO DEL CONTROL DE ACCESO DE FORMA REMOTA

Para poder supervisar los eventos de entrada y salida de los usuarios registrados en el laboratorio, es necesario saber la dirección IP con la que se configuró el control de acceso. Una vez al digitar la dirección IP preferiblemente en Internet Explorer, muestra la siguiente imagen, donde se debecolocar el usuario autorizado con su respectiva contraseña.

Figura 100. Ventana Principal del Control de Acceso.



Fuente: Autores

Al hacer esto se da click en *Login*

Figura 101. Validación de la contraseña del Control de Acceso



Fuente: Autores

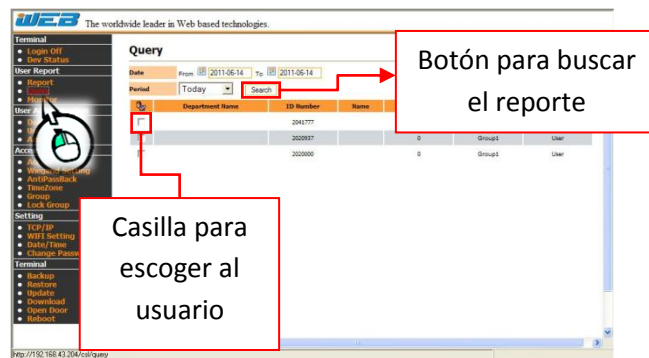
La imagen siguiente al proceso de registro, muestra una ventana donde la parte izquierda permite ver algunas propiedades como:

- Ver el reporte de entradas y salidas
- Editar o agregar usuarios
- Crear o editar grupos para diferentes usuarios
- Dar privilegios de administrador ó usuarios

Y en la parte derecha permite modificar las propiedades de la parte izquierda. Pero lo que interesa es el Reporte de Entradas y Salidas de los usuarios utilizando el Lector Biométrico (Control de Acceso); para eso hay que dirigirse a la parte izquierda, en el ítem llamado *QUERY*, se da click y en la parte derecha muestra un listado de todos los usuarios registrados en el laboratorio, aquí se puede escoger a cualquier usuario y ver la hora, fecha de entrada y de salida del laboratorio.

Después de esto se da click sobre la casilla ubicada en la parte izquierda de la ventana central de la imagen, escogiendo cualquiera de los usuarios registrados, y luego en el botón llamado *SEARCH* para buscar su reporte guardado en la base de datos del Lector Biométrico.

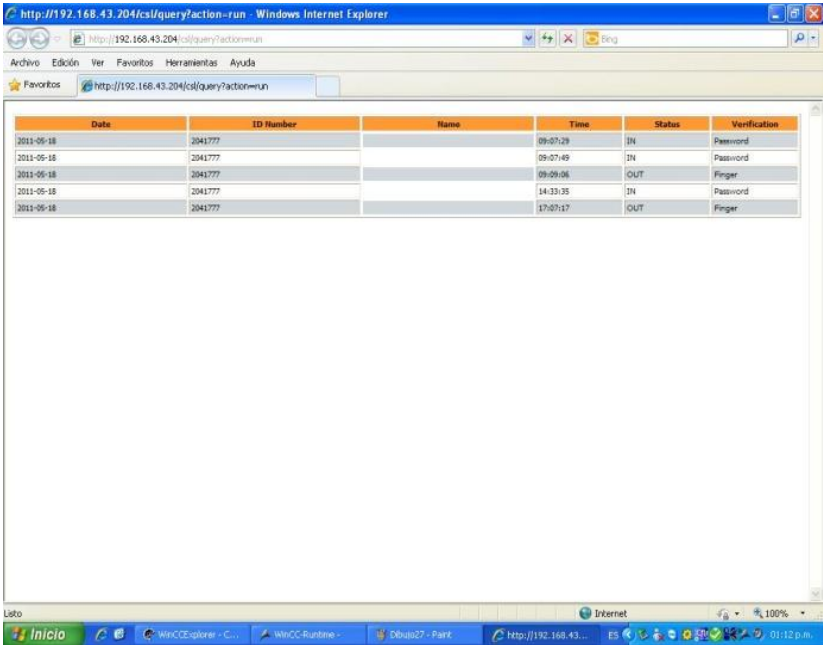
Figura 102. Ventana de Registro de los Usuarios



Fuente: Autores

Claro cabe aclarar, que si se desea ver un reporte con una fecha específica o en un rango de días, al lado izquierdo del botón SEARCH es posible hacer este filtro de días que se desean ver. Dirigiendo a una nueva ventana donde muestra detalladamente un reporte de ingreso y salida del laboratorio con fecha, hora y el estado de entrada o salida, como lo muestra la siguiente figura.

Figura 103. Horarios de Entrada y Salida por medio del Control de Acceso



Date	ID Number	Name	Time	Status	Verification
2013-05-18	2041777		09:07:29	IN	Password
2013-05-18	2041777		09:07:49	IN	Password
2013-05-18	2041777		09:09:06	OUT	Finger
2013-05-18	2041777		14:33:35	IN	Password
2013-05-18	2041777		17:07:17	OUT	Finger

Fuente: Autores

7.5. RECOMENDACIONES DE OPERACIÓN

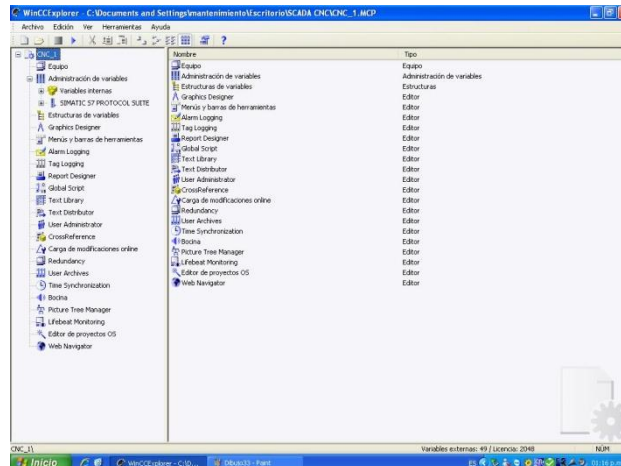
En esta sección se muestran unas recomendaciones de operación vitales para el buen funcionamiento de todo el Sistema Domótico, haciendo énfasis en la parte de la programación. Se recomienda al usuario que haga uso del software que fue usado en la programación del Sistema SCADA, como Step 7, WinCC Explorer, WinCC Flexible, no cambie nada en su estructura, refiriéndonos a cada proyecto que se realizó en cada programa, porque se des-configuraría toda la operación del mismo.

A continuación se muestran algunas imágenes en la cuales no se debe hacer ningún cambio.

La ventana principal de WinCC Explorer tiene varias propiedades para hacer la interfaz del Sistema SCADA, ubicadas en la parte izquierda de la ventana y en la

parte derecha donde muestra las respectivas configuraciones de cada una de las propiedades.

Figura 104. Ventana Principal de WinCC Explorer

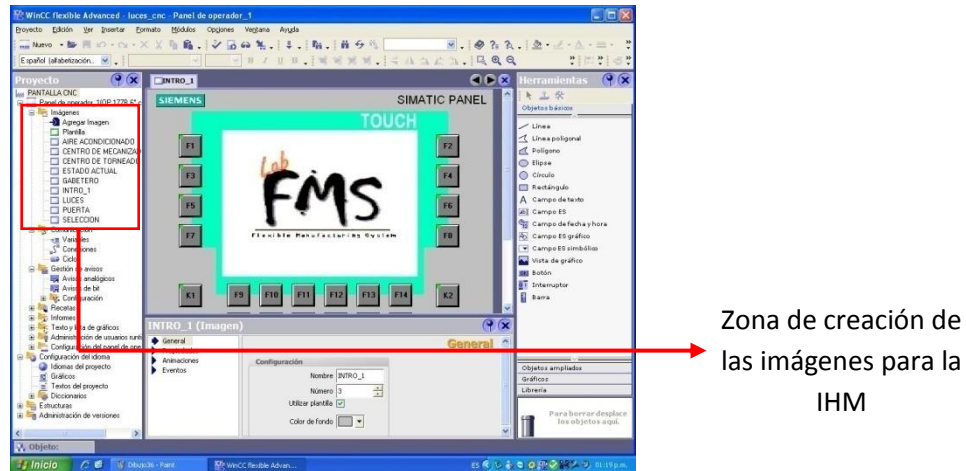


Fuente: Autores

La siguiente figura muestra las variables internas y externas creadas, las cuales tienen que tener concordancia con las creadas en Step 7, si se hace algún tipo de cambio en esto variables como el nombre ó la variable, dejara de funcionar inmediatamente, entonces se recomienda no hacer ningún cambio. También muestra el protocolo de comunicaciones con los diferentes componentes del Sistema Domótico, en el cual se hace la misma sugerencia “No se cambie por otro”.

Con WinCC Flexible también sucede lo mismo, cualquier cambio por mínimo que sea cambia toda la configuración de la Interfaz Hombre Maquina.

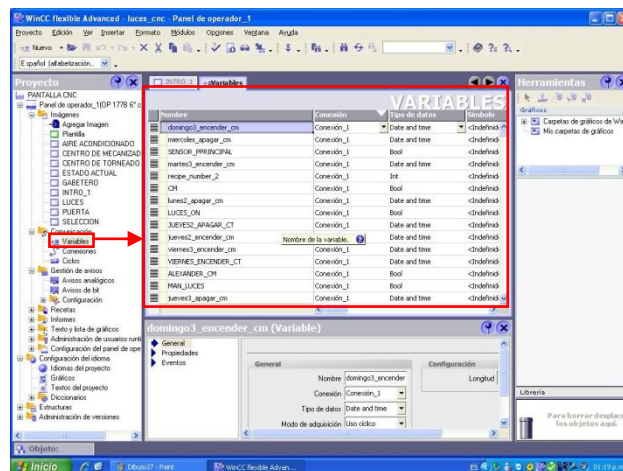
Figura 107. Ventana Principal de WinCC Flexible



Fuente: Autores

A continuación se muestra las variables creadas para tener una perfecta comunicación con los elementos del laboratorio, como sensores, actuadores, etc, igualmente deben tener concordancia con las variables creadas en Step 7, porque de modo contrario nunca harán ningún proceso por más que lo intente.

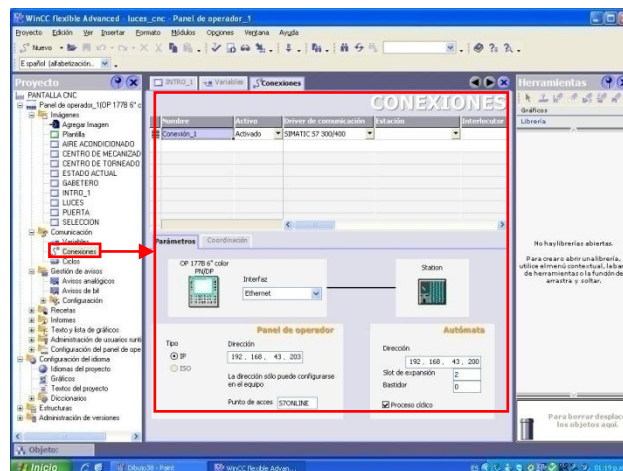
Figura 108. Variables en WinCC Flexible



Fuente: Autores

Y finalmente la siguiente imagen muestra la conexión y el protocolo de comunicación que se tiene que hacer para un perfecto desarrollo de la HMI

Figura 109. Protocolo de Comunicación



Fuente: Autores

Obviamente estas configuraciones también se tuvieron que realizar en Step 7, para garantizar la perfecta conexión entre los tres software empleados en el diseño del Sistema Domótico de Laboratorio FMS.

8. CONCLUSIONES

- Con la actualización del Sistema Domótico del Laboratorio FMS de la Escuela de Ingeniería Mecánica, se deja a disposición de la comunidad universitaria un recurso moderno de la automatización y ejemplo de desarrollo para futuros Sistemas Domóticos.
- Gracias a la implementación de una batería de respaldo a 24 voltios (SITOP), se garantiza mantener en funcionamiento el autómata programable S7-300. Al igual se podrá disponer de los electroimanes y sensores durante un periodo de tiempo suficiente en ausencia del suministro de energía, garantizando mayor **seguridad** al Laboratorio FMS para personal ajeno y malintencionado.
- Como resultado de la actualización del Sistema Domótico del Laboratorio FMS, se **reafirma** el concepto fundamental Interfaz Hombre - Máquina (HMI), el cual facilita la interacción entre dos sistemas de diferente naturaleza, como el panel operador ubicado en el tablero eléctrico de control y los auxiliares de laboratorio, lo que permite una comunicación eficaz y sencilla.
- Con la implementación del lector biométrico se ha garantizado una mayor seguridad en el acceso al laboratorio, porque asegura que solo el personal registrado con su **huella digital** o con una **clave**, podrán ingresar a éste.
- Tomando las recomendación del anterior proyecto de grado, se diseño un nuevo tablero eléctrico de control, teniendo en cuenta la organización y entendimiento de las conexiones y el espacio para futuras adecuaciones o incorporaciones de nuevos elementos, también se realizo un nuevo re-cableado de todos los dispositivos para evitar un cortocircuito y garantizar una buena captación de las señales desde y hacia el autómata programable.

- Con la implementación de una CPU 315F-2 PN/DP con modulo integrado Ethernet CP 343-1 Avancesse logró incorporar a la intranet de la UIS el Sistema Domótico, estableciéndoles direcciones IP fijas a los diferentes componentes que los requieren, con el fin de brindar un monitoreo remoto al laboratorio FMS.
- La nueva plataforma desarrollada para el Sistema SCADA del laboratorio FMS, sigue cumpliendo el complemento ideal para estas aplicaciones (interacción constante de información con el sistema), pero ahora con las ventajas de poder modificar constantemente los horarios de operación de los Centros de Mecanizado y Centro de Torneado desde la Pantalla Touch y tener una interfaz grafica amigable, donde se pueden **visualizar** y **controlar** la ejecución cada proceso desde cualquier computador que este configurado en la red.
- La implementación de la Pantalla Touch brinda las mismas funciones de la interfaz grafica (**supervisión y control**), sin necesidad de tener siempre prendido el PC donde está el Sistema SCADA, de esta forma la Interfaz Hombre Maquina es más constante, reafirmando el concepto de Sistemas Domóticos.
- Con la Actualización del Sistema Domótico del Laboratorio FMS de la Escuela de Ingeniería Mecánica, se deja como aporte una aplicación práctica a los estudiantes de las asignaturas de Autómatas Programables, Automatización Industrial y Sistemas Mecatrónicos, para reforzar sus conceptos aprendidos en las aulas.

9. RECOMENDACIONES

Así como se inicio esta tercera fase del Sistema Domótico del Laboratorio FMS de la escuela de Ingeniería Mecánica, se provee mas adelantos en la industria y tecnología; lo que lleva a que la escuela debe estar a la vanguardia de estos adelantos tecnológicos y ofrecer estos servicios a la comunidad universitaria, por eso deja una serie de consejos o recomendaciones para tener actualizado y seguro el Sistema Domótico de este laboratorio.

- Se recomienda hacer una revisión periódica tanto a los tableros eléctricos de potencia y control, como al cableado de las señales; esto para asegurar una captación eficiente de los eventos ocurridos dentro del laboratorio.
- En las fases anteriores del Sistema Domótico se instalaron una serie de sensores dentro de este (sensores de movimiento y sensor de humo), con el fin de tener informe si hay alguna persona o si hay algún caso de incendio dentro de las instalaciones. Pero no son suficientes, por eso se recomienda la instalación de otro sensor de movimiento y de humo en la parte derecha del laboratorio, para tener una mejor reacción en caso de alguna emergencia por parte de los ocupantes del laboratorio y así abarcar aun más la seguridad del personal y de las maquinas CNC.
- Así como en las fases anteriores del Sistema Domótico del Laboratorio FMS, es necesario de un *usuario – administrador*; quien debe ser la persona encargada de registrar y autorizar a los usuarios para la manipulación por horarios de las maquinas CNC y del mismo Sistema SCADA.
- Para un mejor aprovechamiento de todas las ventajas que tiene un Sistema Automatizado en su software y hardware, se aconseja exprimir en el buen

sentido, todas las herramientas que nos ofrece la automatización, para beneficio de la misma comunidad universitaria.

- Una recomendación muy importante es de no hacer ningún tipo de modificaciones al Sistema Automatizado, más que todo haciendo referencia a nivel de software y a configuraciones de red, esto para evitar futuros problemas o ineficiencias en el Sistema Domótico del Laboratorio FMS.
- Como última recomendación, se aconseja a todo el personal que desarrolla actividades en el interior del Laboratorio FMS, ajustarse en lo posible al Sistema Domótico; con el propósito de que se cumplan las funciones con las cuales fue desarrollado y así éste pueda operar de forma eficiente.

10.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- **BALCELLS, Joseph.** Autómatas programables. Alfaomega 1998
Presenta una clara exposición de los conceptos teóricos (modelos y funciones de transferencia, automatismo combinacionales y secuenciales, diseño basado en Gracef y Gemma, controladores, etc.) y un detallado tratamiento de aspectos técnicos de aplicación práctica como lo son entrada/salida y aspectos de programación.
- **BOHORQUEZ, Jhon.** Manual de entrenamiento, Autómatas Programables S7-314IFM. Publicaciones UIS. 2000
En esta fuente bibliográfica se puede encontrar la manera de estructurar un proyecto utilizando el software Step7, además proporciona una visión global de los recursos con que cuenta el Autómata programable S7-314IFM.
- **CASA DOMO SOLUCIONES.** <http://www.casadomo.com/>
Esta página contiene todo lo relacionado con los últimos avances tecnológicos hechos en Domótica, además contiene información teórica de las características y el papel que debe desempeñar un sistema Domótico cuando es implementado en determinado espacio.
- **CORREA ALARCON, Ricardo.** X-10 y EIB, Principales Protocolos aplicados en Domótica. Publicación UIS 2002
Este trabajo presenta un análisis de dos de los protocolos más utilizados en los sistemas Domóticos actuales, esta información nos permite comparar la solución implementada en el laboratorio frente a otras tecnologías existentes en el mercado y de este modo establecer las ventajas y desventajas que ofrecen este tipo de sistemas.

➤ **DATOS DE LOS MODULOS S7-300**

http://www.benkel.cl/Downloads/s7300_module_data_manual_es-ES_es-ES.pdf

Este manual nos orienta acerca de los datos técnicos de los diferentes módulos de entrada/salida con señales digitales y análogas

➤ **EJEMPLOS DE INICIACION EN STEP 7**

http://www.infopl.net/Ejemplos/Ejem_Siemens/Ejem_S7_300/Ejemplos_Siemens_S7_300_1.htm

Es un manual didáctico que ayuda a manejar el software step 7 de siemens con sencillas aplicaciones

➤ **GIRALDO LOAIZA, Alberto.** Diseño de un modelo gerencial para la gestión administrativo del mantenimiento preventivo en edificios inteligentes típicos. Publicación UIS 2005

Este documento hace una síntesis del estado del arte de la Domótica en nuestro medio, además proporciona herramientas para la administración y mantenimiento de edificios inteligentes.

➤ **HIDGLOBAL.COM.** <http://www.hidglobal.com/main/espanol/>

En esta página web se puede identificar las diversas opciones que se tienen para el nuevo control de acceso.

➤ **INSTALACIONES DOMOTICA.**

http://www.cedom.es/fitxers/documents/publicacions_home/InstalDomot_Cuadernbuenaspract_CEDOM_2ed.pdf

PDF de buenas prácticas de instalaciones Domóticas en casas, edificios, etc.

➤ **MANUAL TELESQUEMARIO TELEMECANIQUE**

<http://www.scribd.com/doc/7599150/ManualElecTeleme>

Este pdf nos orienta acerca de los diferentes símbolos eléctricos para la documentación y entendimiento de planos

➤ **MÓDULO CP 343-1 ADVANCED.**

http://cache.automation.siemens.com/dnl/TQ/TQ2MDA2MwAA_28017299_HB/GH_cp343-1gx30_78.pdf

Este documento contiene toda la información acerca de la instalación, operación y cuidados del módulo CP 343-1 ADVANCED.

➤ **MONOGRAFIAS.COM.**

<http://www.monografias.com/trabajos14/domotica/domotica.shtml>

En esta página web se puede encontrar conceptos básicos de la automatización industrial.

➤ **OLARTE VALDIVIESO, Sergio.** Implementación de un sistema Domótico para el laboratorio FMS de la escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander. Publicaciones UIS. 2005

En este proyecto de grado se muestra la forma como se estructuro el sistema Domótico del laboratorio FMS en sus inicios.

➤ **PLC S7-300**

http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/4298/12/Simatic_S7_300_PL_C.pdf

Allí encontraremos un MANUAL DE USUARIO para el PLC S7-300, el cual es clave como guía de manejo y visualización de los elementos del PLC S7-300.

➤ **PORTAL DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL.** <http://www.infopl.net/>

En esta página web se encuentra información de calidad para el entendimiento del desarrollo de tecnologías de automatización.

➤ **PRIMEROS PASOS EN S7-300.**

http://cache.automation.siemens.com/dnl/zQ1MjU5AAAA_27006123_HB/S7_300GS_ES_online.pdf

Es un manual el cual nos instruye diferentes trucos iniciales del S7-300, desde montaje de sus componentes hasta cargar un programa al PC.

➤ **ROMERO BLANCO, Carlos Alberto.** Optimización del Sistema Domótico implementado en el laboratorio FMS de la escuela de Ingeniería Mecánica. Publicaciones UIS. 2006

En este proyecto de grado se muestra las modificaciones y actualizaciones realizadas al laboratorio durante la segunda fase del laboratorio. En base a este proyecto y el anterior se puede determinar la forma como está estructurado actualmente el sistema Domótico y el laboratorio FMS.

➤ **SIEMENS.** <http://support.automation.siemens.com>

En el sistema de soporte técnico de SIEMENS se encuentra información de gran ayuda la cual se puede descargar.

➤ **SIEMENS.**

http://cache.automation.siemens.com/dnl/TM/TM3NDI1AAAA_43412059_DL/readme_wincc_flexible_2008_sp2_upd3.pdf

Es un manual que nos permite conocer más sobre las características del software WinCC flexible 2008.

ANEXOS

ANEXO A

MARCO TEORICO

1. LA DOMÓTICA

Se entiende por Domótica al conjunto de sistemas capaces de automatizar un recinto, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, que pueden estar integrados por medio de redes internas (LAN) y externas de comunicación, que pueden ser cableadas o inalámbricas, y cuyo control goza de cierta generalidad, desde dentro y fuera del recinto. Se podría definir como la integración de la tecnología en el diseño inteligente de un espacio.

Haciendo uso de la electricidad, la electrónica, la informática y las telecomunicaciones, la Domótica busca automatizar y ejercer control (apagar/encender, abrir/cerrar y regular etc.) sobre los recursos de un determinado espacio como la iluminación, climatización, persianas, puertas y ventanas, cerraduras, equipos electrónicos, suministro de agua, suministro de gas, suministro de aire, electricidad, etc. Todo esto con el fin de administrar de manera eficiente los recursos, brindar seguridad a las instalaciones y comodidad a sus usuarios.

1.1. FUNCIONES BÁSICAS DE UN SISTEMA DOMÓTICO.

Los elementos que representan la aplicación de un Sistema Domótico en un espacio o recinto suelen ser muy amplias, sin embargo existen áreas de mayor interés las cuales han alcanzado un mayor desarrollo de aplicación como lo son:

- a. *Gestión energética:* Los sistemas Domótico permiten controlar el consumo de electricidad, gas y agua, por medio de la regulación de temperatura, gestión en el uso de equipos y administración de los recursos existentes.

- b. *Seguridad*: Contempla tanto la protección de las personas como la de los bienes de un determinado lugar. Las prestaciones de seguridad que ofrecen los sistemas Domótico son altas, ya que integran tres campos que normalmente funcionan de manera independiente, como son la seguridad de los bienes (control de acceso, control de presencia), la seguridad de las personas (Alarmas de detección de incendios, Acceso a Cámaras IP) y el registro de incidentes y averías.
- c. *Comunicaciones*: Consiste en los sistemas de comunicación con los que cuenta el recinto ya sea en forma remota por mando inalámbrico o de forma presencial, para lograr intercambiar datos entre los controladores, los sensores y actuadores y la interfaz hombre maquina (HMI).
- d. *Confort*: Consiste en programaciones horarias o por medio de sensores de presencia que nos proporcionan una serie de comodidades, como pueden ser el control automático de los servicios de calefacción, agua caliente, refrigeración, iluminación, operación de maquinaria y la gestión de elementos como accesos, persianas, ventanas, riego automático, etc.

Para cumplir con todas estas funciones los sistemas Domótico usan una serie de dispositivos que pueden ser distribuidos por todo el espacio a controlar en función de las necesidades de los usuarios directos. Un sistema Domótico cuenta con: sensores, actuadores y un controlador si el sistema es centralizado, si el control es distribuido, cada dispositivo opera de manera independiente.

1.2. FORMA DE OPERACIÓN:

Un sistema Domótico dispondrá de una red de comunicación que permita la interconexión de una serie de equipos, a fin de obtener información sobre el entorno controlado y en base a esta, realizar unas determinadas acciones sobre

dicho entorno. Los elementos de campo (detectores, sensores, etc.), transmitirán las señales a una unidad central inteligente que trata y decodifica la información recibida; en función de dicha información y de una determinada programación, la unidad central dará la orden a los actuadores para que cumplan con una determinada tarea.

1.3. EL AUTÓMATA PROGRAMABLE.

Los autómatas programables son máquinas secuenciales que ejecutan sucesivamente las instrucciones indicadas en el programa de usuario almacenado en su memoria, emitiendo órdenes o señales de mando a partir de las señales de entrada leídas de la planta o recinto a controlar (en nuestro caso): al detectarse cambios en dichas señales, el autómata reacciona según el programa previamente transferido hasta obtener las órdenes de salida necesarias. Esta secuencia se ejecuta continuamente para conseguir el control actualizado del proceso.

1.3.1. Campos de aplicación: El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc, por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, su montaje compacto, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación de las partes del proceso.

Ejemplos de aplicaciones generales:

- Maniobra de máquinas
- Maquinaria industrial de plástico
- Máquinas transfer
- Maquinaria de embalajes
- Maniobra de instalaciones:
- Instalación de aire acondicionado, calefacción...
- Instalaciones de seguridad
- Señalización y control:
 - ✓ Chequeo de programas
 - ✓ Señalización del estado de procesos

1.3.2. Ventajas e inconvenientes: No todos los autómatas ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, ello es debido, principalmente, a la variedad de modelos existentes en el mercado y las innovaciones técnicas que surgen constantemente. Tales consideraciones me obligan a referirme a las ventajas que proporciona un autómata de gama media.

a. Ventajas:

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:
 - ✓ No es necesario dibujar el esquema de contactos.

- ✓ La lista de materiales queda reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminaremos parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega.
- ✓ Posibilidad de realizar modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir equipos.
- ✓ Economía en el mantenimiento, aumentar la fiabilidad del sistema
Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómatas.
- ✓ Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo si se hiciera por lógica cableada.
- ✓ Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómatas sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

b. Inconvenientes.

- Conocimientos previos en:
 - ✓ Metodologías de programación y documentación.
 - ✓ Diseño de automatismos lógicos secuenciales.
- El costo inicial del autómatas, sin embargo, actualmente existe una amplia gama de precios y especificaciones técnicas de PLC's y API, de modo que es posible afirmar que según las características del automatismo que se desee atender, existirá un PLC o un API que cubra las expectativas planteadas.

1.4. SISTEMA DE CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS (SCADA).

Un sistema de control y adquisición de datos (SCADA), es una aplicación software especialmente diseñada para trabajar sobre ordenadores encargados del control de la producción. Un sistema de control y adquisición de datos (SCADA) permite establecer comunicación con los dispositivos de campo (controladores

autónomos, autómatas programables, etc.) para ejercer control sobre el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador, la cual es configurada por el usuario y puede ser modificada. Además provee toda la información generada durante el proceso productivo a diversos usuarios.

1.4.1. Requisitos que debe cumplir un sistema de control y adquisición de datos (SCADA):

- Deben ser sistemas de arquitecturas abiertas, capaces de crecer o adaptarse según las necesidades cambiantes del espacio automatizado.
- Deben comunicarse con total facilidad con el usuario.
- Deben ser una interfaz compacta, fácil de operar y amigable para el usuario.

Con estos requisitos el sistema de control y adquisición de datos (SCADA) se convierte en una herramienta esencial para organizar los procesos, permitiendo establecer estrategias avanzadas de gestión con respuestas inmediatas.

1.4.2. Estructura de un sistema de control y adquisición de datos (SCADA):

Los módulos o bloques software que permiten a un sistema de control y adquisición de datos (SCADA) realizar las actividades de adquisición de datos, supervisión de las variables de proceso y control de la evolución del proceso se mencionan a continuación:

- **Configuración:** Permite al usuario definir el entorno de trabajo de su SCADA, adaptándolo a la aplicación particular que desea desarrollar.
- **Interfaz grafica de operador:** Proporciona al operador las funciones de control y supervisión. El proceso se representa mediante gráficos

almacenados en el ordenador de proceso y generados desde el editor incorporado en el SCADA o importados desde otra aplicación durante la configuración del paquete.

- **Modulo de proceso:** Ejecuta las acciones de mando previamente programadas a partir de los valores actuales de variables leídas.
- **Gestión y archivo de datos:** Se encarga del almacenamiento y procesamiento ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.
- **Comunicaciones:** Se encarga de la transferencia de información entre el recinto automatizado y el componente hardware que soporta el SCADA, entre esta y el resto de elementos informáticos de gestión.

1.4.3. Prestaciones que ofrece un SCADA

- Posibilidad de crear paneles de alarma que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o situación de alarma con registro de incidencias.
- Generación de historiales de señales que pueden ser transferidos para su procesamiento sobre una hoja de cálculo.
- Creación de informes, avisos y documentación en general.
- Ejecución de programas, que modifican el control, o incluso anulan o modifican las tareas asociadas al autómatas, bajo ciertas condiciones.
- Con ellas se pueden desarrollar aplicaciones basadas en el PC, con captura de datos, análisis de señales, presentaciones en pantalla, envío de resultados a disco o impresora, control de actuadores, etc.

Además, todas estas acciones se llevan a cabo mediante un paquete de funciones que incluye zonas de programación en un lenguaje de uso general (Lenguaje C, Visual Basic, programación directa), lo cual confiere una potencia muy elevada y una gran versatilidad. Algunos SCADA ofrecen librerías de funciones para lenguajes de uso general que permiten personalizar de manera muy amplia la aplicación que desee realizarse con dicho SCADA.

1.5. INTERFAZ HOMBRE MAQUINA (HMI).

Las interfaces básicas de usuario son aquellas que incluyen entes como menús, ventanas, teclado, que la computadora realiza, en general, todos aquellos canales por los cuales se permite la comunicación entre el hombre y la computadora.

La idea fundamental en el concepto de interfaz es el de mediación, entre hombre y máquina. La interfaz es lo que facilita la comunicación, la interacción, entre dos sistemas de diferente naturaleza, típicamente el ser humano y una máquina como el computador. Esto implica, además, que se trata de un sistema de traducción, ya que los dos lenguajes son diferentes:

De una manera más técnica se define a Interfaz de usuario, como conjunto de componentes empleados por los usuarios para comunicarse con las computadoras. El usuario dirige el funcionamiento de la máquina mediante instrucciones, denominadas genéricamente entradas. Las entradas se introducen mediante diversos dispositivos, por ejemplo un teclado, y se convierten en señales electrónicas que pueden ser procesadas por la computadora. Estas señales se transmiten a través de circuitos conocidos como bus, y son coordinadas y controladas por la unidad de proceso central y por un soporte lógico conocido como sistema operativo. Una vez que la UPC ha ejecutado las instrucciones indicadas por el usuario, puede comunicar los resultados mediante señales electrónicas, o salidas, que se transmiten por el bus a uno o más dispositivos de salida, por ejemplo una impresora o un monitor.

ANEXO B
TABLA DE VARIABLES DEL LABORATORIO FMS

SIMBOLO	COMENTARIO
Entradas Automata	
E124.0	Control remoto y pulsador
E124.1	Presostato
E124.2	Sensor de movimiento 1
E124.3	Sensor de movimiento 2
E124.4	Sensor de humo
E124.5	Vigilante de tensión
E124.6	Gabinete sensor 1
E124.7	Gabinete sensor 2
E125.0	Sensor puerta principal
E125.1	Modulo SAI OK
E125.2	Modulo SAI (Batería)
E125.3	Modulo SAI (Batería<85%)
E125.4	Libre
E125.5	Libre
E125.6	Libre
E125.7	Libre
Salidas Automata	
A124.0	Aire Acondicionado
A124.1	Licuada
A124.2	Centro de Mecanizado
A124.3	Centro de Torneo
A124.4	Compresor
A124.5	Purga

SIMBOLO	COMENTARIO
A124.6	Puerta (embrague-motor)
A124.7	Luces (1y2)
A125.0	Computadores (1y2)
A125.1	Electroimán puerta principal
A125.2	Electroimán puerta del armario
A125.3	Corneta
A125.4	Libre
A125.5	Libre
A125.6	Libre
A125.7	Libre
Marcas Centro de Mecanizado FC50	
M40.0	Almacena la comparación para el CM (Lunes encender)
M40.1	Comparación para el apagado
M40.2	Resultado de la comparación M40,0 y M 40,1
M40.3	FC_12 Lunes2_Encender
M40.4	Resultado de FC_18 Lunes2_Apagar
M40.5	Resultado de FC_12 y FC_18 Lunes2_Encender
M40.6	Resultado de FC_12 Lunes3_Encender
M40.7	Resultado de FC_18 Lunes3_3Apagar
M41.0	Resultado de FC_12 y FC_13 Lunes3_Encender
M48.0	Encender CM el Lunes
M48.1	Encender CM el Martes
M48.2	Encender CM el Miércoles
M48.3	Encender CM el Jueves
M48.4	Encender CM el Viernes
M48.5	Encender CM el Sábado
M48.6	Encender CM el Domingo

SIMBOLO	COMENTARIO
M48.7	Utilizar marcas para registrar usuario del CM
M41.1	FC12_Martes_Encender
M41.2	FC18_Martes_Apagar
M41.3	Resultado de FC_12 y FC_18 Martes_Encender
M41.4	FC_12 Martes2_Encender
M41.5	FC_18 Martes2_Apagar
M41.6	Resultado de FC_12 y FC_18 Martes2_Encender
M41.7	FC_12 Martes3_Encender
M42.0	FC_18 Martes3_Apagar
M42.1	Resultado de FC_12 y FC_18 Martes3_Encender
M42.2	FC_12 Miercoles_Encender
M42.3	FC_18 Miercoles_Apagar
M42.4	Resultado de FC_12 y FC_18 Miercoles_Encender
M42.5	FC_12 Miercoles2_Encender
M42.6	FC_18 Miercoles2_Apagar
M42.7	Resultado de FC_12 y FC_18 Miercoles2_Encender
M43.0	FC_12 Miercoles3_Encender
M43.1	FC_18 Miercoles3_Apagar
M43.2	Resultado de FC_12 y FC_18 Miercoles3_Encender
M43.3	FC_12 Jueves_Encender
M43.4	FC_18 Jueves_Apagar
M43.5	Resultado de FC_12 y FC_18 Jueves_Encender
M43.6	FC_12 Jueves2_Encender
M43.7	FC_18 Jueves2_Apagar
M44.0	Resultado de FC_12 y FC_18 Jueves2_Encender
M44.1	FC_12 Jueves3_Encender
M44.2	FC_18 Jueves3_Apagar

SIMBOLO	COMENTARIO
M44.3	Resultado de FC_12 y FC_18 Jueves3_Encender
M44.4	FC_12 Viernes_Encender
M44.5	FC_18 Viernes_Apagar
M44.6	Resultado de FC_12 y FC_18 Viernes_Encender
M44.7	FC_12 Viernes2_Encender
M45.0	FC_18 Viernes2_Apagar
M45.1	Resultado de FC_12 y FC_18 Viernes2_Encender
M45.2	FC_12 Viernes3_Encender
M45.3	FC_18 Viernes3_Apagar
M45.4	Resultado de FC_12 y FC_18 Viernes3_Encender
M45.5	FC_12 Sabado_Encender
M45.6	FC_18 Sabado_Apagar
M45.7	Resultado de FC_12 y FC_18 Sabado_Encender
M46.0	FC_12 Sabado2_Encender
M46.1	FC_18 Sabado2_Apagar
M46.2	Resultado de FC_12 y FC_18 Sabado2_Encender
M46.3	FC_12 Sabado3_Encender
M46.4	FC_18 Sabado3_Apagar
M46.5	Resultado de FC_12 y FC_18 Sabado3_Encender
M46.6	FC_12 Domingo_Encender
M46.7	FC_18 Domingo_Apagar
M47.0	Resultado de FC_12 y FC_18 Domingo_Encender
M47.1	FC_12 Domingo2_Encender
M47.2	FC_18 Domingo2_Apagar
M47.3	Resultado de FC_12 y FC_18 Domingo2_Encender
M47.4	FC_12 Domingo3_Encender
M47.5	FC_18 Domingo3_Apagar

SIMBOLO	COMENTARIO
M47.6	Resultado de FC_12 y FC_18 Domingo3_Encender
Marcas Centro de Torneo FC51	
M49.0	FC12_Lunes_Encender
M49.1	FC18_Lunes_Apagar
M49.2	Resultado de FC_12 y FC_18 Lunes_Encender
M49.3	FC_12 Lunes2_Encender
M49.4	FC_18 Lunes2_Apagar
M49.5	Resultado de FC_12 y FC_18 Lunes2_Encender
M49.6	FC_12 Lunes3_Encender
M49.7	FC_18 Lunes3_Apagar
M50.0	Resultado de FC_12 y FC_18 Lunes3_Encender
M50.1	FC12_Martes_Encender
M50.2	FC18_Martes_Apagar
M50.3	Resultado de FC_12 y FC_18 Martes_Encender
M50.4	FC_12 Martes2_Encender
M50.5	FC_18 Martes2_Apagar
M50.6	Resultado de FC_12 y FC_18 Martes2_Encender
M50.7	FC_12 Martes3_Encender
M51.0	FC_18 Martes3_Apagar
M51.1	Resultado de FC_12 y FC_18 Martes3_Encender
M51.2	FC_12 Miercoles_Encender
M51.3	FC_18 Miercoles_Apagar
M51.4	Resultado de FC_12 y FC_18 Miercoles_Encender
M51.5	FC_12 Miercoles2_Encender
M51.6	FC_18 Miercoles2_Apagar
M51.7	Resultado de FC_12 y FC_18 Miercoles2_Encender
M52.0	FC_12 Miercoles3_Encender

SIMBOLO	COMENTARIO
M52.1	FC_18 Miercoles3_Apagar
M52.2	Resultado de FC_12 y FC_18 Miercoles3_Encender
M52.3	FC_12 Jueves_Encender
M52.4	FC_18 Jueves_Apagar
M52.5	Resultado de FC_12 y FC_18 Jueves_Encender
M52.6	FC_12 Jueves2_Encender
M52.7	FC_18 Jueves2_Apagar
M53.0	Resultado de FC_12 y FC_18 Jueves2_Encender
M53.1	FC_12 Jueves3_Encender
M53.2	FC_18 Jueves3_Apagar
M53.3	Resultado de FC_12 y FC_18 Jueves3_Encender
M53.4	FC_12 Viernes_Encender
M53.5	FC_18 Viernes_Apagar
M53.6	Resultado de FC_12 y FC_18 Viernes_Encender
M53.7	FC_12 Viernes2_Encender
M54.0	FC_18 Viernes2_Apagar
M54.1	Resultado de FC_12 y FC_18 Viernes2_Encender
M54.2	FC_12 Viernes3_Encender
M54.3	FC_18 Viernes3_Apagar
M54.4	Resultado de FC_12 y FC_18 Viernes3_Encender
M54.5	FC_12 Sabado_Encender
M54.6	FC_18 Sabado_Apagar
M54.7	Resultado de FC_12 y FC_18 Sabado_Encender
M55.0	FC_12 Sabado2_Encender
M55.1	FC_18 Sabado2_Apagar
M55.2	Resultado de FC_12 y FC_18 Sabado2_Encender
M55.3	FC_12 Sabado3_Encender

SIMBOLO	COMENTARIO
M55.4	FC_18 Sabado3_Apagar
M55.5	Resultado de FC_12 y FC_18 Sabado3_Encender
M55.6	FC_12 Domingo_Encender
M55.7	FC_18 Domingo_Apagar
M56.0	Resultado de FC_12 y FC_18 Domingo_Encender
M56.1	FC_12 Domingo2_Encender
M56.2	FC_18 Domingo2_Apagar
M56.3	Resultado de FC_12 y FC_18 Domingo2_Encender
M56.4	FC_12 Domingo3_Encender
M56.5	FC_18 Domingo3_Apagar
M56.6	Resultado de FC_12 y FC_18 Domingo3_Encender
M58.0	Encender CM el Lunes
M58.1	Encender CM el Martes
M58.2	Encender CM el Miercoles
M58.3	Encender CM el Jueves
M58.4	Encender CM el Viernes
M58.5	Encender CM el Sabado
M58.6	Encender CM el Domingo
M58.7	Utilizar marcas para registrar usuario en CT
Otras Marcas FC51	
M60.1	Operar CM por horarios desde el SCADA
M60.2	Operar CM en modo manual o automático desde el SCADA
M60.3	Variable SCADA: automático CM
M60.4	Variable SCADA: manual CM
M60.5	Resultado para operar CM por horarios
M60.6	Resultado de la operación manual
M80.1	Operar por horarios CT

SIMBOLO	COMENTARIO
M80.2	Operar manual CT
M80.3	Automático CT
M80.4	Manual CT
M80.5	Resultado para operar CT por horarios
M80.6	Resultado de la operación manual
M80.7	Foto_usuario_Velilla
M90.0	Foto_usuario_Menese
M90.1	Foto_usuario_Luis Carlos
Alarmas Centro de Mecanizado FC52	
M110.0	FC12 Alarma Lunes CM
M110.1	FC18 Alarma Lunes CM
M110.2	Comparación FC12 y FC18 día Lunes (Encendido licuadora)
M110.3	Alarma auditiva SCADA Lunes
T1	Tiempo de duración de la alarma
M110.4	FC12 Alarma Lunes2 CM
M110.5	FC18 Alarma Lunes2 CM
M110.6	Comparación FC12 y FC18 día Lunes2 (Encendido licuadora)
M110.7	Alarma auditiva SCADA Lunes2
T2	Tiempo de duración de la alarma
M111.0	FC12 Alarma Lunes3 CM
M111.1	FC18 Alarma Lunes3 CM
M111.2	Comparación FC12 y FC18 día Lunes3 (Encendido licuadora)
M111.3	Alarma auditiva SCADA Lunes3
T3	Tiempo de duración de la alarma
M111.4	FC12 Alarma Martes CM

SIMBOLO	COMENTARIO
M111.5	FC18 Alarma Martes CM
M111.6	Comparación FC12 y FC18 día Martes (Encendido licuadora)
M111.7	Alarma auditiva SCADA Martes
T4	Tiempo de duración de la alarma
M112.0	FC12 Alarma Martes2 CM
M112.1	FC18 Alarma Martes2 CM
M112.2	Comparación FC12 y FC18 día Martes2 (Encendido licuadora)
M112.3	Alarma auditiva SCADA Martes2
T5	Tiempo de duración de la alarma
M112.4	FC12 Alarma Martes3 CM
M112.5	FC18 Alarma Martes3 CM
M112.6	Comparación FC12 y FC18 día Martes3 (Encendido licuadora)
M112.7	Alarma auditiva SCADA Martes3
T6	Tiempo de duración de la alarma
M113.0	FC12 Alarma Miércoles CM
M113.1	FC18 Alarma Miércoles CM
M113.2	Comparación FC12 y FC18 día Miércoles (Encendido licuadora)
M113.3	Alarma auditiva SCADA Miércoles
T7	Tiempo de duración de la alarma
M113.4	FC12 Alarma Miercoles2 CM
M113.5	FC18 Alarma Miercoles2 CM
M113.6	Comparación FC12 y FC18 día Miercoles2 (Encendido licuadora)
M113.7	Alarma auditiva SCADA Miercoles2
T8	Tiempo de duración de la alarma

SIMBOLO	COMENTARIO
M114.0	FC12 Alarma Miercoles3 CM
M114.1	FC18 Alarma Miercoles3 CM
M114.2	Comparación FC12 y FC18 día Miercoles3 (Encendido licuadora)
M114.3	Alarma auditiva SCADA Miercoles3
T9	Tiempo de duración de la alarma
M114.4	FC12 Alarma Jueves CM
M114.5	FC18 Alarma Jueves CM
M114.6	Comparación FC12 y FC18 día Jueves (Encendido licuadora)
M114.7	Alarma auditiva SCADA Jueves
T10	Tiempo de duración de la alarma
M115.0	FC12 Alarma Jueves2 CM
M115.1	FC18 Alarma Jueves2 CM
M115.2	Comparación FC12 y FC18 día Jueves2 (Encendido licuadora)
M115.3	Alarma auditiva SCADA Jueves2
T11	Tiempo de duración de la alarma
M115.4	FC12 Alarma Jueves3 CM
M115.5	FC18 Alarma Jueves3 CM
M115.6	Comparación FC12 y FC18 día Jueves3 (Encendido licuadora)
M115.7	Alarma auditiva SCADA Jueves3
T12	Tiempo de duración de la alarma
M116.0	FC12 Alarma Viernes CM
M116.1	FC18 Alarma Viernes CM
M116.2	Comparación FC12 y FC18 día Viernes (Encendido licuadora)

SIMBOLO	COMENTARIO
M116.3	Alarma auditiva SCADA Viernes
T13	Tiempo de duración de la alarma
M116.4	FC12 Alarma Viernes2 CM
M116.5	FC18 Alarma Viernes2 CM
M116.6	Comparación FC12 y FC18 día Viernes2 (Encendido licuadora)
M116.7	Alarma auditiva SCADA Viernes2
T14	Tiempo de duración de la alarma
M117.0	FC12 Alarma Viernes3 CM
M117.1	FC18 Alarma Viernes3 CM
M117.2	Comparación FC12 y FC18 día Viernes3 (Encendido licuadora)
M117.3	Alarma auditiva SCADA Viernes3
T15	Tiempo de duración de la alarma
M117.4	FC12 Alarma Sábado CM
M117.5	FC18 Alarma Sábado CM
M117.6	Comparación FC12 y FC18 día Sabado (Encendido licuadora)
M117.7	Alarma auditiva SCADA Sábado
T16	Tiempo de duración de la alarma
M118.0	FC12 Alarma Sabado2 CM
M118.1	FC18 Alarma Sabado2 CM
M118.2	Comparación FC12 y FC18 día Sabado2 (Encendido licuadora)
M118.3	Alarma auditiva SCADA Sabado2
T17	Tiempo de duración de la alarma
M118.4	FC12 Alarma Sabado3 CM
M118.5	FC18 Alarma Sabado3 CM

SIMBOLO	COMENTARIO
M118.6	Comparación FC12 y FC18 día Sabado3 (Encendido licuadora)
M118.7	Alarma auditiva SCADA Sabado3
T18	Tiempo de duración de la alarma
M119.0	FC12 Alarma Domingo CM
M119.1	FC18 Alarma Domingo CM
M119.2	Comparación FC12 y FC18 día Domingo (Encendido licuadora)
M119.3	Alarma auditiva SCADA Domingo
T19	Tiempo de duración de la alarma
M119.4	FC12 Alarma Domingo2 CM
M119.5	FC18 Alarma Domingo2 CM
M119.6	Comparación FC12 y FC18 día Domingo2 (Encendido licuadora)
M119.7	Alarma auditiva SCADA Domingo2
T20	Tiempo de duración de la alarma
M120.0	FC12 Alarma Domingo3 CM
M120.1	FC18 Alarma Domingo3 CM
M120.2	Comparación FC12 y FC18 día Domingo3 (Encendido licuadora)
M120.3	Alarma auditiva SCADA Domingo3
T21	Tiempo de duración de la alarma
M120.4	Prender la licuadora de alarmas a causa del CM
M120.5	Alarmas auditivas desde el SCADA
Alarmas Centro de Torneado FC53	
M121.0	FC12 Alarma Lunes CM
M121.1	FC18 Alarma Lunes CM
M121.2	Comparación FC12 y FC18 día Lunes (Encendido licuadora)

SIMBOLO	COMENTARIO
M121.3	Alarma auditiva SCADA Lunes
T22	Tiempo de duración de la alarma
M121.4	FC12 Alarma Lunes2 CM
M121.5	FC18 Alarma Lunes2 CM
M121.6	Comparación FC12 y FC18 día Lunes2 (Encendido licuadora)
M121.7	Alarma auditiva SCADA Lunes2
T23	Tiempo de duración de la alarma
M122.0	FC12 Alarma Lunes3 CM
M122.1	FC18 Alarma Lunes3 CM
M122.2	Comparación FC12 y FC18 día Lunes3 (Encendido licuadora)
M122.3	Alarma auditiva SCADA Lunes3
T24	Tiempo de duración de la alarma
M122.4	FC12 Alarma Martes CM
M122.5	FC18 Alarma Martes CM
M122.6	Comparación FC12 y FC18 día Martes (Encendido licuadora)
M122.7	Alarma auditiva SCADA Martes
T25	Tiempo de duración de la alarma
M123.0	FC12 Alarma Martes2 CM
M123.1	FC18 Alarma Martes2 CM
M123.2	Comparación FC12 y FC18 día Martes2 (Encendido licuadora)
M123.3	Alarma auditiva SCADA Martes2
T26	Tiempo de duración de la alarma
M123.4	FC12 Alarma Martes3 CM
M123.5	FC18 Alarma Martes3 CM
M123.6	Comparación FC12 y FC18 día Martes3 (Encendido

SIMBOLO	COMENTARIO
	licuadora)
M123.7	Alarma auditiva SCADA Martes3
T27	Tiempo de duración de la alarma
M124.0	FC12 Alarma Miércoles CM
M124.1	FC18 Alarma Miércoles CM
M124.2	Comparación FC12 y FC18 día Miércoles (Encendido licuadora)
M124.3	Alarma auditiva SCADA Miércoles
T28	Tiempo de duración de la alarma
M124.4	FC12 Alarma Miercoles2 CM
M124.5	FC18 Alarma Miercoles2 CM
M124.6	Comparación FC12 y FC18 día Miercoles2 (Encendido licuadora)
M124.7	Alarma auditiva SCADA Miercoles2
T29	Tiempo de duración de la alarma
M125.0	FC12 Alarma Miercoles3 CM
M125.1	FC18 Alarma Miercoles3 CM
M125.2	Comparación FC12 y FC18 día Miercoles3 (Encendido licuadora)
M125.3	Alarma auditiva SCADA Miercoles3
T30	Tiempo de duración de la alarma
M125.4	FC12 Alarma Jueves CM
M125.5	FC18 Alarma Jueves CM
M125.6	Comparación FC12 y FC18 día Jueves (Encendido licuadora)
M125.7	Alarma auditiva SCADA Jueves
T31	Tiempo de duración de la alarma
M126.0	FC12 Alarma Jueves2 CM

SIMBOLO	COMENTARIO
M126.1	FC18 Alarma Jueves2 CM
M126.2	Comparación FC12 y FC18 día Jueves2 (Encendido licuadora)
M126.3	Alarma auditiva SCADA Jueves2
T32	Tiempo de duración de la alarma
M126.4	FC12 Alarma Jueves3 CM
M126.5	FC18 Alarma Jueves3 CM
M126.6	Comparación FC12 y FC18 día Jueves3 (Encendido licuadora)
M126.7	Alarma auditiva SCADA Jueves3
T33	Tiempo de duración de la alarma
M127.0	FC12 Alarma Viernes CM
M127.1	FC18 Alarma Viernes CM
M127.2	Comparación FC12 y FC18 día Viernes (Encendido licuadora)
M127.3	Alarma auditiva SCADA Viernes
T34	Tiempo de duración de la alarma
M127.4	FC12 Alarma Viernes2 CM
M127.5	FC18 Alarma Viernes2 CM
M127.6	Comparación FC12 y FC18 día Viernes2 (Encendido licuadora)
M127.7	Alarma auditiva SCADA Viernes2
T35	Tiempo de duración de la alarma
M128.0	FC12 Alarma Viernes3 CM
M128.1	FC18 Alarma Viernes3 CM
M128.2	Comparación FC12 y FC18 día Viernes3 (Encendido licuadora)
M128.3	Alarma auditiva SCADA Viernes3

SIMBOLO	COMENTARIO
T36	Tiempo de duración de la alarma
M128.4	FC12 Alarma Sábado CM
M128.5	FC18 Alarma Sábado CM
M128.6	Comparación FC12 y FC18 día Sábado (Encendido licuadora)
M128.7	Alarma auditiva SCADA Sábado
T37	Tiempo de duración de la alarma
M129.0	FC12 Alarma Sabado2 CM
M129.1	FC18 Alarma Sabado2 CM
M129.2	Comparación FC12 y FC18 día Sabado2 (Encendido licuadora)
M129.3	Alarma auditiva SCADA Sabado2
T38	Tiempo de duración de la alarma
M129.4	FC12 Alarma Sabado3 CM
M129.5	FC18 Alarma Sabado3 CM
M129.6	Comparación FC12 y FC18 día Sabado3 (Encendido licuadora)
M129.7	Alarma auditiva SCADA Sabado3
T39	Tiempo de duración de la alarma
M130.0	FC12 Alarma Domingo CM
M130.1	FC18 Alarma Domingo CM
M130.2	Comparación FC12 y FC18 día Domingo (Encendido licuadora)
M130.3	Alarma auditiva SCADA Domingo
T40	Tiempo de duración de la alarma
M130.4	FC12 Alarma Domingo2 CM
M130.5	FC18 Alarma Domingo2 CM
M130.6	Comparación FC12 y FC18 día Domingo2 (Encendido

SIMBOLO	COMENTARIO
	licuadora)
M130.7	Alarma auditiva SCADA Domingo2
T41	Tiempo de duración de la alarma
M131.0	FC12 Alarma Domingo3 CM
M131.1	FC18 Alarma Domingo3 CM
M131.2	Comparación FC12 y FC18 día Domingo3 (Encendido licuadora)
M131.3	Alarma auditiva SCADA Domingo3
T42	Tiempo de duración de la alarma
M160.0	Prender la licuadora de alarmas a causa del CT
M160.1	Alarmas auditivas desde el SCADA
Luces FC54	
M131.4	Marca que incrementa el número de usuarios en el contador
M131.5	Marca que decrementa el número de usuarios en el contador
M131.6	Marca que resetea el contador de usuarios
MW31	Palabra que almacena el resultado de la operación
M131.7	Marca que indica si hay usuarios en el laboratorio
M132.0	Encendido manual desde el SCADA
M132.1	Encendido automático desde el SCADA
M132.2	Enciende las luces
Aire Acondicionado FC55	
M132.3	Encendido manual desde el SCADA
M132.4	Encendido automático desde el SCADA
M132.5	Enciende del Aire
A124.0	
CompresorFC56	
M132.6	Encendido manual desde el SCADA

SIMBOLO	COMENTARIO
M132.7	Encendido Automático
M133.0	Encendido del compresor
A124.4	Salida que activa el encendido del compresor
M133.1	Limitar el compresor desde el SCADA mientras el CM este encendido
Presostato FC56	
M133.2	Si el presostato está cargando o descargando
E124.1	Entrada de presostato
Purga FC56	
M133.3	Purga automática cuando la maquina y compresor se apagan
T43	Temporizador de tiempo de purga
M133.4	Purga desde el SCADA
A124.5	Salida de la purga
PuertaFC 57	
M133.5	Apertura manual desde el SCADA
M133.6	Apertura desde el pulsador o central
A125.1	Electroimán de la puerta
M133.7	Marca que almacena el tiempo de apertura de la puerta
T44	Temporizador de accionamiento del motor con el SCADA
T45	Temporizador de accionamiento del motor con el control o pulsador
T46	Temporizador para la alarma de la puerta
M134.0	Marca que almacena el tiempo para la alarma de la puerta principal
Computadores FC58	
M134.1	Encendido manual desde el SCADA
M134.2	Encendido automático desde el SCADA
M134.3	Encendido de los computadores

SIMBOLO	COMENTARIO
Armario FC59	
M134.4	Apertura manual desde el SCADA
M134.5	Marca que almacena la puerta abierta
T47	Temporizador que desenergiza el electroimán
T48	Temporizador para la alarma sensor1
M134.6	Marca que almacena el tiempo de la alarma sensor 1
M134.7	Marca que almacena la señal del sensor 2
T49	Temporizador para la alarma sensor2
M135.0	Marca que almacena el tiempo de la alarma sensor 2
Alarmas FC60	
M135.1	Marca que acusa la alarma de la puerta principal desde el SCADA
M135.2	Marca de set y reset de la alarma de la puerta principal
M135.3	Marca que guarda el estado de la alarma de la puerta principal
M135.4	Marca que acusa la alarma del armario 1 desde el SCADA
M135.5	Marca de set y reset de la alarma del armario 1
M135.6	Marca que guarda el estado de la alarma del armario 1
M135.7	Marca que acusa la alarma del armario 2 desde el SCADA
M136.0	Marca de set y reset de la alarma del armario 2
M136.1	Marca que guarda el estado de la alarma del armario 2
M136.2	Almacena la señal del sensor de humo
M136.3	Almacena la señal del alarma de intrusión
T50	Tiempo que demora en actuar la corneta
Acusar Alarmas FC61	
DB5.DBX1000.0	Marca el evento de la puerta principal
DB5.DBX1004.0	Flanco marca evento de la puerta principal

SIMBOLO	COMENTARIO
DB5.DBX1000.1	Marca el evento de la puerta del armario 1
DB5.DBX1004.1	Flanco marca evento de la puerta del armario 1
DB5.DBX1000.2	Marca el evento de la puerta del armario 2
DB5.DBX1004.2	Flanco marca evento de la puerta del armario 2
DB5.DBX1000.3	Marca el evento del sensor de humo
DB5.DBX1004.3	Flanco marca evento del sensor de humo
DB5.DBX1000.4	Marca el evento de la alarma de intrusión
DB5.DBX1004.4	Flanco marca evento de la alarma de intrusión

ANEXO C
PLANOS ELECTRICO DEL LABORATORIO FMS

