

**OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DOMÓTICO IMPLEMENTADO EN EL
LABORATORIO FMS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**CARLOS ALBERTO ROMERO BLANCO
WILFRIDO ALBERTO GÓMEZ PÉREZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2006

**OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DOMÓTICO IMPLEMENTADO EN EL
LABORATORIO FMS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**CARLOS ALBERTO ROMERO BLANCO
WILFRIDO ALBERTO GÓMEZ PÉREZ**

**Trabajo de grado para optar al título de:
Ingeniero Mecánico**

**Director
JORGE ENRIQUE MENESES FLORES
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2006

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bucaramanga, 25 de Octubre de 2006

DEDICATORIA

*A Dios
A mi Familia
A mis Amigos*

Carlos Alberto

DEDICATORIA

*A mis Padres
Por su apoyo incondicional
A lo largo de toda mi vida*

Wilfrido Alberto

AGRADECIMIENTOS

JORGE ENRIQUE MENESES FLORES, por su valiosa colaboración durante el desarrollo de este proyecto, por ser más que un docente, por ser un amigo.

Al **Grupo de Investigación en Mecatrónica GIMKT**, por todo lo que nos aportó a nuestro desarrollo como ingenieros y como personas.

A la **FAMILIA VERDEZA RAMIREZ**, por su amistad y su valiosa contribución al desarrollo de este proyecto de grado.

A todos nuestros **FAMILIARES**, por su infinito apoyo a lo largo de nuestras vidas.

A todos nuestros **AMIGOS Y COMPAÑEROS**, por permitirnos conocerles y aprender de cada uno de ellos una lección de vida.

Al personal del taller de maquinas herramientas de la escuela de ingeniería mecánica por todos los aportes recibidos.

Gracias

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO.....	3
1.1 Objetivo General.....	3
1.2 Objetivos Específicos.....	3
2. IMPORTANCIA Y ALCANCES DEL PROYECTO.....	6
3. ESTRUCTURA GRAFCET DEL SISTEMA DOMÓTICO.....	9
3.1 SUBSISTEMA DE CONTROL DE ACCESO	11
3.1.1 Consideraciones	11
3.2 SUBSISTEMA DE CONTROL DE MAQUINAS CNC	13
3.3 SUBSISTEMA DE CONTROL DE LUCES Y AIRE ACONDICIONADO	15
3.4 SUBSISTEMA DE MONITOREO Y SUPERVISION DE LA UPS.....	16
3.5 SUBSISTEMA DE CONTROL DE COMPUTADORES.....	16
3.6 SUBSISTEMA DE CONTROL DE ACCESO AL GABINETE DE HERRAMIENTAS	18
3.7 SUBSISTEMA DE FUNCIONES PERIODICAS	19
3.8 SUBSISTEMA DE REGISTRO DE EVENTOS Y OPERACIONES.....	20
3.9 SUBSISTEMA DE ALARMAS	21
4. HARDWARE EMPLEADO EN EL PROYECTO.....	25
4.1 EQUIPO REUTILIZADO	25
4.1.1 Controlador Central.....	25
4.1.2 Cerraduras Magnéticas.....	27
4.1.3 Licuadora de Aviso	28
4.1.4 Sirena de Aviso	28
4.1.5 Sensores de Proximidad	29
4.1.6 Electroválvula del compresor.....	29

4.1.7 Contactores.....	30
4.1.8 Relés.....	31
4.1.9 Tablero de Potencia.....	31
4.1.10 Caja de Preactuadores.	34
4.1.11 Caja del Controlador.	36
4.2 EQUIPO NUEVO.....	37
4.2.1 Tablero de Acceso.....	37
4.2.2 Mando Remoto.....	38
4.2.3 Sensores de Presencia	38
4.2.4 Sensor de Humo	39
4.2.5 Sensor de Caída de Fase.....	40
4.2.6 Sensores de Corriente.....	40
4.2.7 Cámara de Identificación	42
4.2.8 Tarjeta de video para vigilancia.....	43
5. MECANISMO AUTOMÁTICO PARA APERTURA DE LA PUERTA	
PRINCIPAL.....	45
5.1 MOTOR ELÉCTRICO	46
5.2 REDUCTOR	47
5.3 EMBRAGUE.	48
5.4 MECANISMO DE APERTURA.....	49
6. INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO.....	53
6.1 EL SOFTWARE WINCC	54
6.1.1 Módulos de función de WINCC V6.0	55
6.2 DISEÑO Y CARACTERISTICAS DE LA INTERFAZ GRÁFICA DE.....	
USUARIO.....	57
6.2.1 Ventana principal.	57
6.2.2 Ventana Estado de sala.....	59
6.2.3 Ventana de registro de usuarios.	65
6.2.4 Ventana de registro de eventos.	67
6.2.5 Ventana de horario de equipos.....	68

6.2.6	Ventana funciones de administrador.....	69
7.	MANUAL DEL OPERADOR Y RECOMENDACIONES A TENER EN CUENTA	71
7.1	MANEJO DEL TABLERO DE ACCESO.....	71
7.2	ENTRAR Y SALIR DE LA INTERFAZ GRAFICA DE USUARIO.....	72
7.3	MODIFICAR EL MODO DE OPERACIÓN DE UN EQUIPO.	73
7.4	MANEJO DE LOS REGISTROS DE USUARIO.....	74
7.4.1.	Registrar un Usuario nuevo.....	74
7.4.2.	Modificar los datos de usuario.	76
7.4.3.	Eliminar los datos de usuario.	77
7.5	ASIGNACIÓN DE HORARIOS PARA EL USO DE LAS MAQUINAS.	79
7.6	MANEJO DEL ADMINISTRADOR DE USUARIOS.....	80
7.6.1.	Creación de un Nuevo Usuario.	81
7.6.2.	Eliminar un Usuario.	83
7.7	RECOMENDACIONES DE OPERACIÓN.....	85
7.7.1	Apertura prolongada de las puertas Principal y de Herramientas	85
7.7.2	Alarmas de intrusión e incendio.....	85
7.7.3	Apertura de Puerta con fallo de Motor.....	86
7.7.4	Fallo en los sensores de corriente.....	86
7.7.5	Homologar las bases de datos del autómata y del ordenador.....	86
7.7.6	Comparar bases de Datos	87
7.7.7	La interfaz grafica de usuario no responde	87
7.7.8	El sistema Domótico no responde.....	88
	CONCLUSIONES	89
	RECOMENDACIONES	91
	BIBLIOGRAFÍA	93
	ANEXOS	94

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Datos técnicos del autómatas S7-314IFM.....	26
Cuadro 2. Especificaciones técnicas de las cerraduras magnéticas SCD 300.	28
Cuadro 3. Especificaciones técnicas de la licuadora de aviso Sassin 3S-1105.	28
Cuadro 4. Especificaciones técnicas de la sirena E.B.C.....	29
Cuadro 5. Datos técnicos de los sensores de presencia inductivos GSI CS02.	29
Cuadro 6. Especificaciones técnicas de la Electroválvula SMC VX3112.	30
Cuadro 7. Especificaciones técnicas de los contactores LC1-D5011 A.C.	30
Cuadro 8. Datos técnicos de los Relés.	31
Cuadro 9. Elementos del tablero de potencia	33
Cuadro 10. Elementos del Tablero de Preactuadores.	35
Cuadro 11. Distribución de los componentes del Controlador.....	37
Cuadro 12. Especificaciones técnicas del operador remoto UT 3400.	38
Cuadro 13. Datos técnicos del sensor de presencia COMET PIR RK210.	39
Cuadro 14. Especificaciones Técnicas del detector de humo LH-93(11).....	39
Cuadro 15. Datos Técnicos del Vigilante de Tensión 3UG0541-1AN00.....	40
Cuadro 16. Especificaciones técnicas de la cámara CMOS S-299A.....	43
Cuadro 17. Especificaciones técnicas de la tarjeta DVR PICO2000.....	44
Cuadro 18. Requerimientos mínimos del sistema de apertura automático.	46
Cuadro 19. Especificaciones técnicas del Motorreductor.....	47
Cuadro 20. Especificaciones técnicas del Reductor sinfín Corona.....	48
Cuadro 21. Análisis Matemático del Mecanismo de 4 Barras.	52
Cuadro 22. Estados de los Equipos de la Sala.....	61

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Configuración del tablero de potencia.	32
Figura 2. Configuración del tablero de preactuadores.	34
Figura 3. Esquema eléctrico de los sensores de presencia de corriente.	42
Figura 4. Camara de vigilancia CMOS S-299A.	42
Figura 5. Tarjeta DVR PICO2000 para vigilancia en CCTV.	43
Figura 7. Ventana Principal	59
Figura 8. Ventana Estado de la Sala	60
Figura 9. Ventana Estado de los Computadores.	61
Figura 11. Ventana Registro de Eventos.	67
Figura 12. Ventana Asignación de Horario de Equipos.	68
Figura 13. Ventana de Funciones de Administrador.	69
Figura 15. Entrar y salir de la Interfaz grafica de usuario	73
Figura 16. Cambiar el modo de operación de un equipo.	74
Figura 17. Asignar clave a nuevo usuario.	75
Figura 18. Modificar los datos de usuario.	77
Figura 19. Eliminar los datos de usuario.	78
Figura 20. Configuración del horario de uso de los equipos.	80
Figura 21. Creación de un nuevo usuario parte A.	81
Figura 22. Creación de un nuevo usuario parte B.	82
Figura 23. Eliminar un usuario Parte A.	84
Figura 24. Eliminar un usuario parte B.	84

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Planos Electrónicos del Sistema.....	95
Anexo B. Graficet nivel superior del sistema domótico (ver planos)	98
Anexo C. Diagrama Gemma del sistema de domótico.....	99
Anexo D. Descripción de los bloques utilizados en la programación del sistema domótico implementado.....	104
Anexo E. Cuadro de símbolos del programa implementado.....	108

RESUMEN

TITULO:

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DOMÓTICO IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO FMS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.*

AUTORES: CARLOS ALBERTO ROMERO BLANCO
WILFRIDO ALBERTO GÓMEZ PÉREZ**

PALABRAS CLAVES:

Sistema Domótico, Sistema Scada, Autómatas Programables, Edificios Inteligentes.

DESCRIPCIÓN:

Este trabajo de grado se desarrolló con el objetivo de optimizar las funciones del sistema Domótico implementado anteriormente en el laboratorio FMS (Sistemas Flexibles de Manufactura), para hacerlo mas confiable en su funcionamiento y dotarlo de nuevas funciones que le permitieran realizar el trabajo para el cual fue concebido de una manera mas eficiente, de modo que se reflejara en un aumento de sus prestaciones, dentro de las que se cuentan: seguridad de las instalaciones, confort a los usuarios directos e indirectos, manejo eficiente de los recursos físicos y energéticos, autonomía del sistema y soporte de las actividades de mantenimiento.

Para llevar a cabo esta tarea de la mejor manera posible se trazaron metas parciales que condujeran de manera segura a la consecución del objetivo final, un sistema eficiente y robusto a la vez.

El trabajo comenzó con la identificación de las fortalezas y debilidades del sistema existente para incorporar al nuevo sistema los aspectos positivos y replantear todos aquellos que limitaban su funcionamiento, con toda esta información y las nuevas ideas se dio paso al rediseño de la estructura grafic del sistema y de la interfaz hombre maquina, seguidamente se acondicionaron todos aquellos elementos sensores y actuadores que presentaban un funcionamiento inadecuado o no funcionaban, además se instalaron nuevos equipos que ampliaron el espectro funcional del sistema, finalmente se puso a prueba el nuevo sistema, obteniéndose el resultado deseado.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ciencias Físico Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Ing. Jorge Enrique Meneses.

SUMMARY

TITLE:

OPTIMIZATION OF THE DOMOTIC SYSTEM IMPLEMENTED AT THE FMS LABORATORY FROM THE MECHANICAL ENGINEERING SCHOOL*

AUTHORS: CARLOS ALBERTO ROMERO BLANCO
WILFRIDO ALBERTO GOMEZ PEREZ**

KEY WORDS:

Domotic system, Scada System, Programmable Automatism, Intelligent Buildings.

DESCRIPTION:

This graduating work was developed with the objective to optimize the functions of the domotic system previously implemented at the FMS laboratory (Flexible Manufacturing System), to make it more reliable in its operation and to equip it with new functions that allowed him to make the work for which it was conceived by a more efficient way, in such a way that it would be reflected in an increase of its benefits, within which are counted: security of the installations, comfort to the direct and indirect users, efficient handling of the physical and power resources, autonomy of the system and supported of the maintenance activities.

In order to carry out this task by the best possible way, partial goals have drawn up for leading of safe way the achievement of the final mission, an efficient and robust system simultaneously.

The work began with the identification of the strengths and weaknesses of the existing system to incorporate to the new system the positive aspects and to reestablish all those that limited its operation, with all of this information and the new ideas, was given the step to the redesign of the structure grafcet of the system and of the interface man-machine, subsequently were conditioned all those sensors and actuators elements that presented an inadequate operation or that didn't work, in addition new equipment was installed that extended the functional spectrum of the system, finally the new system was put on approval, being obtained the wished result.

* Undergraduated thesis.

** Faculty of Physiomechanical Engineerings , School of Mechanical Engineering . Eng Jorge Enrique Meneses.

INTRODUCCIÓN

El medio en el cual se desempeñan los profesionales de hoy cambia de manera constante, si no estamos dispuestos a cambiar conforme ocurran las cosas estamos condenados a ser rezagados con las consecuencias que esto implica en un medio laboral y profesional tan competido como el que se plantea hoy día. La universidad como responsable de la formación de los futuros profesionales del mañana esta en la obligación de brindarle a sus estudiante las herramientas necesarias para desempeñarse de la mejor manera bajo las reglas de juego que plantea no solo nuestro medio social sino el mundo como tal.

Conciente de ello la Universidad Industrial de Santander ha estado realizando esfuerzos para brindar a sus estudiantes los espacios adecuados para que pongan en práctica los conocimientos adquiridos, ejemplo de ello son los procesos de reforma que se han venido gestando al interior de las distintas escuelas del campus. En el caso específico de la escuela de Ingeniería Mecánica se trabajó en la reforma del pensum académico, para que estuviera mas acorde con el momento histórico que vivimos, también se ha trabajado en la adecuación de los espacios de práctica (laboratorios) con miras a reforzar la autoconfianza del estudiantado y asegurar la puesta en práctica de los conocimientos teóricos.

El laboratorio FMS ha sido uno de los abanderados en este proceso, ya que cuenta con infraestructura física y software de última generación puesta a disposición del estudiantado y la comunidad. Cuando se cuenta con un

recurso de esta naturaleza, resulta imperativo establecer mecanismos que permitan su aprovechamiento eficiente, en respuesta a esta necesidad se implemento un sistema piloto con la capacidad para administrar dichos recursos de la forma más eficiente posible.

Todo nuevo desarrollo es susceptible de ser evaluado y en base a dicha evaluación de ser mejorado, esa es la idea que enmarca la realización de este proyecto, un proceso evaluativo que tuvo como fin último identificar las cosas que valía la pena rescatar y las que eran susceptibles de ser mejoradas, así como las oportunidades que existían para la expansión de sus funciones.

En este documento se describirá de forma detallada el proceso seguido para la realización de este proyecto, se hará una descripción de cómo opera el sistema Domótico, los componentes hardware involucrados en su desarrollo, la forma como fueron integrados al sistema y se describirá el procedimiento que debe seguir el usuario para manipular el funcionamiento del sistema desde la interfaz grafica de usuario.

1. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO

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, mediante la reestructuración del actual sistema domótico del laboratorio de FMS de la Escuela de Ingeniería Mecánica, que se refleje en un incremento de las prestaciones del sistema, mayor eficacia en el control de los recursos del laboratorio, mayor seguridad de las instalaciones, aumento de la confiabilidad del sistema y mayor confort a sus usuarios.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Rediseñar la estructura software del actual sistema domótico, incluye las siguientes actividades.
- Identificar fortalezas y debilidades en la estructuración y en el diseño del sistema domótico existente.
- Rediseñar la estructura Grafcet.
- Programar el nuevo Grafcet haciendo uso del software Simatic-S7.
- Actualizar la Interfaz Hombre-Maquina, adaptándola a la nueva programación, haciendo uso del software WINCC:

✓ Recuperar la capacidad operativa de los subsistemas del actual sistema domótico que están fuera de servicio o están operando de manera deficiente, incluye:

- Poner en operación el sistema de alimentación eléctrica y purga periódica del compresor.
- Reprogramar y colocar en operación el sistema de Alarmas y monitoreo de eventos especiales.
- Reemplazar el tablero de acceso existente, por uno de mayor confiabilidad, conservando el principio operativo del actual.

✓ Diseñar e implementar nuevos subsistemas e instalar nuevos equipos y sensores, con miras a incrementar las prestaciones y la capacidad operativa del sistema domótico.

- Implementar un sistema de apertura automática para la puerta de acceso principal.
- Instalar un detector de fase para el tablero de mando eléctrico del laboratorio, monitoreable desde el sistema Scada.
- Integrar al sistema domótico la unidad de respaldo de energía para los PC's (UPS), de modo que pueda ser monitoreada y controlada desde el Scada.
- Instalar sensores de presencia al interior del laboratorio.
- Incorporar un sistema básico de identificación del personal que solicita ingreso al laboratorio.

- Implementar un sistema que permita registrar el tiempo de operación de las maquinas CNC como indicador para labores de mantenimiento preventivo.

✓ Elaborar la documentación necesaria para las tareas de mantenimiento y explotación del sistema Scada, incluye los siguientes entregables:

- Manual de Usuario.
- Plano eléctrico del Sistema.
- Graficet de nivel avanzado.
- Recomendaciones para el diagnostico de fallas comunes y mantenimiento del sistema.

2. IMPORTANCIA Y ALCANCES DEL PROYECTO

Todo sistema automatizado es concebido con el objeto de introducir mejoras en la ejecución de un determinado proceso, mejoras que se vean reflejadas en la generación de condiciones mas confortables y en facilidades de uso de un equipo o sistema, de tal manera que las tareas a desarrollar puedan ser efectuadas con mayor agilidad y en muchos casos, con mayor precisión; sin embargo, hay que decir también que cuando un sistema automatizado presenta fallas en su funcionamiento, traducidas en una baja confiabilidad, puede llegar a convertirse en un generador de demoras e inconvenientes en el normal desarrollo de las tareas para las cuales fue diseñado, dejando entonces de cumplir su misión de facilitador para convertirse en un obstáculo para el funcionamiento del sistema.

En el laboratorio FMS de la escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander fue implementado como proyecto de grado un sistema domótico piloto, con la capacidad para controlar y administrar de forma automatizada los recursos con los que cuenta dicho espacio. Con la implementación de este sistema, se han generado en el laboratorio condiciones mucho mas confortables para trabajar, además de permitir una administración eficiente de las maquinas CNC que se hallan en su interior.

Todos los sistemas requieren de un proceso de mejoramiento continuo y el sistema domótico implementado en el laboratorio de FMS no constituye una excepción, desde su puesta en servicio se han detectado oportunidades de mejora y se ha visto la necesidad de incorporarle nuevas tareas y funciones,

también se han detectado carencias, que en ocasiones han comprometido la operación normal del laboratorio.

De este modo se ha concebido el desarrollo de este proyecto de grado, con el que se pretende llevar a cabo la optimización del Sistema Domótico anteriormente implementado, no solo con el propósito de corregir errores, sino también de adicionar nuevas funciones al sistema, de modo que se vean reflejadas en un aumento de sus prestaciones, es decir, en un control eficiente de los equipos y recursos del laboratorio, suficiencia en el registro de eventos y manejo de alarmas, mayor confort a sus instalaciones y ante todo lograr que el sistema se convierta en un soporte para el desarrollo de las actividades que tienen lugar al interior del laboratorio FMS.

Hay que tener en cuenta que el laboratorio FMS cuenta con una infraestructura y equipos que tienen un costo elevado, por lo que la seguridad de este laboratorio se constituyó en un tópico de gran importancia al momento de rediseñar la estructura software del sistema domótico, sin olvidar que su objetivo fundamental es garantizar el máximo aprovechamiento de los recursos que en él se encuentran.

Con el desarrollo de este proyecto se tiene entonces, un sistema domótico funcional, con una alta confiabilidad, con capacidad para administrar los recursos con los que cuenta el laboratorio de una manera eficiente, y que le permite a los usuarios del sistema acceder fácilmente a él, sin necesidad de tener conocimientos previos de la forma como opera el sistema, esto gracias a que trae incorporado una interfaz grafica con la que el usuario puede interactuar de forma cómoda y ágil con el sistema, permitiéndole explorar todas las alternativas que este ofrece.

También hay que resaltar que la realización de este proyecto materializa una excelente aplicación práctica de todos los elementos que componen un sistema automatizado (sensores, preactuadores, actuadores, controladores, metodología Grafcet, Gemma, sistemas Scada), que lo convierte en una herramienta didáctica demostrativa para las asignaturas de Automatización y Autómatas Programables.

Todo lo anterior permite corroborar el impacto positivo que genera la realización de este proyecto de grado en el laboratorio FMS, lográndose de esta manera cumplir con los objetivos trazados y dejando a disposición de la Escuela de Ingeniería Mecánica un sistema con altas prestaciones, modelo para futuros trabajos en el área de la Domótica.

3. ESTRUCTURA GRAFCET DEL SISTEMA DOMÓTICO

La primera tarea a desarrollar durante este proyecto fue la de identificar el estado actual del sistema domótico implementado, tanto en su parte software como hardware, se buscaba de este modo reconocer las falencias que presentaba este sistema, lo que podía seguir siendo utilizando y aquellas nuevas funciones que podrían ser implementadas para lograr condiciones de mayor confort y seguridad en el interior del laboratorio, además de una mejor organización y distribución de los recursos que éste presta.

Luego de efectuada dicha revisión, se pudo notar que si durante el desarrollo de este proyecto se planeaba implementar nuevas funciones para el control del laboratorio, se hacía totalmente necesario cambiar completamente la estructura software del proyecto anteriormente implementado en esta sala, ya que así como estaba concebida la programación de éste, la memoria del controlador (Autómata Programable S7-314IFM) había sido utilizada en un 98%, lo que prácticamente eliminaba la posibilidad de adicionar nuevas tareas en ese mismo programa, y es de ahí donde surge la idea de “Optimización del Sistema Domótico Implementado en el Laboratorio FMS de la Escuela de Ingeniería Mecánica”.

De esta manera se hace necesario el diseño de un nuevo programa que incorpore de manera eficiente todas las tareas de control a implementar, y para esto, lo mejor es utilizar la metodología GRAFCET.

Recordemos primero que todo que la palabra GRAFCET es el acrónimo para Grafico Funcional de Control de Etapas y Transiciones, éste es un método gráfico de sintaxis simple, para especificar la automatización industrial de un proceso secuencial, además de que es un método unificado interpretable por técnicos de diferentes campos.

Para el desarrollo de este programa, se concibió al sistema domótico como un sistema compuesto por varios subsistemas con cierta autonomía entre sí, pero todos ellos controlados de manera unificada por un controlador central, de esta manera, los subsistemas encontrados para el control del laboratorio son los siguientes:

- Subsistema de control de acceso
- Subsistema de control de maquinas CNC
- Subsistema de control de luces y aire acondicionado
- Subsistema para monitoreo y supervisión de la UPS
- Subsistema para control de computadores
- Subsistema de control de acceso al gabinete de herramientas
- Subsistema de funciones periódicas
- Subsistema de registro de eventos y operaciones
- Subsistema de alarmas

Todos los subsistemas anteriormente enunciados, pueden ser fácilmente identificados en el Grafcet diseñado para este Sistema Domótico, el cual se puede ver en detalle en el Anexo B de este documento.

3.1 SUBSISTEMA DE CONTROL DE ACCESO

Este subsistema es el encargado de permitir el ingreso de personas al interior del laboratorio, consta de un modo automático y un modo manual; a través del modo automático, la persona que desea ingresar digita su clave personal en el teclado de acceso, para lo cual debe seguir el procedimiento descrito en el manual de operación del sistema (Ver Sección 7.1).

- **Consideraciones:**

- ✓ Debe tenerse en cuenta que con el objeto de brindar mayor seguridad a la instalación se considero que las claves a ingresar al sistema deben ser mayores o iguales a 4 dígitos, dicha clave puede ser entonces cualquier numero mayor que 0000 (cero), pero por cuestiones de capacidad de almacenamiento, inferior a 8 dígitos, con lo que el rango en el que se puede manejar una clave para el acceso al laboratorio sería entre 0001 – 99999999.

- ✓ También se considero la implementación de un display que le permitiera al usuario hacer un seguimiento de las teclas que va presionando, las cuales en él aparecerán como asteriscos para evitar que estas sean copiadas por personas ajenas al laboratorio.

- ✓ Además se cuenta con la tecla BORRAR, la cual le permite al usuario deshacer el último dígito ingresado, para evitar tener que reiniciar el proceso de ingreso en caso de un error durante la digitación.

Este subsistema no solo le permite a las personas efectuar su respectivo ingreso, sino que al mismo tiempo le habilita los privilegios que dicha

persona tiene en el laboratorio en el horario indicado, lo cual se explicara en la sección 7.6; el registro de salida una vez el usuario decida abandonar definitivamente el laboratorio, es de vital importancia, ya que le permite al sistema desactivar los privilegios de ese usuario, evitando que sean usados por otros usuarios o terceros sin la debida autorización.

Una vez efectuado el ingreso de esta forma, el controlador enviara una señal de salida que hará que el electroimán que se encuentra ubicado en la parte superior de la puerta y cuya función es asegurarla manteniéndola normalmente cerrada, se desenergize, liberándola. Para facilitar la apertura de esta puerta se implementó un sistema de apertura automático, el cual se encargara de hacerla girar 90° en sentido de apertura, gracias a un mecanismo de barras movido por un motor eléctrico y conectado por un embrague de tipo electromagnético; todas estas acciones son controladas y sincronizadas por el Autómata Programable S7-314IFM (ver especificaciones en la sección 4.1.1).

El sistema de apertura anteriormente descrito, permite entonces que las personas a ingresar puedan hacerlo mucho más cómodamente. Este mismo sistema es utilizado para la apertura en modo manual de la puerta, para lo cual se puede acceder a través de la interfaz gráfica de usuario del sistema Scada, a través de un sistema de mando remoto o por medio de un pulsador ubicado al lado de la puerta, por cualquiera de estas formas el sistema al igual que en el modo automático enviara la señal para desenergizar el electroimán, la señal para poner en funcionamiento el motor y energizar el embrague, transmitiendo así la potencia al sistema de barras (ver mas detalles en el capítulo 5).

Es de resaltar además que este sistema se encuentra soportado por un timbre en la parte exterior del laboratorio que permite anunciar la llegada de visitantes, una cámara de video que permite un registro visual de la(s) persona(s) a ingresar, además de la implementación de una tarjeta de video de vigilancia para permitirle al computador-Scada recibir la señal de la cámara y tener de esta manera imagen del exterior del laboratorio.

3.2 SUBSISTEMA DE CONTROL DE MAQUINAS CNC

El centro de torneado y el centro de mecanizado, son dos maquinas CNC con las que cuenta el laboratorio FMS y hoy por hoy son prácticamente la razón de ser de dicho espacio desde el punto de vista practico, estas son maquinas de mucha importancia no solo para la escuela de Ingeniería Mecánica, sino a nivel de toda la universidad, ya que estudiantes de diferentes disciplinas pueden optar por Control Numérico Computarizado como materia electiva en su respectivo pensum y por lo tanto requerir de los servicios de dichas maquinas.

El subsistema de control de maquinas es entonces el encargado del control de encendido y apagado del centro de mecanizado y centro de torneado, teniendo en cuenta los horarios asignados para sus respectivos usos, de esta manera, dichos equipos en su funcionamiento automático solo pueden ser operados por las personas con privilegio a ellos en el horario y día asignado por parte del administrador del sistema.

De esta manera, una vez el sistema reporte el ingreso de un usuario con privilegio a una de estas maquinas cuya operación este en modo automático, el controlador enviara una señal de salida que activara la bobina de un relé y

por lo tanto permitirá el flujo de corriente a la maquina, con lo que esta podrá ser operada mientras dure el privilegio a dicho usuario, si en la sala hay otro usuario con privilegio a la hora siguiente del privilegio del primer usuario (horarios de uso de maquinas consecutivos), la maquina podrá seguir siendo operada hasta que no haya usuario con privilegio en la sala.

Es de resaltar que si el usuario que se encuentra en la sala con privilegio a una de estas maquinas reporta su salida, inmediatamente el sistema desenergiza el relé que permite el flujo de energía eléctrica a la maquina y por lo tanto si la maquina se encuentra en funcionamiento, será apagada; en estos casos, lo mejor es trabajar la maquina en modo manual, así la maquina puede ponerse a trabajar independientemente de si hay personas con privilegio en la sala o no, también es importante este modo de operación, cuando se quiere mantener la maquina sin flujo eléctrico por cualquier circunstancia independientemente de si haya o no alguna persona con privilegio en la sala.

De esta manera, con el uso de este subsistema se le confiere bastante seguridad en cuanto a la administración de estas maquinas, evitando que puedan llegar a ser utilizadas por personas sin autorización. Dado que estas maquinas son alimentadas por corriente trifásica se instaló un detector de caída de fase que automáticamente se encarga de apagar las maquinas en el caso de detección de subtenión en cualquiera de las fases que las alimentan, evitando así posibles daños en dichas maquinas.

También se implemento un sistema de avisos que le permiten conocer al usuario de las maquinas la proximidad del apagado de estas cuando son operadas en modo automático y el privilegio de uso a la respectiva maquina

esta por acabarse, esto se detallara un poco mas en la sección 3.9 correspondiente al subsistema de alarmas.

3.3 SUBSISTEMA DE CONTROL DE LUCES Y AIRE ACONDICIONADO

Este subsistema es el encargado del encendido y apagado de las luces y el aire acondicionado en el interior del laboratorio, se programo en su modo automático teniendo en cuenta que mientras no haya registro de personas ingresadas en el laboratorio (contador de personas ingresadas igual a cero) las luces al igual que el aire acondicionado permanecerán apagadas, al momento en que se reporte el ingreso de una persona a través del tablero de acceso, el sistema registrara la presencia de personas en el interior del laboratorio y automáticamente mandara una señal de salida que permita que las luces y el aire acondicionado se enciendan automáticamente. Es así como el sistema, al reportar el ingreso de un usuario aumenta el contador de personas que se encuentran en el interior del laboratorio, y al reportar la salida de personas del laboratorio lo disminuye, el tiene en cuenta registros para primera entrada y primera salida, con el objeto de que el contador no se vea afectado en el caso de que una persona registre su entrada o salida mas de una vez.

Sin embargo al sistema para efectos del control de luces y aire acondicionado, solo le interesa si hay o no personas en el interior del laboratorio; en el momento en que el último usuario registra su salida, el sistema lleva entonces el contador a cero y por lo tanto manda las señales de salida que apagaran las luces y el aire acondicionado.

Tanto las luces como el aire acondicionado pueden ser también manipulados manualmente ya sea desde la interfaz gráfica de usuario, o a través del switch

en la pared para las luces, esto en el caso de que se requiera la ausencia de luces y/o del aire acondicionado, por ejemplo para el uso un proyector para el caso de las luces, o labores de mantenimiento en el aire acondicionado, en el caso de este último.

3.4 SUBSISTEMA DE MONITOREO Y SUPERVISIÓN DE LA UPS.

Básicamente este subsistema fue pensado con el objeto de lograr controlar la UPS desde la interfaz gráfica de usuario del sistema SCADA, recordemos que UPS viene de la sigla en ingles Unit Power Supply, este es un dispositivo encargado de mantener energía eléctrica de reserva en los casos en que haya falta de flujo eléctrico en el laboratorio, y de esta manera lograr seguir operando los equipos conectados a ella (computadores) durante un poco mas de tiempo.

Sin embargo acciones de apagado o encendido de la UPS desde la interfaz gráfica de usuario del sistema SCADA no fueron implementadas dado a que el software de manejo de la UPS no brinda esa opción; por lo que este subsistema solo cuenta con las funciones de monitoreo y supervisión, en donde el usuario puede apreciar el estado de los parámetros de operación de la UPS, como carga, voltajes de entrada y salida, frecuencia, temperatura, registro de eventos, etc.

3.5 SUBSISTEMA DE CONTROL DE COMPUTADORES

El laboratorio FMS cuenta actualmente con 6 computadores, que les permiten a los usuarios efectuar trabajos que integran las tres disciplinas del diseño moderno (CAD, CAE, CAM)* en un mismo ambiente, esto gracias a las

licencias de softwares para el diseño ingenieril con las que cuenta la escuela de ingeniería mecánica, tales como Mastercam, Solid Works, Solid edge, Unigraphics, entre otros.

El uso de estos computadores esta permitido solamente al personal autorizado, o en un su defecto bajo el permiso de un auxiliar de la sala para aquellas personas que no cuenten con la debida autorización para el uso de estos equipos; por lo que su encendido y apagado también es manipulado por el controlador central.

Este subsistema en su modo automático revisa permanentemente los horarios asignados para el uso de estos equipos y las personas que registraron su ingreso en el sistema, de tal manera que si hay alguna persona con registro de ingreso en el sistema y tiene privilegio de uso de alguno de estos equipos, el controlador, enviara una señal de salida que permitirá que dicho equipo pueda ser utilizado, gracias a un relé que permite el flujo eléctrico hacia el equipo.

Este subsistema a diferencia de la fase inicial implementada en el proyecto de grado anterior, tiene en cuenta a cada computador como un equipo individual, por lo que cada persona tiene privilegio a un computador en el horario convenido con el administrador del sistema y solo ese computador es habilitado cuando se activa el privilegio del usuario.

Estos equipos también pueden ser manipulados en modo manual a través de la interfaz gráfica de usuario, con lo que se deberá seleccionar el computador deseado en dicha ventana y ponerlo en modo manual y de esta manera efectuar su respectivo encendido.

Para complementar el control de estos equipos se incorporó a este subsistema un conjunto de avisos (grabaciones), que permiten al usuario identificar cuando un equipo esta próximo a ser desactivado, de modo que cuente con el tiempo necesario para guardar los cambios antes de efectuar el apagado automático. Las funciones de alarmas, se verán con más detalle en la sección 3.9 correspondiente al subsistema de alarmas.

3.6 SUBSISTEMA DE CONTROL DE ACCESO AL GABINETE DE HERRAMIENTAS

El gabinete de herramientas es el lugar del laboratorio donde se guardan todos los elementos requeridos para el funcionamiento y soporte de las maquinas CNC, tales como herramientas de corte, herramientas de trabajo e instrumentos de medida, por lo que se hace necesario que el control que se hace al laboratorio, se extienda también al acceso a dicho gabinete.

Para mantener normalmente asegurado el gabinete de herramientas, se cuenta con un electroimán el cual al encontrarse energizado provoca una acción de atracción entre las dos partes que lo componen, dado a que la puerta del gabinete de herramientas es de tipo corredera, se instalo una de dichas partes en el marco de la puerta y el otro en la misma puerta, por lo que al cerrarse, ésta es asegurada por el electroimán si se encuentra energizado.

La acción que efectúa el controlador en este subsistema, consiste básicamente en desenergizar el electroimán cuando desde la interfaz gráfica de usuario así se pide, y energizarlo cierto tiempo después, para que al acercar nuevamente la puerta a su posición cerrada, esta quede asegurada.

Este subsistema se encuentra también soportado por un sensor de proximidad de tipo inductivo, el cual le envía una señal al controlador a través de sus entradas que le permite saber si la puerta se encuentra abierta o cerrada (hay detección o no hay detección), de esta manera el controlador puede reconocer cuando la puerta ha permanecido abierta por largos periodos de tiempo, caso en el cual podrá enviar una señal de aviso indicándole a los usuarios que deben cerrar la puerta inmediatamente; esto se explicara con mas detalle en la sección 3.9 correspondiente al subsistema de alarmas.

3.7 SUBSISTEMA DE FUNCIONES PERIÓDICAS

Para el funcionamiento óptimo del sistema domótico se hace necesaria la implementación de funciones periódicas que puedan ser ejecutadas independientemente de la presencia o ausencia de personal autorizado al interior del laboratorio, tales como la purga del compresor y la carga de horarios de privilegios a las diferentes maquinas.

La purga del compresor es una función necesaria para evitar 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 se programo para ser realizada una vez a la semana por un tiempo de un minuto, tiempo suficiente para que todo el condensado producido durante la semana pueda ser expulsado del compresor.

Si a través del sensor de corriente instalado en el centro de mecanizado, el controlador detecta que dicho equipo se encuentra encendido, la acción de

purga del compresor no se llevará a cabo, para evitar que la caída de presión que se genera durante el proceso de purga pueda producir un accidente mientras se opera la maquina. También se puede activar la electroválvula que permite la purga del compresor a través de la interfaz grafica de usuario.

La carga de los horarios donde se encuentran los privilegios para el uso de las maquinas y computadores de la sala es una función que se efectúa diariamente; de esta manera, todos los días el sistema a la 1:00 a.m. carga el horario del día con los privilegios a las diferentes maquinas, lo que le permitirá a los usuarios durante el día acceder a los diferentes equipos en el horario convenido con el administrador del sistema.

3.8 SUBSISTEMA DE REGISTRO DE EVENTOS Y OPERACIONES

Para la implementación de este sistema domótico, se considero importante también, contar con un registro de los eventos que ocurren a diario en el interior del laboratorio con la fecha y hora en la que estos se presentan, esto con el objeto de contar con un sumario de los acontecimientos de mayor relevancia que pueden ser captados por el sistema domótico, tales como:

- ✓ Entrada registrada en tablero de acceso (especifica quien registro la entrada)
- ✓ Salida registrada en tablero de acceso (especifica quien registro la salida)
- ✓ Alarma de la puerta principal
- ✓ Encendido del centro de torneado
- ✓ Apagado del centro de torneado
- ✓ Encendido del centro de mecanizado
- ✓ Apagado del centro de mecanizado

- ✓ Alarma de la puerta de herramientas
- ✓ Alarma de intrusión
- ✓ Alarma de incendio
- ✓ Caída de fase
- ✓ Purga del compresor
- ✓ Carga de horarios

Este subsistema permite además llevar un registro del tiempo de operación del centro de mecanizado y del centro de torneado, lo que puede ser usado como indicador para programar acciones de mantenimiento preventivas para estas maquinas, teniendo en cuenta las horas de uso de éstas. Todo esto es posible gracias a la implementación de un sensor de corriente en cada una de estas maquinas, que indican el momento exacto de encendido y apagado de dichos equipos.

3.9 SUBSISTEMA DE ALARMAS

El sistema domótico implementado en laboratorio FMS es el encargado de administrar de forma eficiente los recursos con los que este cuenta en su interior, sin embargo, este control no seria completo, si el sistema no contara con un adecuado sistema de alarmas, para informarle a los usuarios de las situaciones anormales durante el desarrollo de las actividades del laboratorio, o avisos de prevención para el apagado de las maquinas y computadores.

Como indicación de la ocurrencia de estos avisos, el laboratorio cuenta con una sirena y una licuadora que proveen señales de tipo luminosa y sonora, que facilita a cualquier persona reconocer que algo anormal esta ocurriendo.

Las situaciones en las que se considera el sistema debe alertar son:

- ✓ Puerta principal abierta por tiempo muy prolongado (mayor a 30 seg).
- ✓ Puerta del gabinete de herramientas abierta por tiempo muy prolongado (mayor a 5 minutos)
- ✓ Aviso de apagado próximo del centro de torneado
- ✓ Aviso de apagado próximo del centro de mecanizado
- ✓ Aviso de apagado próximo de computadores
- ✓ Alarma de intrusión
- ✓ Alarma de incendio

Tal como se puede apreciar, son distintas las ocasiones en las que el sistema debe enviar una alarma, es por esto que intentar codificarlas con frecuencias diferentes para hacer posible la identificación de cada una de ellas por parte del usuario resultaría algo muy complejo, ya que hay que tener en cuenta además que en el laboratorio hay 6 computadores, lo que hace que una sirena y una licuadora no sean un mecanismo suficiente para la indicación de las diferentes alarmas.

Para dar solución a este problema se implemento un subsistema de alarmas, en el cual, las alarmas principales como son la de intrusión y de incendio, siguen manejándose solamente con señales sonoras por parte de la sirena y luminosas por parte de la licuadora, hay que resaltar que dada la importancia de estos eventos, estas dos alarmas son las únicas que hacen accionar la sirena.

Por su parte, las otras alarmas correspondientes a avisos de apagado de las maquinas y tiempo prolongado de apertura de la puerta principal o gabinete

de herramientas, solo utilizaran la licuadora, pero dado a la cantidad de mensajes que se tendrían que manejar, la señal de la licuadora va soportada por una grabación que especifica cual es la situación fuente del aviso, de este modo el usuario puede identificar con precisión el significado de la alarma enviada.

Ante la posibilidad de que dos de estos avisos pudieran ocurrir al mismo tiempo, se les ha atribuido cierta jerarquía a unos sobre otros, dependiendo del impacto que puedan ocasionar la desinformación de ellos; en primer lugar y con mayor jerarquía se hayan las alarmas de intrusión y de incendio, en segundo lugar los avisos correspondientes al apagado de las maquinas, en tercer lugar, el avisos de cerrar la puerta principal y finalmente en cuarto lugar el aviso de cerrar la puerta del gabinete de herramientas, lo que significa que una alarma o aviso no se emitirá si hay uno de mayor jerarquía emitiéndose al mismo instante.

Para evitar que se produzcan muchos mensajes durante el día en el laboratorio, se dota al sistema de la capacidad para reconocer si dos o mas mensajes de igual jerarquía se generaban al mismo tiempo, con lo que este subsistema esta en capacidad de anular dichos mensajes y enviar uno equivalente que contenga la información referente a ellos.

Este subsistema se encarga de enviar un aviso de apagado del centro de torneado y/o del centro de mecanizado cinco minutos antes de finalizar el tiempo asignado para la operación de dichas maquinas en modo automático, si el usuario omite u olvida esta advertencia inicial, el sistema envía un segundo mensaje indicando que debe efectuar el apagado de la maquina correspondiente en un plazo no superior a un minuto, luego de esto, el

sistema efectuara la desconexión automática a través del contactor que suministra el flujo de energía eléctrica a dicha maquina.

De igual forma ocurre con los computadores, para los cuales, este subsistema da un aviso indicando que su apagado se efectuara en un lapso de tiempo no superior a dos minutos, luego de lo cual, el sistema procede a desenergizar el relé que permite el flujo de energía eléctrica al (los) computador(es).

4. HARDWARE EMPLEADO EN EL PROYECTO

La implementación de un sistema Domótico implica la utilización de una gran cantidad de componentes físicos, que le permitan cumplir a cabalidad las tareas para las cuales fue pensado y diseñado. Los sensores en un sistema automatizado se convierten en sus sentidos, a través de ellos el sistema capta información del medio que lo rodea, la cual es procesada por el controlador, el cual dependiendo del valor o del estado de las señales tomara las decisiones de acuerdo al programa de usuario, finalmente emitirá unas salidas que serán ejecutadas por los componentes de actuación.

La ejecución de este proyecto requirió gran cantidad de recursos físicos, buena parte de todo ese componente hardware fue introducido con el desarrollo de este proyecto; sin embargo, cabe resaltar que los equipos restantes fueron retomados de los utilizados en la implementación del anterior sistema. A continuación se hace una descripción de los componentes utilizados, su función dentro del sistema y las especificaciones de cada uno de ellos, de modo que en caso de requerirse la reparación o reemplazo de alguno de ellos, resulte fácil conseguir los repuestos necesarios o un equipo nuevo con las mismas características.

4.1 EQUIPO REUTILIZADO

4.1.1 Controlador Central. El objetivo principal de la ejecución de este proyecto fue el de optimizar el programa de usuario de tal modo que haciendo uso del mismo equipo para la labor de control central, se pudiera

ampliar las funciones del sistema, dicho de otro modo se debía optimizar al máximo el recurso de memoria de este equipo, ya que si bien el autómata programable S7-314IFM es un controlador de gama media con capacidad para el manejo de tareas de automatización de relativa complejidad, su recurso de memoria es limitado (32 Kb), sin embargo, las especificaciones con las que cuenta este equipo son las ideales para el desarrollo de este proyecto y su implementación brinda la posibilidad de actualizar continuamente el sistema, dichas especificaciones se relacionan en la Cuadro 1 ofrecida por el fabricante.

Cuadro 1. Datos técnicos del autómata S7-314IFM

PROPIEDADES	CPU 314 IFM	OBSERVACIONES
Memoria de trabajo	32 Kbytes	Memoria de trabajo integrada
Memoria de carga	48 Kbytes RAM 48 Kbytes EEPROM	Memoria de carga fija integrada (programable en CPU)
Velocidad Sistema operativo + Programa de usuario	0.77 a 1.34 ms + Aprox. 0.3 ms por 1000 instrucciones binarias	Tiempo de ejecución del sistema + Procesamiento de datos en el programa de usuario
Marcas Remanencia ajustable Preajustadas	2048 MB 0 a MB 143 MB 0 a MB 15	16 Bytes de marcas remanentes
Contadores Remanencia ajustable Preajustadas	64 Z 0 a Z 63 Z 0 a Z 7	8 contadores remanentes
Temporizadores Remanencia ajustable Preajustadas	128 T 0 a T 127 -	No hay temporizadores remanentes
Bloques OB FB FC DB SFC SFB	13 128 128 127 49 14	Bloques de organización Bloques de función Funciones Bloques de datos Funciones del sistema Bloques de función del sistema
Entradas digitales	496 + 20 integradas	De las integradas 4 son para funciones integradas especiales
Salidas digitales	496 + 16 integradas	
Entradas analógicas	64 + 4 integradas	
Salidas analógicas	64 + 1 integrada	
Imagen del proceso Integrada Externa	E/S 124.0 a 127.7 E/S 0.0 a 123.7	
Reloj Contador de horas de funcionamiento	1	Reloj hardware Margen: 0 a 32767 horas Granularidad: 1 hora Remanente
Configuración máxima	Máximo 31 módulos en 4 bastidores	
Tensión nominal de carga	24 V	Señal 1 (11 a 30 V) Señal 0 (-3 a 5 V)
Consumo de 24 V	1.0 A	En vacío

Este tipo de autómata, tal como se puede apreciar en la Cuadro anterior cuenta con 20 entradas digitales integradas, las cuales son utilizadas para conectar los sensores que le proporcionan las señales necesarias para así poder desarrollar las tareas de control programadas. Para el sistema domótico implementado se requirió del uso de 12 de estas entradas, distribuidas en sensores de proximidad, de presencia, de humo y de caída de fase; también fueron utilizadas dos de las cuatro entradas analógicas integradas para los sensores de presencia de corriente, dado que el valor de voltaje de la señal que estos envían es inferior a la requerida para el uso de una entrada digital; de todos estos elementos se darán mas detalles en el desarrollo de este capítulo.

Siguiendo con las especificaciones de este autómata, también se puede notar que éste cuenta con 16 salidas digitales integradas, las cuales son las encargadas de proporcionar las señales de actuación al sistema domótico (generalmente se utilizan preactuadores tales como relés o contactores para amplificar dichas señales). Para la implementación del actual sistema domótico, fue necesario el uso de todas estas salidas, además de la salida analógica integrada con la que cuenta el autómata, la cual fue manipulada desde el programa para convertirla en una salida digital y así suplir los requerimientos que presenta este sistema.

4.1.2 Cerraduras Magnéticas. Estos dispositivos son los encargados de asegurar la puerta principal y la puerta del gabinete de herramientas, para evitar el ingreso de personal no autorizado al laboratorio y ejercer control sobre el uso de las herramientas y equipos que se almacenan en el interior de este gabinete. Las especificaciones de estos equipos se relacionan en la Cuadro 2.

Cuadro 2. Especificaciones técnicas de las cerraduras magnéticas SCD 300.

SCD 300 Redondo	
Características	
Fuerza de Retención Mínima Típica	300 Libras 380 Libras
Dimensiones del Imán	Diámetro: 80 mm, Espesor 25 mm
Dimensiones Placa	Diámetro: 85 mm, Espesor 11 mm
Peso Neto (aprox)	1.25 Kg
Potencia	3W
Voltaje (Corriente)	24 V (125 mA)
Sensor de Fuerza Magnética	No
Fabricante	Zebra Electrónica

4.1.3 Licuadora de Aviso. Para indicar de forma visual al personal que se encuentra al interior del laboratorio de la ocurrencia de determinados eventos y alarmas se dispuso una licuadora Sassin 3S-1105, los datos técnicos de este equipo se relacionan en la Cuadro 3.

Cuadro 3. Especificaciones técnicas de la licuadora de aviso Sassin 3S-1105.

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

4.1.4 Sirena de Aviso. Para alertar sobre la entrada de personal no autorizado al laboratorio, el sistema cuenta con una sirena, que emite una señal auditiva en caso de que el sistema domótico con la ayuda de los sensores de presencia detecten la violación de acceso a las instalaciones del laboratorio. Las especificaciones de este equipo se listan en la Cuadro 4.

Cuadro 4. Especificaciones técnicas de la sirena E.B.C.

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

4.1.5 Sensores de Proximidad. En la implementación de este sistema domótico se utilizaron finales de carrera para identificar el momento en que la puerta principal se encuentra totalmente abierta, estos sensores también fueron usados para conocer si dicha puerta ha sido asegurada con llave; además se utilizaron sensores inductivos, los cuales se encargan de enviar una señal al autómata indicándole que las puertas principal y de herramientas se encuentran aseguradas por sus respectivos electroimanes, si la señal de estos sensores esta ausente por largos periodos de tiempo el controlador emitirá un aviso auditivo y uno visual indicándole que debe efectuar el cierre de la puerta inmediatamente. Las especificaciones de estos sensores inductivos, se pueden apreciar en la Cuadro 5.

Cuadro 5. Datos técnicos de los sensores de presencia inductivos GSI CS02

Sensor Inductivo GSI CS02	
Características	
Tipo	Inductivo NA
Distancia Máxima	1 Pulg
Voltaje Máximo	250 V
Corriente Máxima	5A

4.1.6 Electroválvula del compresor. El sistema de purga del compresor esta compuesto básicamente por una válvula solenoide 4/2 (4 vías dos posiciones) normalmente cerrada, una vez el controlador recibe la señal de purga, ya sea por orden directa del programa o por orden del usuario, energiza el

solenoides y permite la descarga del compresor por un tiempo máximo de 1 minuto. Ver especificaciones de este equipo en la Cuadro 6.

Cuadro 6. Especificaciones técnicas de la Electroválvula SMC VX3112

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

4.1.7 Contactores. Los contactores fueron instalados para ejercer control de la alimentación eléctrica de las maquinas CNC, esta es la única manera de hacer respetar los horarios configurados para el uso de estos equipos, sin embargo, cabe resaltar que el apagado repentino de las maquinas no es lo mas conveniente, por tal motivo se configuro un sistema de avisos que le recuerda al usuario que su tiempo esta a punto de cumplirse y por tal motivo debe efectuar el apagado de la maquina o en su defecto solicitar al administrador la operación del equipo en modo manual. Ver especificaciones de estos dispositivos en la Cuadro 7.

Cuadro 7. Especificaciones técnicas de los contactores LC1-D5011 A.C.

Contactor LC1-D5011 A.C	
Características	
Voltaje Bobina	220 V
Intensidad Máxima	50A (AC3) – 80A (AC1)
Dimensiones	110mm x 75mm
Contactos Principales	3
Contactos Auxiliares	2NA + 2NC

4.1.8 Relés. Todos los equipos, sensores y actuadores, no manejan el mismo voltaje de alimentación ni el mismo consumo de corriente, razón por la cual es necesario el uso de preactuadores, los cuales pueden ser alimentados directamente con la fuente del autómatas, de modo que al recibir la señal, abre o cierra un contacto, que alimenta al respectivo equipo bajo las condiciones que este requiere para su operación adecuada. Ver datos técnicos en la Cuadro 8.

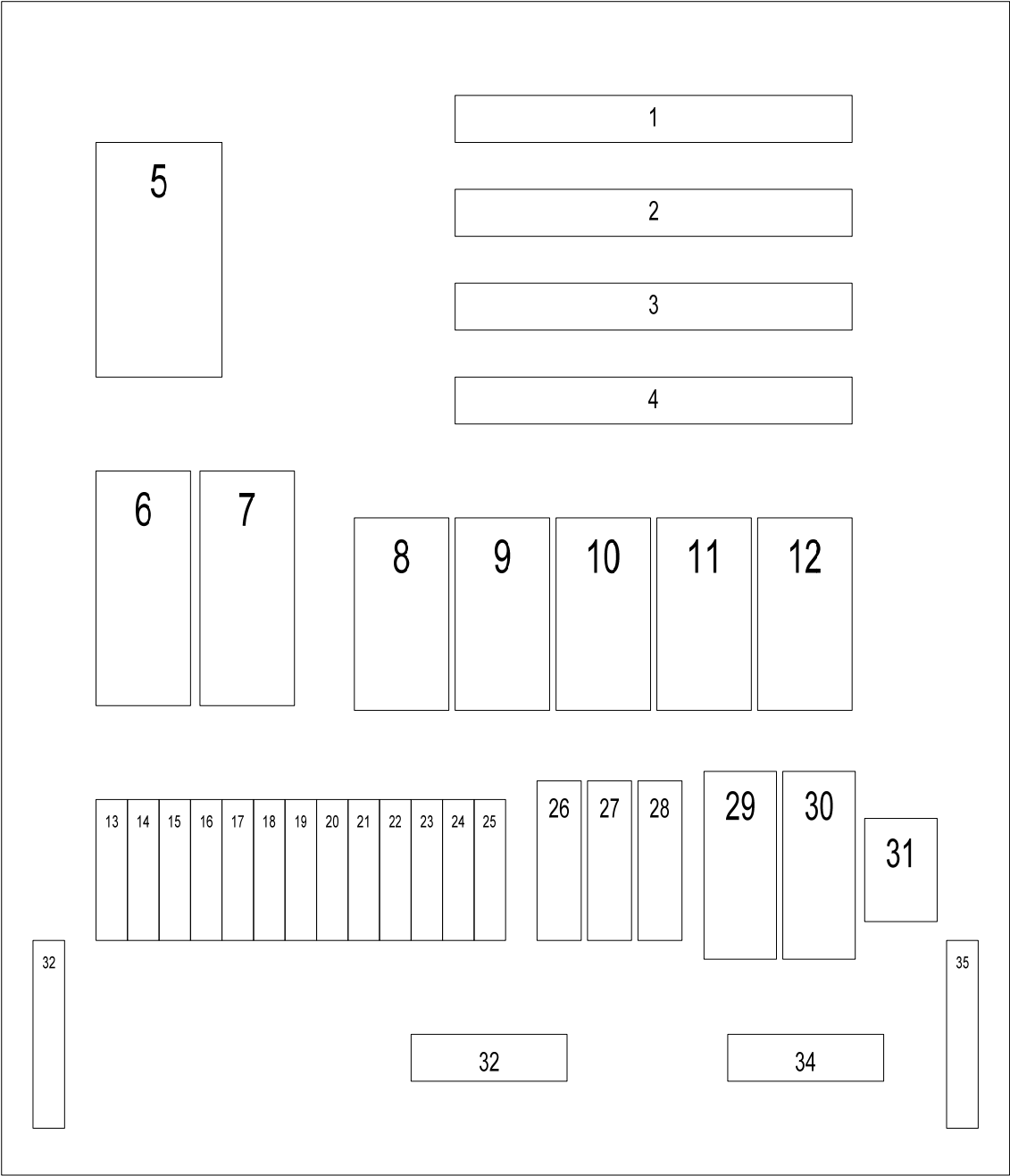
Cuadro 8. Datos técnicos de los Relés

Relés	
Características	
Base	Redonda
Pines	8
Contactos	2NA + 2NC
Capacidad	10A
Voltaje de la Bobina	24V DC
Montaje	Riel Omega

4.1.9 Tablero de Potencia. El tablero de potencia ya se encontraba instalado en el laboratorio, de manera que se procedió a reconocer los cables que alimentaban los diferentes equipos y recursos que componen el laboratorio, con el fin de conectarlos a los sistemas de actuación del autómatas programable y de este modo ejercer control sobre su operación.

En la figura 1 se puede apreciar la forma en que está distribuido este tablero, y en la Cuadro 9 se describen los elementos que componen dicho tablero.

Figura 1. Configuración del tablero de potencia.



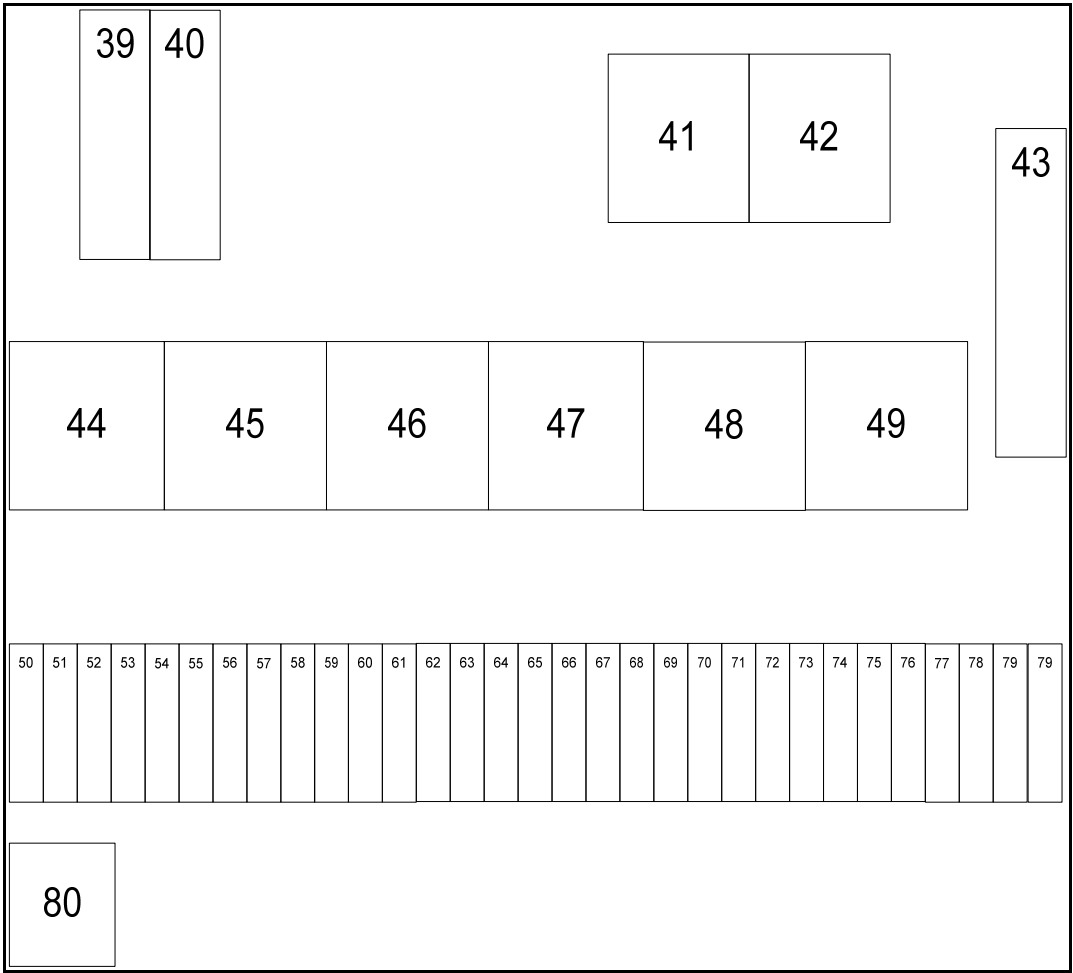
Cuadro 9. Elementos del tablero de potencia

Numero	Nombre	Contactos	Código Contactos
1	Fase T (Azul)	1	
2	Fase S (Amarillo)	1	
3	Fase R (Rojo)	1	
4	Neutro (Blanco)	1	
5	Totalizador General	6	5.1 - 5.2 - 5.3 - 5.4 - 5.5 - 5.6
6	Totalizador Prensa Instron	6	6.1 - 6.2 - 6.3 - 6.4 - 6.5 - 6.6
7	Totalizador Aire Acodicionado	6	7.1 - 7.2 - 7.3 - 7.4 - 7.5 - 7.6
8	Totalizador Centro de Mecanizado	6	8.1 - 8.2 - 8.3 - 8.4 - 8.5 - 8.6
9	Totalizador Centro de Torneado	6	9.1 - 9.2 - 9.3 - 9.4 - 9.5 - 9.6
10	Totalizador Libre	6	10.1 - 10.2 - 10.3 - 10.4 - 10.5 - 10.6
11	Totalizador Compresor	6	11.1 - 11.2 - 11.3 - 11.4 - 11.5 - 11.6
12	Totalizador Libre	6	12.1 - 12.2 - 12.3 - 12.4 - 12.5 - 12.6
13	Taco Esmeril 1	2	13.1 - 13.2
14	Taco Esmeril 2	2	14.1 - 14.2
15	Taco Tomas Pared 1	2	15.1 - 15.2
16	Taco Tomas Pared 2	2	16.1 - 16.2
17	Taco Tomas Pared 3	2	17.1 - 17.2
18	Taco Luz 1	2	18.1 - 18.2
19	Taco Luz 2	2	19.1 - 19.2
20	Taco Tomas UPS (PCs)1	2	20.1 - 20.2
21	Taco Tomas UPS (PCs)2	2	21.1 - 21.2
22	Taco Compresor 1	2	22.1 - 22.2
23	Taco Compresor 2	2	23.1 - 23.2
24	Taco Compresor 3	2	24.1 - 24.2
25	Taco UPS	2	25.1 - 25.2
26	Guardamotor Torno	6	26.1 - 26.2 - 26.3 - 26.4 - 26.5 - 26.6
27	Guardamotor Centro de Mecanizado	6	27.1 - 27.2 - 27.3 - 27.4 - 27.5 - 27.6
28	Guardamotor Libre	6	28.1 - 28.2 - 28.3 - 28.4 - 28.5 - 28.6
29	Contactor Centro de Mecanizado	6	29.1 - 29.2 - 29.3 - 29.4 - 29.5 - 29.6
30	Contactor Torno	6	30.1 - 30.2 - 30.3 - 30.4 - 30.5 - 30.6
31	Contactor Compresor	6	31.1 - 31.2 - 31.3 - 31.4 - 31.5 - 31.6
32	Equipotencial	1	
33	Neutro Estabilizado	1	
34	Fase Estabilizada	1	
35	Puesta a Tierra	1	
36	Vigilante de Tensión	4	36.1 - 36.2 - 36.3
37	Bobina Sensor de Corriente C.M	2	37.1 - 37.2
38	Bobina Sensor de Corriente CT		

4.1.10 Caja de Preactuadores. En esta caja se encuentran los relés de preactuación, para todos aquellos equipos cuyo voltaje de alimentación y consumo de corriente estén fuera de los rangos suministrados por la fuente del autómata programable.

En la figura 2 se puede apreciar la configuración de dicho tablero, y en la Cuadro 10 se describen los elementos que lo componen.

Figura 2. Configuración del tablero de preactuadores.



Cuadro 10. Elementos del Tablero de Preactuadores.

Numero	Nombre	Contactos	Código Contactos
39	Taco Alimentación Relevos	2	39.1 – 39.2
40	Taco alimentación autómatas	2	40.1 -40.2
41	Relevo Aire Acondicionado	8	41.1-41.2-41.3-41.4- 41.5-41.6-41.7-41.8
42	Relevo Licuadora	8	42.1-42.2-42.3-42.4- 42.5-42.6-42.7-42.8
43	Mando Remoto	4	43.1 – 43.2 – 43.3 – 43.4
44	Relevo Computadores	8	44.1-44.2-44.3-44.4- 44.5-44.6-44.7- 44.842.5-42.6-42.7- 42.8
45	Relevo Luz	8	45.1-45.2-45.3-45.4- 45.5-45.6-45.7-45.8
46	Relevo Válvula	8	46.1-46.2-46.3-46.4- 46.5-46.6-46.7-46.8
47	Relevo Libre	8	47.1-47.2-47.3-47.4- 47.5-47.6-47.7-47.8
48	Relevo Torno	8	48.1 – 48.2 - 48.3 – 48.4 – 48.5 - 48.6
49	Relevo Centro de mecanizado	8	49.1 – 49.2 – 49.3 – 49.4 – 49.5 – 49.6
50	Bornera Libre	2	50.1 – 50.2
51	Bornera (+12V)	2	51.1 – 51.2
52	Bornera Neutro (12V)	2	52.1 – 52.2
53	Bornera Masa Analógica	2	53.1 – 53.2
54	Bornera Salida Teclado	2	54.1 – 54.2
55	Común Sensor Corriente_1	2	55.1 – 55.2
56	Señal Sensor Corriente_1	2	56.1 – 56.2
57	Común Sensor Corriente_2	2	57.1 – 57.2
58	Señal Sensor Corriente_2	2	58.1 – 58.2
59	Bornera Computador 6	2	59.1 – 59.2
60	Bornera Sensor Presencia_1	2	60.1 – 60.2

61	Bornera Sensor de Humo	2	61.1 – 61.2
62	Bornera Sensor caída de fase	2	62.1 – 62.2
63	Bornera Puerta Cerrada	2	63.1 – 63.2
64	Bornera Sensor Presencia_2	2	64.1 – 64.2
65	Bornera (+24V)Autómata	2	65.1 – 65.2
66	Bornera Sirena	2	66.1 – 66.2
67	Bornera Led Verde	2	67.1 – 67.2
68	Bornera Led Rojo	2	68.1 – 68.2
69	Bornera Herramientas	2	69.1 – 69.2
70	Bornera electroimán Puerta	2	70.1 – 70.2
71	Bornera Sensor Armario	2	71.1 – 71.2
72	Bornera Pulsador Puerta	2	72.1 – 72.2
73	Bornera Bit 3 Panel de acceso	2	73.1 -73.2
74	Bornera Bit 2 Panel de acceso	2	74.1 -74.2
75	Bornera Bit 1 Panel de acceso	2	75.1 – 75.2
76	Bornera Bit 0 Panel de acceso	2	76.1 – 76.2
77	Bornera Neutro (Fuente 24 V)	2	77.1 – 77.2
78	Bornera +24 V	2	78.1 – 78.2
79	Bornera Sensor Puerta	2	79.1 – 79.2
80	Tarjetas Sensores Corriente	12	80.1 – 80.2 – 80.3 – 80.4 – 80.5 – 80.6 – 80.7 – 80.8 – 80.9 – 80.10 – 80.11 – 80.12

4.1.11 Caja del Controlador. Con el propósito de albergar el controlador y sus diferentes módulos, de tal modo que su acceso se restringiera solo al personal autorizado y al desarrollo de actividades de mantenimiento, se dispuso de una caja metálica, que protege al equipo de las condiciones del

medio y asegura que no será manipulado inadecuadamente causando trastornos en su funcionamiento o en la comunicación con el ordenador que contiene la interfaz grafica de usuario. En la Cuadro 11 se puede apreciar la distribución de los componentes del controlador.

Cuadro 11. Distribución de los componentes del Controlador.

Numero	Nombre	Contactos	Código de Contacto
81	Fuente de 24V 5A	5	81.1 (L1) - 81.2 (N) – 81.3 (Tierra) – 81.4 (L+) – 81.5 (Masa)
82	CPU	2	82.1 (L+) – 82.2 (Masa)
83	Entradas y Salidas Digitales	20	83.1 – 83.2
84	Entradas y Salidas Analógicas	40	84.1 – 84.40
85	Puerto RS232		
86	Fuente de 12V	2	86.1 -86.2

4.2 EQUIPO NUEVO

A continuación haremos la descripción de los equipos que se instalaron en el laboratorio producto de la realización de este proyecto de grado.

4.2.1 Tablero de Acceso. El tablero de acceso implementado en el anterior sistema fue reemplazado por un teclado tipo membrana, al cual se le adiciono un display para permitir al usuario la visualización durante el ingreso de su clave. El antiguo tablero de acceso al igual que el actual son equipos no comerciales, fueron hechos especialmente para esta aplicación, ya que en el mercado no hay teclados que puedan establecer una comunicación directa con el autómata programable, a excepción de los paneles de operador del

mismo fabricante (Siemens), sin embargo el costo de estos equipos es bastante alto, lo que imposibilitó su adquisición.

4.2.2 Mando Remoto. La gran cantidad de personas que diariamente solicitan ingreso al laboratorio, ocasiona molestias a quienes laboran en su interior, dado que alguien debe levantarse de su sitio de trabajo y presionar el pulsador para permitir la entrada de la persona que solicita el ingreso, por este motivo se decidió implementar un mando remoto por radiofrecuencia, que acciona el sistema que se encarga de la apertura automática de la puerta de acceso, con esta aplicación lo que se busca es brindar mayor confort a los usuarios del laboratorio, de modo que puedan dedicar mas tiempo al desarrollo de labores productivas. Las especificaciones de este mando remoto son las mostradas en la Cuadro 12.

Cuadro 12. Especificaciones técnicas del operador remoto UT 3400.

OPERADOR REMOTO UT 3400	
Características	
Voltaje	9 - 18 V DC
Corriente	150 mA
Contactos	1 NC, 1 NA 10 A max
Fabricante	Ultra Alarmas

4.2.3 Sensores de Presencia. En principio se pensó implementar estos sensores, con el propósito de desactivar todas las funciones del laboratorio, después de transcurrido cierto tiempo sin que estos detectaran la presencia de usuarios al interior del mismo, sin embargo cuando se pusieron a prueba se pudo observar que éstos solo detectan la presencia de una persona cuando esta realiza un desplazamiento o un movimiento brusco desde el sitio en el

que se encuentra, lo que ocasionaba un funcionamiento errático del sistema, por tal motivo se decidió emplearlos solo para la función de seguridad, ya que sus características son las ideales para detectar una posible violación de acceso a las instalaciones. Las especificaciones de estos sensores son las mostradas en la Cuadro 13.

Cuadro 13. Datos técnicos del sensor de presencia COMET PIR RK210.

COMET PIR RK210PR	
Características	
Alcance	12m x 12m
Voltaje	9 V - 16 V
Corriente	12 mA
Contactos	1 NC, 0.1A, 24V
Fabricante	Rokonet

4.2.4 Sensor de Humo. Su propósito es enviar una señal al controlador en caso de que ocurra un incendio al interior del laboratorio, con el fin de alertar a sus ocupantes o al personal mas cercano a su alrededor. Ver especificaciones de este sensor en la Cuadro 14.

Cuadro 14. Especificaciones Técnicas del detector de humo LH-93(II)

Detector de Humo Fotoeléctrico LH-93(II)	
Características	
Voltaje de Alimentación	DC 12V
Corriente Operación	8mA
Rango de Detección	20m ²
Tipo de Sensor	Diodo Fotoeléctrico Infrarrojo
Contactos de Salida	1NO, 1NC
Humedad-Temperatura	(-10 - 50°C) - (<95%RH)

4.2.5 Sensor de Caída de Fase. Los continuos problemas en el suministro eléctrico al interior de la universidad han ocasionado daños en algunos equipos, con el propósito de evitar que la inestabilidad en el suministro eléctrico continuara ocasionando problemas a los equipos de la sala se instalo un detector de fase, cuya función es enviar una señal de aviso al controlador indicándole la caída de una de las fases o que los valores de tensión están por fuera del rango admisible, de modo que este proceda a la desconexión inmediata de todos los equipos y sistemas del laboratorio. Ver especificaciones de este dispositivo en la Cuadro 14.

Cuadro 15. Datos Técnicos del Vigilante de Tensión 3UG05411AN00

Vigilante de Tensión 3UG05411AN00	
Características	
Voltaje de Operación	220V
Contactos de Salida	1 NA máx. 10A
Funciones	Sub tensión y sobre Sobre tensión
Rango de Trabajo	+/- 20% Voltaje de Entrada
Montaje	Riel Omega

4.2.6 Sensores de Corriente. Con el fin de saber con certeza en que momento se esta haciendo uso del Centro de Mecanizado o del Centro de Torneado, se instalaron un par de sensores de intensidad (ON-OFF). Estos sensores detectan el cambio en el consumo de corriente en el momento en que las maquinas son puestas en operación, aprovechando el campo magnético que se induce cuando hay un flujo de corriente a través de un embobinado, por lo que se decidió utilizar el alambre que alimenta las maquinas para crear una bobina de veinte vueltas, con el propósito de generar un campo magnético

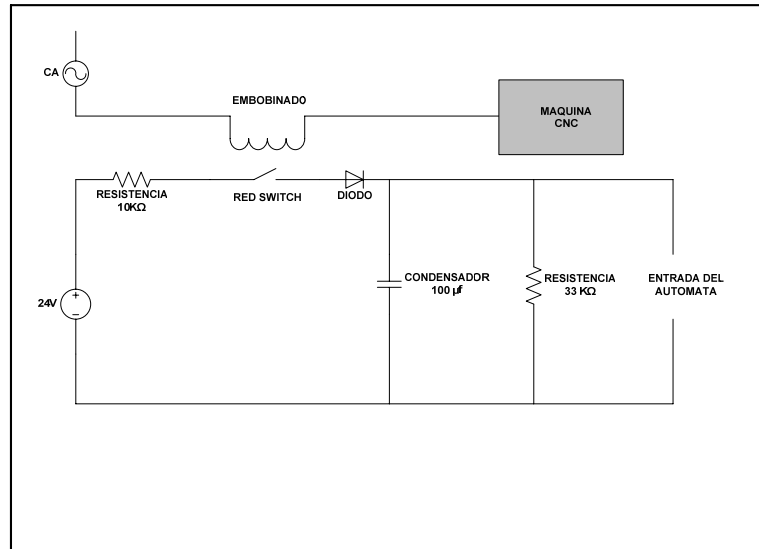
con la intensidad suficiente para cerrar un red switch, que no es mas que un dispositivo electrónico que tiene un contacto normalmente abierto que se cierra ante la presencia de un campo magnético.

Con la implementación de este sensor se puede saber con exactitud el momento en que una maquina es puesta en operación, ya que cuando el red switch se cierra por acción del campo magnético, se permite el paso de corriente dada desde la fuente del autómeta, la cual es acondicionada por un circuito de tal modo que dicha señal pueda ser captada por las entradas del autómeta programable de forma segura.

Hay que tener en cuenta que estas maquinas CNC, son alimentadas con corriente alterna, por lo que se hizo necesario la implementación de un condensador en el circuito, para conseguir que la señal de entrada al autómeta fuera una señal continua mientras haya flujo eléctrico a través de la línea que alimenta dichas maquinas, también se colocaron un juego de resistencias para descargar el condensador cuando se apaguen las maquinas, y un diodo, para hacer que el flujo eléctrico a través del circuito del sensor sea en un solo sentido, ver figura 3.

La señal que envía este sensor, es utilizada por el autómeta, quien lleva un registro del tiempo de operación de los equipos, de modo que sirva como indicador para las labores de mantenimiento, además, hay que resalta que estos dispositivos son parte integral para el buen funcionamiento del subsistema de alarmas, ya que permiten la generación de los avisos de apagado de las maquinas.

Figura 3. Esquema eléctrico de los sensores de presencia de corriente.



4.2.7 Cámara de Identificación. Para hacer reconocimiento visual del personal que solicita ingreso al laboratorio, se instaló una cámara de vigilancia en el exterior del laboratorio, la cual se conectó al computador-Scada, desde donde se puede apreciar el exterior del laboratorio y esta manera, las personas que están en su interior pueden saber quien solicita la entrada y así proceder a autorizar la entrada en el modo manual o negarla; en la figura 4 se puede apreciar dicha cámara, y en la Cuadro 16 se presentan sus especificaciones técnicas.

Figura 4. Camara de vigilancia CMOS S-299A.



Fuente. www.mercadolibre.com

Cuadro 16. Especificaciones técnicas de la cámara CMOS S-299A.

Cámara de Vigilancia CMOS S-299A	
Características	
Tamaño	32 x 28 x 16 mm
Color	Si
Voltaje	16 V DC
Consumo de potencia	<0.2W
Audio	Si

4.2.8 Tarjeta de video para vigilancia. Para hacer posible que la señal enviada por la cámara de vigilancia pudiera ser recibida por el computador-Scada, se opto por adquirir una tarjeta de video para vigilancia, la cual presenta la ventaja que puede recibir simultáneamente señales de 4 cámaras, con lo que una futura ampliación al circuito cerrado de televisión resultaría bastante sencillo; además esta tarjeta cuenta con interfase de alarma para conexión, por lo que si se conecta una cámara en el interior del laboratorio, se puede proceder a grabar lo que ocurre en un evento de intrusión si se utiliza dicho puerto de conexión, y dadas las características de esta tarjeta, se posibilita la grabación remota y visualización On-Line en otro ordenador vía Internet; en la figura 5 se puede apreciar dicha tarjeta, y en la Cuadro 17 se presentan sus especificaciones técnicas.

Figura 5. Tarjeta DVR PICO2000 para vigilancia en CCTV.



Fuente. www.mercadolibre.com

Cuadro 17. Especificaciones técnicas de la tarjeta DVR PICO2000.

Tarjeta DVR PICO2000.	
Características	
Capacidad	4 cámaras de entrada, 1 canal de audio
Grabación remota	Si
Interfase de alarma para conexión	Si
Grabación de video multicanal	Si

5. MECANISMO AUTOMÁTICO PARA APERTURA DE LA PUERTA PRINCIPAL

Todos los usuarios del laboratorio coinciden en que el sistema que se utilizaba para permitir el ingreso del personal a las instalaciones del laboratorio resultaba poco práctico e incómodo para quienes se encontraban desarrollando algún tipo de actividad en su interior, ya que cada vez que un estudiante, profesor o visitante sin la debida autorización solicitaba ingreso al laboratorio, alguien debía levantarse de su sitio de trabajo para accionar el pulsador que desenergiza el electroimán que asegura y mantiene cerrada la puerta principal, y de este modo permitir su apertura.

La acción de apertura es una actividad que se repite con mucha frecuencia en el transcurso del día, lo que le impide al personal que opera al interior del laboratorio concentrarse adecuadamente en el desarrollo de sus actividades, por este motivo y como complemento al sistema de control de acceso se decidió implementar un mecanismo que realizara la apertura automática de la puerta principal mediante una acción remota (radiofrecuencia), y de este modo liberar al usuario de esta tarea mecánica y repetitiva, permitiéndole concentrar sus esfuerzos en el desarrollo de actividades relevantes para su formación profesional. Muchas fueron las alternativas consideradas para solucionar el problema de la apertura de la puerta principal, entre las que se cuentan las siguientes:

- Sistema Neumático (Motor Neumático).
- Sistema Neumático (Cilindro Neumático).

- Sistema Eléctrico (Motor Eléctrico).

Después de analizar los pro y los contra que cada sistema presentaba, se optó por utilizar el sistema eléctrico, ya que era el que más ajustaba a los requerimientos del problema (Ver Cuadro 18), además desde el punto de vista operativo y económico resultaba la opción más atractiva, este sistema está compuesto básicamente por un motor eléctrico, un reductor de velocidad, un embrague electromagnético y un mecanismo de barras para realizar la acción de apertura, a continuación se realiza la descripción de cada uno de estos elementos y se justifica su selección.

Cuadro 18. Requerimientos mínimos del sistema de apertura automático.

Requerimientos mínimos para solucionar el Problema.	
1	El mecanismo debe desasegurar la puerta en caso de que ocurra un fallo parcial o total en la alimentación.
2	El ángulo de apertura de la puerta debe ser de 90°.
3	La velocidad de rotación de la puerta estará entre 6-8 rpm.
4	La fuerza máxima de apertura a considerar será de 80 N.
5	El mecanismo a usar debe ocupar un espacio reducido y debe ser estéticamente agradable.
6	La puerta debe permitir de manera ininterrumpida el ingreso de un número considerable de personas.

5.1 MOTOR ELÉCTRICO

El equipo empleado es un motorreductor de corriente continua, se optó por emplear este tipo de motor, dado que su uso brinda la posibilidad de contar con un amplio rango de velocidades sin necesidad de usar equipo adicional como reóstatos o variadores de velocidad, basta solamente con ajustar el voltaje de alimentación de acuerdo a la velocidad requerida, además en caso

de requerirse el giro del motor en ambos sentidos, basta simplemente con invertir la polaridad de la fuente de alimentación para lograr el objetivo.

Este equipo trae incorporado una etapa de reducción, hecho que facilito la búsqueda de un segundo reductor para obtener la velocidad de giro adecuada para el mecanismo de apertura, ya que disminuía de manera significativa la velocidad de salida del motor, y por lo tanto no era necesario buscar reductores con capacidades de reducción demasiado grandes, que resultan difíciles de hallar y que tienen un costo elevado. Las especificaciones técnicas de este equipo se pueden apreciar en la Cuadro 19.

Cuadro 19. Especificaciones técnicas del Motorreductor

MOTORREDUCTOR TOKUSHU DENSO (TOKIO JAPAN)	
Características	
Voltaje	24 V DC
Corriente máx.	6 A
Relación de Reducción	1:10
Torque Suministrado	32 Kg-cm

5.2 REDUCTOR DE VELOCIDAD

La velocidad que se tiene a la salida del motorreductor es demasiado alta y su torque insuficiente, como para pretender realizar la apertura de la puerta por acción directa de este, se requería la instalación de una segunda etapa de

reducción que permitiera obtener la velocidad de apertura requerida y un aumento en la capacidad de torque del sistema, por tal motivo se decidió incorporar un reductor sinfín-corona, ya que ofrece grandes relaciones de reducción, buena capacidad de torque y un tamaño reducido (compacto), ideal para nuestra aplicación, donde el peso y el espacio disponible eran aspectos importantes a considerar. En la Cuadro 20 se pueden apreciar las especificaciones técnicas de este equipo.

Cuadro 20. Especificaciones técnicas del Reductor sinfín Corona.

MOTOVARIO	
Características	
Relación de Reducción	1:40
Dimensiones	143 x 120 x 86 mm
Potencia	2 HP

5.3 EMBRAGUE

En el caso hipotético de que el motor presentara una falla en su funcionamiento o el suministro eléctrico se viera interrumpido como normalmente ocurre al interior del campus, el sistema compuesto por el motorreductor y el reductor sinfín corona mantendrían bloqueada la puerta de acceso hasta tanto no fuese superado el inconveniente; esto se debe a que la altísima relación de reducción empleada para alcanzar la velocidad de giro requerida torna al sistema prácticamente irreversible, lo que dejaría a los usuarios del laboratorio sin posibilidad de entrar o salir de él.

Por las razones anteriormente anotadas y por motivos de seguridad, se implemento un sistema de embragado de acción electromagnética normalmente abierto, es decir, que permita la transmisión de potencia única y exclusivamente si recibe la señal eléctrica por parte del controlador central, en cualquier otro caso el sistema queda desembragado permitiendo la libre apertura de la puerta.

Inicialmente se considero la posibilidad de adquirir uno de estos equipos de los que ofrecen los fabricante en el mercado, pero su alto costo forzó a hacer una adaptación a partir del sistema de embragado electromagnético que traen incorporado los compresores usados en los sistemas de refrigeración para automóviles.

5.4 MECANISMO DE APERTURA.

para realizar la transmisión de potencia del motor a la puerta, se consideraron varias alternativas, como la transmisión por cadenas, transmisión por engranajes, incluso montar el eje de salida del embrague electromagnético directamente sobre el eje de giro de la puerta, sin embargo, todas estas opciones requerían un montaje exigente y en algunos casos implicaban realizar modificaciones en la estructura de la puerta, razón por la cual se opto por usar un mecanismo de 4 barras lo mas simétrico posible, de modo que la velocidad de giro de la puerta sea aproximadamente la misma del motor, permitiendo así tener una velocidad de apertura uniforme durante toda la operación.

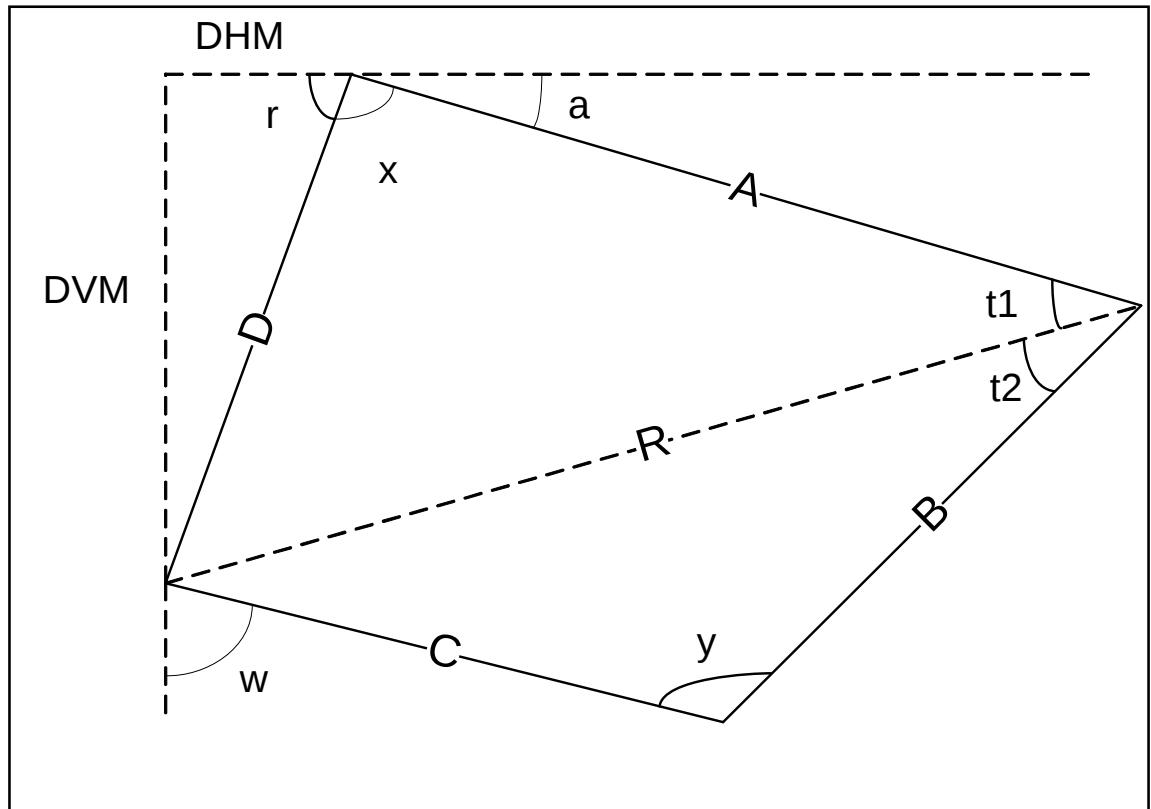
Este mecanismo fue diseñado de tal modo que permitiera variar sus dimensiones, dándole la posibilidad al usuario de configurarlo dependiendo

de sus necesidades de torque y velocidad, esto es posible modificando la relación de tamaño que existe entre las dos barras que conectan el sistema motriz con la puerta; sin embargo, el usuario debe tener cuidado de no emplear configuraciones que produzcan un funcionamiento inadecuado del mecanismo, ya que podría ocasionar daños a la puerta o al sistema de apertura.

Todos los elementos que componen el sistema de apertura fueron seleccionados para las condiciones de trabajo requeridas, el motor fue seleccionado dependiendo de la potencia requerida y de la velocidad de operación, el reductor de acuerdo al torque y la relación de reducción necesitada, el embrague fue adaptado para usarlo en nuestra aplicación, solo fue necesario realizarles unas modificaciones de montaje.

El único elemento del sistema de apertura que se sometió a un análisis matemático fue el mecanismo de 4 barras, ya que se requería reducir al máximo el torque de arranque y operación del motor, y la velocidad de giro de la puerta debía ser lo mas uniforme posible durante el proceso de apertura, la única forma posible de cumplir con ambos requerimientos era hallando la relación dimensional adecuada entre las diferentes barras del mecanismo, para ello se realizo una hoja de calculo en Excel (Ver Cuadro 21), donde se incluyeron todos aquellos parámetros que intervienen en el funcionamiento del sistema de apertura, de modo que se pudiese probar diferentes configuraciones, simplemente cambiando los valores de entrada.

Figura 6. Esquema del mecanismo de Barras.



a = Angulo de la puerta
 A = Punto de aplicación
 C = Radio de la Manivela
 DHM = Distancia Horizontal del Motor
 DVM = Distancia Vertical del Motor
 D = Distancia del Motor
 W = Angulo del Motor
 B = Longitud de la Biela
 R = Distancia entre punto aplicación y eje de salida del embrague
 $t1$ = Teta 1
 $t2$ = Teta 2
 y = Angulo entre Biela y Manivela

Cuadro 21. Análisis Matemático del Mecanismo de 4 Barras.

Ancho_Puerta	0,9	Radio_Manivela	0,3	Dist_H_Motor	0,0001	Dist_Motor	0,240000	Rel_Mecan	1		
Fuerza_Apertura	40	Ang_Manivela	0	W_Reductor	50	Ang_Motor	1,5703796				
Punto_Aplicacion	0,3	Dist_V_Motor	0,24			Long_Maniv	0,240000				
Angulo_Puerta (Grd)	Angulo_Puerta (Rad)	Angulo(X) (Rad)	Dist_r	Teta_1	Teta_2	Teta	Ang_Y (Rad)	Ang_M (Rad)	F_Biela (N)	Ft_Manivela(N)	T_Reductor (N - m)
0	0	1,5712	0,3843	0,6745	0,8957	1,5702	1,5714	0,0006	120	120	36
5	0,0873	1,4839	0,3676	0,7082	0,9494	1,6576	1,4841	0,0867	120,4535	120,0011	36,0003
10	0,1745	1,3967	0,3502	0,7409	1,0041	1,745	1,3966	0,1742	121,8441	120,0001	36
15	0,2618	1,3094	0,3322	0,7724	1,06	1,8324	1,3092	0,2616	124,2266	120,0001	36
20	0,3491	1,2221	0,3137	0,8024	1,117	1,9194	1,2222	0,3486	127,6799	120,0002	36,0001
25	0,4363	1,1349	0,2946	0,8308	1,176	2,0068	1,1348	0,436	132,3851	120,0002	36,0001
30	0,5236	1,0476	0,275	0,857	1,2372	2,0942	1,0474	0,5234	138,5485	120,0003	36,0001
35	0,6109	0,9603	0,255	0,8805	1,301	2,1815	0,9601	0,6107	146,4764	120,0003	36,0001
40	0,6981	0,8731	0,2347	0,9005	1,3681	2,2686	0,8731	0,6977	156,6058	120,0104	36,0031
45	0,7854	0,7858	0,2141	0,9159	1,4397	2,3556	0,786	0,7848	169,6048	120,0004	36,0001
50	0,8727	0,6985	0,1932	0,9254	1,5177	2,4431	0,6985	0,8723	186,6066	120,0005	36,0002
55	0,9599	0,6113	0,1723	0,9266	1,6036	2,5302	0,6114	0,9594	209,0562	120,0006	36,0002
60	1,0472	0,524	0,1514	0,916	1,7016	2,6176	0,524	1,0468	239,8364	120,0008	36,0002
65	1,1345	0,4367	0,1308	0,8882	1,8168	2,705	0,4366	1,1342	283,7858	120,001	36,0003
70	1,2217	0,3495	0,1109	0,8342	1,958	2,7922	0,3494	1,2214	350,5418	120,0012	36,0004
75	1,309	0,2622	0,0923	0,7394	2,1401	2,8795	0,2621	1,3087	463,1375	120,0016	36,0005
80	1,3963	0,1749	0,0761	0,5801	2,3869	2,967	0,1747	1,3961	690,8185	120,0705	36,0212
85	1,4835	0,0877	0,0644	0,3306	2,7238	3,0544	0,0872	1,4836	1378,008	120,005	36,0015
90	1,5708	0,0004	0,06	0,0007	3,1407	3,1414	0,0002	1,5706	622879,6	122,288	36,6864

6. INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO

La interfaz gráfica de usuario representa el puente de comunicación entre el sistema automatizado y el operador, en nuestro caso particular realiza el papel de interlocutor entre el sistema Domótico y los usuarios del laboratorio autorizados para manipularlo. La interfaz gráfica de usuario juega un papel muy importante en este tipo de aplicaciones, debido a la gran cantidad de información que debe intercambiar el usuario con el sistema (modos de operación de equipos, mensajes de operador, registro de usuarios, registro de eventos, carga de horarios, etc.) tanta información debe ser manipulada y almacenada de forma adecuada, lo que hace necesario contar con un ordenador con capacidad no solo para albergar y permitir el correcto despliegue de la interfaz gráfica, si no además, con los requerimientos necesarios para contener las bases de datos que el sistema requiere para su adecuado funcionamiento.

Para el desarrollo de la interfaz gráfica de este proyecto se hizo uso del software WINCC V6.0 de SIEMENS, las razones por las cuales se decidió hacer uso de este paquete son fácilmente resaltables, en primer lugar 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 el envío y recibo de datos desde y hacia el controlador, su programación orientada a objetos, que facilita la creación de interfaces orientadas a ventanas y menús desplegables y de selección, además de brindar la posibilidad de generar ficheros o archivos para el registro de eventos y la posibilidad de asignar

privilegios a los usuarios dependiendo de la jerarquía que estos tengan al interior de la organización (laboratorio), característica fundamental para el desarrollo de nuestro sistema Domótico.

A continuación se hará una breve reseña de la importancia de los paquetes SCADA en los sistemas automatizados, y haremos una descripción simplificada de las herramientas más importantes que ofrece el software WINCC y que fueron empleadas en el desarrollo de este proyecto.

6.1 EL SOFTWARE WINCC

WINCC es un sistema SCADA (sistema de control y adquisición de datos), es decir, es una aplicación software especialmente diseñada para trabajar sobre ordenadores encargados del control de la producción. Un sistema Scada permite establecer comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, etc.) para ejercer control sobre el proceso en forma automática desde la pantalla del ordenador, la cual es configurada por el usuario y puede ser modificada con facilidad. Además provee toda la información generada durante el proceso productivo a diversos usuarios.

Un sistema SCADA cuenta con una serie de módulos o bloques que le permiten realizar las actividades de adquisición de datos, supervisión de las variables de proceso y el control de su evolución. Estos módulos 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 de la planta. El proceso se representa mediante sinópticos 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 preprogramadas a partir de los valores actuales de variables leídas.
- ✓ **Gestión y archivo de datos:** se encarga del almacenamiento y procesado 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 la planta y el componente hardware que soporta el sistema scada y entre esta y el resto de elementos informáticos de gestión.

Haremos mención de dichos módulos para el caso específico de WINCC, haciendo referencia a los usados para el desarrollo de la interfaz grafica de nuestro proyecto.

6.1.1 Módulos de función de WINCC V6.0. Para el desarrollo de la interfaz gráfica de usuario de nuestro proyecto se hizo uso de las siguientes herramientas del software WINCC V6.0.

Graphic Designer: como su nombre lo indica, el graphic designer es el editor gráfico de WINCC, con esta herramienta se diseña la apariencia visual del sistema. Ofrece facilidades para el manejo de ventanas y la creación de menús

a través de botones, cuadros de selección, verificación, etc. Posee una librería grafica, que brinda al usuario la posibilidad de enriquecer las ventanas, además permite la importación de archivos de imágenes y sonidos a gusto del usuario.

Administrador de Variables: con esta herramienta se establecen los parámetros de comunicación entre el controlador y el ordenador, se declaran las variables tanto internas, es decir, de uso exclusivo de WINCC y las variables externas, con las cuales se hará el puente de comunicación para el envío de información desde y hacia el controlador (autómata programable).

Alarm Login: con este paquete se realiza registro y manipulación de los eventos y alarmas del sistema, con esta herramienta el usuario define los eventos que se requiere que sean registrados por el sistema, cuales constituyen alarmas, cuales avisos y el manejo que se le debe dar a cada uno dependiendo de su importancia, el usuario también puede definir la creación de ficheros históricos o ficheros circulares tipo tambor, los cuales actualizan su contenido una vez alcanzan el tamaño asignado por el usuario.

Administrador de Usuarios: con el administrador de usuarios, se realiza la clasificación del personal autorizado para manipular la interfaz gráfica, esta herramienta permite la creación de grupos de usuarios; a cada grupo se le asignan un conjunto de privilegios para el manejo de los recursos del laboratorio y el acceso a las bases de datos del sistema Domótico. Los usuarios son incluidos en cada grupo dependiendo de las funciones que vayan a desempeñar al interior del laboratorio y del nivel de responsabilidad que manejen.

Global Script: el Global Script es una de las herramientas mas poderosas con las que cuenta WINCC, ya que a través de este el usuario puede programar funciones y acciones que se ejecuten con la ocurrencia de un determinado evento, el cambio de estado o de valor de una variable externa o interna, después de transcurrido cierto tiempo o en una fecha determinada. El usuario es libre de escoger si desea programar en lenguaje C o en VSB (Visual Basic).

6.2 DISEÑO Y CARACTERÍSTICAS DE LA INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO

Como ya se hacia referencia en apartes anteriores, el diseño de la interfaz gráfica de usuario para este proyecto fue orientada al uso de ventanas y menús de selección, lo que permite al usuario navegar de forma cómoda y rápida a través de las distintas funciones que ofrece el sistema. El mecanismo de ventanas empleado facilita mucho la tarea del usuario, ya que fue pensado para que las operaciones a realizar se hagan de manera progresiva, evitando ambigüedades que puedan confundir a los usuarios del laboratorio.

A continuación se hace una descripción general de todas y cada una de las ventanas y menús que componen la interfaz gráfica del sistema Domótico.

6.2.1 Ventana principal: Esta ventana constituye la mascara o imagen permanente del sistema, esta compuesta básicamente por tres zonas relevantes que son:

Registro de Usuario: como se puede observar en la gráfica, esta compuesta por un par de botones y un campo de entrada-salida, el botón identificado como *Login*, le permite al usuario registrarse al sistema y de este modo activar los privilegios de manejo a los cuales que tiene derecho, dependiendo

del grupo de usuarios al que pertenece; una vez realizado el registro, el nombre del usuario activo aparecerá en el campo de entrada-salida identificado con la etiqueta *Usuario Actual*, el segundo botón identificado con la etiqueta *Logout*, le permite al usuario salir del sistema en el momento que lo desee, con el propósito de evitar que otros usuarios o terceros puedan hacer uso de sus privilegios para manipular el sistema sin la debida autorización, en caso dado que el usuario olvide salir del sistema, sus privilegios serán desactivados después de transcurridos tres minutos sin que se registren cambios en el sistema.

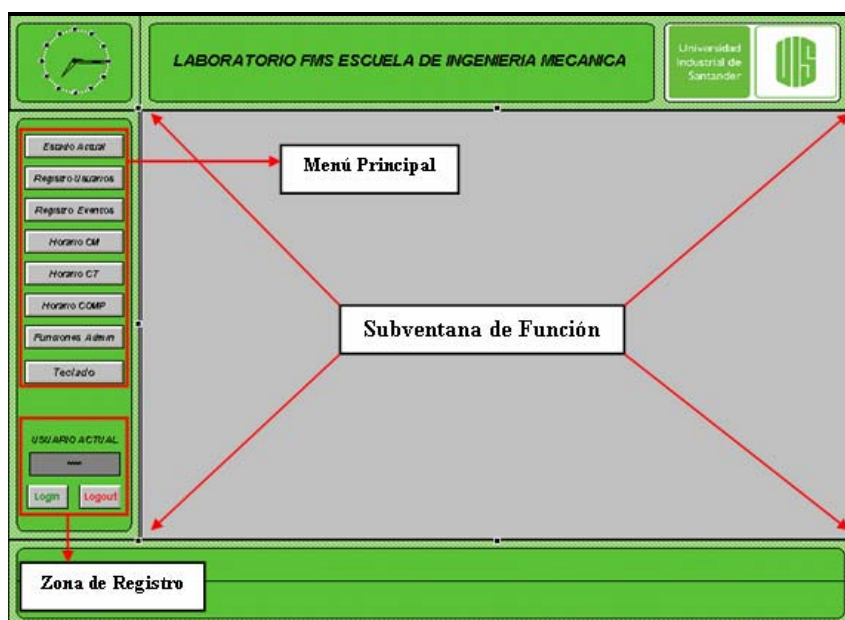
Menú Principal: este menú permite al usuario acceder a cada una de las funciones principales del sistema, este permanecerá siempre visible, de modo que el usuario pueda saltar entre funciones de forma automática, evitando tener que regresar entre menús, el acceso a cada función se consigue haciendo clic en el botón correspondiente a la función que se desea desplegar, cabe recordar que para tener acceso al menú o a cualquier ventana grafica el usuario debe poseer la respectiva autorización. Las funciones con que cuenta el menú principal son las siguientes:

- Estado Actual de la sala.
- Registro de Usuarios.
- Registro de Eventos.
- Horarios de Equipos.
- Funciones del Administrador.
- Teclado – Alarmas.

Más adelante se darán mayores detalles cuando se hable de cada una de las subventanas que componen la interfaz grafica de usuario.

Subventana de función: como su nombre lo indica es una subventana de la ventana principal, en su interior es donde se visualizan todas las ventanas correspondientes a las funciones que el usuario ha elegido desplegar, toda función se debe ejecutar en esta subventana a excepción de cuando se hace el llamado de programas externos como Step7, entre otros, los cuales aparecerán en primer plano y no dentro de la subventana de función. En la Figura 7 se puede observar cada una de las 3 zonas anteriormente descritas.

Figura 7. Ventana Principal



6.2.2 Ventana Estado de sala. Esta subventana aparece por defecto con la ventana principal al iniciarse el sistema, esta compuesta por fichas o recuadros con imágenes que representan cada uno de los equipos o recursos susceptibles de ser controlados o manipulados. En el caso específico del CM, CT, Luces y el Aire Acondicionado, cada una de estas fichas posee dos casillas que indican el modo en el cual se encuentra operando el equipo, ya

sea automático (el sistema ejerce control de la operación) o manual (el usuario controla la operación). Para el caso de las puertas principal y de herramientas y del compresor, solo se cuenta con un pulsador que permite la apertura en el caso de las puertas o la activación de la función de purga del compresor al energizar la válvula solenoide. Ver Figura 8.

Para los computadores la ficha que aparece en esta ventana, permite observar solamente si los computadores están energizados o no, si el usuario desea observar las fichas que representan a cada uno de los seis computadores que se encuentran en la sala y proceder a modificar el modo de operación y efectuar el apagado o encendido según lo requiera, debe hacer clic en el botón de comando *Ver Mas* que aparece en la parte inferior del recuadro, inmediatamente visualizara la subventana Estado de los Computadores. Ver Figura 9.

Figura 8. Ventana Estado de la Sala

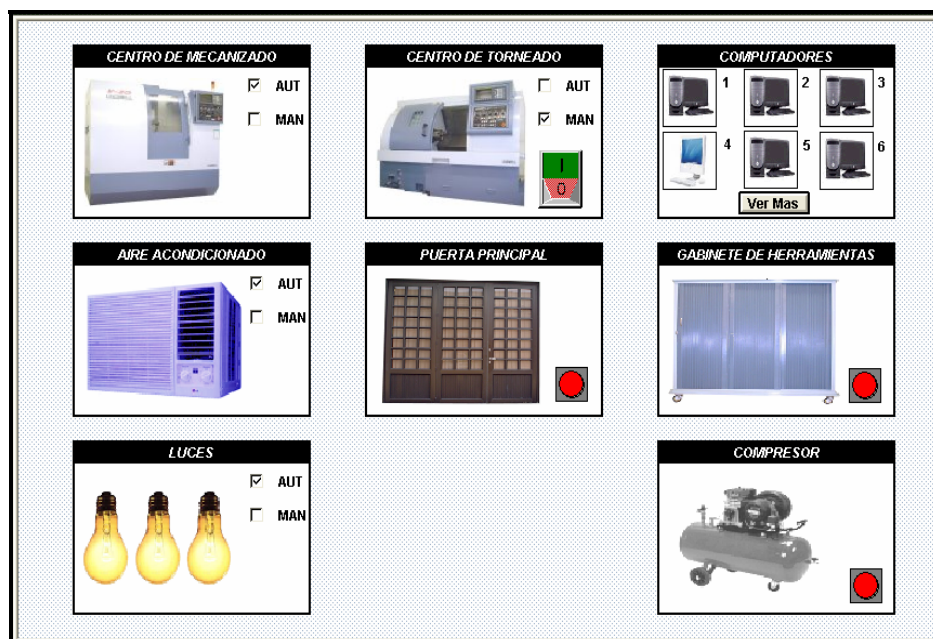
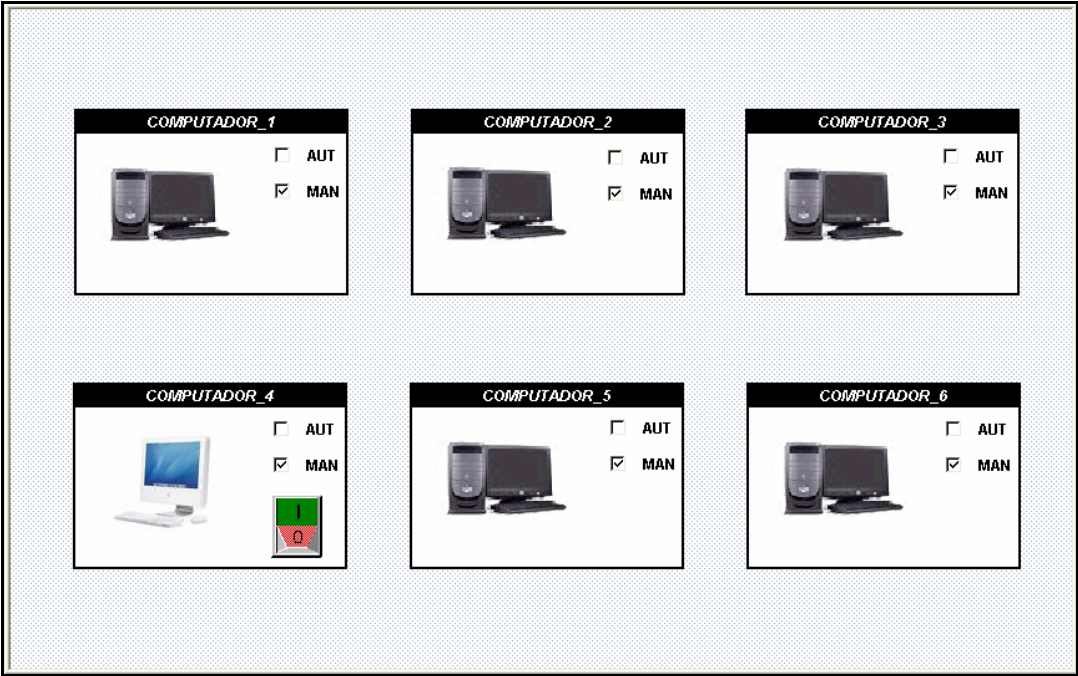


Figura 9. Ventana Estado de los Computadores.

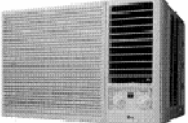
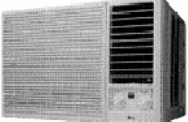


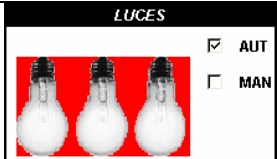
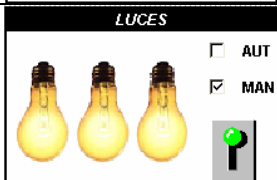
La Cuadro 22 presenta de forma clara y detallada los diferentes estados que puede tomar cada uno de los equipos del laboratorio.

Cuadro 22. Estados de los Equipos de la Sala.

Estado	Grafico	Modo	Apagador	Grafico
Centro de Mecanizado Desenergizado	Puerta Cerrada	Automático	Invisible	
		Manual	posición roja	

Estado	Grafico	Modo	Apagador	Grafico
Centro de Mecanizado Energizado	Puerta Abierta	Automático	Invisible	
		Manual	posición verde	
Centro de Torneado Desenergizado	Puerta Cerrada	Automático	Invisible	
		Manual	posición roja	
Centro de Torneado Energizado	Puerta Abierta	Automático	Invisible	
		Manual	posición verde	
Computador Desenergizado	Monitor en Negro	Automático	Invisible	

Estado	Grafico	Modo	Apagador	Grafico
		Manual	posición roja	 ☐ AUT ☒ MAN 
Computador Energizado	Monitor en azul	Automático	Invisible	 ☒ AUT ☐ MAN
		Manual	posición verde	 ☐ AUT ☒ MAN 
Aire Acondicionado Apagado	Blanco y Negro	Automático	Invisible	 ☒ AUT ☐ MAN
		Manual	posición roja	 ☐ AUT ☒ MAN 
Aire Acondicionado Encendido	Visible a Colores	Automático	Invisible	 ☒ AUT ☐ MAN
		Manual	posición verde	 ☐ AUT ☒ MAN 

Estado	Grafico	Modo	Apagador	Grafico
Luces Apagadas	Blanco y Negro	Automático	Invisible	
		Manual	posición roja	
Luces Encendidas	Visible a Colores	Automático	Invisible	
		Manual	posición verde	
Puerta Principal Abierta y desmagnetizada	Puerta Abierta		Verde	
Puerta Principal abierta y Magnetizada			Rojo	
Puerta Principal Cerrada y Magnetizada	Puerta Cerrada		Rojo	
Puerta Principal Cerrada y desmagnetizada	Puerta Cerrada		Verde	

Estado	Grafico	Modo	Apagador	Grafico
Puerta Herramientas Abierta y desmagnetizada	Puerta Abierta		Verde	
Puerta Herramientas abierta y Magnetizada			Rojo	
Puerta Herramientas Cerrada y Magnetizada	Puerta Cerrada		Rojo	
Puerta Herramientas Cerrada y desmagnetizada			Verde	
Compresor en uso	Compresor en Blanco y Negro		Verde	
Compresor en Estado de Purga	Compresor a color		Rojo	

6.2.3 Ventana de registro de usuarios. En esta subventana se realiza la asignación de claves de acceso a los usuarios del laboratorio (administradores, auxiliares, estudiantes, operadores de maquina), también es posible modificar o eliminar los registros de usuarios ya existentes, esta subventana esta compuesta básicamente por dos zonas:

Zona de Registro: en esta zona la persona a ser autorizada registra el nombre y la clave que lo identificarán de manera inequívoca al interior del sistema Domótico. La clave de usuario debe ser un número de entre 4 y 8 dígitos, una vez ingresada la clave esta debe ser confirmada antes de proceder a su almacenamiento en la base de datos, en esta zona también es posible realizar modificaciones a los datos de usuario o eliminarlos de forma permanente en el momento en que se requiera.

Zona De Visualización: esta compuesta por un panel de visualización y dos botones de comando, el usuario puede seleccionar ver el listado de usuarios registrados en la base de datos del autómata o si lo desea puede observar el listado de usuarios que se encuentran actualmente en el laboratorio. Con esta información el administrador puede ver que usuarios abandonaron definitivamente la sala pero no registraron su salida, con el fin de realizar el respectivo llamado de atención o proceder a su evacuación al momento del cierre del laboratorio, ver figura 10.

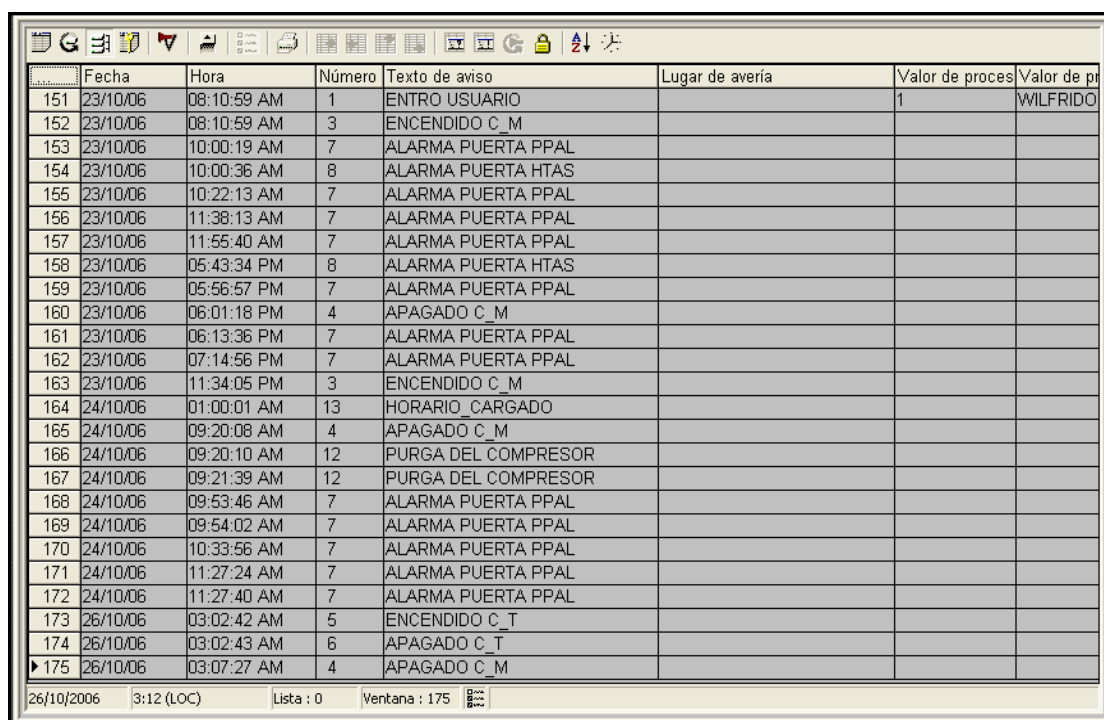
Figura 10. Ventana Registro de Usuarios.

LISTA DE USUARIOS REGISTRADOS	
NOMBRE	CODIGO
CARLOS	0
WILFRIDO	1
MIGUEL	2
ALEJO	3
NELSON	4

26.10.06 03:13:57

6.2.4 Ventana de registro de eventos. La función de esta subventana es la de permitir la visualización de los eventos ocurridos al interior del laboratorio, le permite al administrador verificar las horas de entrada y salida de los usuarios, las horas de encendido y apagado de los equipos, la correcta ejecución o no de las funciones periódicas como la purga del compresor o la carga de horarios, también le permite monitorear la ocurrencia de eventos que indican la apertura prolongada de las puertas principal y de herramientas, la caída de una fase, la aparición de la alarma de incendios o un posible evento de intrusión (acceso no autorizado al laboratorio). Cuenta con una barra de herramientas que permite filtrar la información de modo que el administrador pueda concentrarse de manera específica en lo que esta buscando, ver figura 11.

Figura 11. Ventana Registro de Eventos.



	Fecha	Hora	Número	Texto de aviso	Lugar de avería	Valor de proces	Valor de pt
151	23/10/06	08:10:59 AM	1	ENTRO USUARIO		1	WILFRIDO
152	23/10/06	08:10:59 AM	3	ENCENDIDO C_M			
153	23/10/06	10:00:19 AM	7	ALARMA PUERTA PPAL			
154	23/10/06	10:00:36 AM	8	ALARMA PUERTA HTAS			
155	23/10/06	10:22:13 AM	7	ALARMA PUERTA PPAL			
156	23/10/06	11:38:13 AM	7	ALARMA PUERTA PPAL			
157	23/10/06	11:55:40 AM	7	ALARMA PUERTA PPAL			
158	23/10/06	05:43:34 PM	8	ALARMA PUERTA HTAS			
159	23/10/06	05:56:57 PM	7	ALARMA PUERTA PPAL			
160	23/10/06	06:01:18 PM	4	APAGADO C_M			
161	23/10/06	06:13:36 PM	7	ALARMA PUERTA PPAL			
162	23/10/06	07:14:56 PM	7	ALARMA PUERTA PPAL			
163	23/10/06	11:34:05 PM	3	ENCENDIDO C_M			
164	24/10/06	01:00:01 AM	13	HORARIO_CARGADO			
165	24/10/06	09:20:08 AM	4	APAGADO C_M			
166	24/10/06	09:20:10 AM	12	PURGA DEL COMPRESOR			
167	24/10/06	09:21:39 AM	12	PURGA DEL COMPRESOR			
168	24/10/06	09:53:46 AM	7	ALARMA PUERTA PPAL			
169	24/10/06	09:54:02 AM	7	ALARMA PUERTA PPAL			
170	24/10/06	10:33:56 AM	7	ALARMA PUERTA PPAL			
171	24/10/06	11:27:24 AM	7	ALARMA PUERTA PPAL			
172	24/10/06	11:27:40 AM	7	ALARMA PUERTA PPAL			
173	26/10/06	03:02:42 AM	5	ENCENDIDO C_T			
174	26/10/06	03:02:43 AM	6	APAGADO C_T			
175	26/10/06	03:07:27 AM	4	APAGADO C_M			

26/10/2006 3:12 (LOC) Lista : 0 Ventana : 175

6.2.5 Ventana de horario de equipos. En esta subventana se realiza la asignación de horarios para el uso de las maquinas, esta fue diseñada para actualización semanal, es decir, el administrador al inicio de la semana configura el horario que tendrá vigencia el resto de la misma, asignando en cada casilla el nombre del usuario autorizado para usar la maquina o computador a la hora y día especificado, cada entrada debe ser confirmada presionando la tecla enter. Una vez finalizado el registro del respectivo horario, el administrador debe guardar las modificaciones realizadas presionando el respectivo botón de comando, si lo desea el usuario puede realizar la carga inmediata de las modificaciones a la memoria del autómata, presionando el botón *carga de horarios*. El sistema carga el horario para el día actual de forma automática al inicio de este; en la figura 12 se puede apreciar la forma como se distribuyen estos horarios en el sistema actual.

Figura 12. Ventana Asignación de Horario de Equipos.

HORARIO CENTRO DE MECANIZADO							
HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
6:00	CARLOS	----	----	CARLOS	CARLOS	----	----
7:00	CARLOS	----	----	CARLOS	----	----	----
8:00	WILFRIDO	----	----	WILFRIDO	----	CARLOS	----
9:00	WILFRIDO	----	----	WILFRIDO	WILFRIDO	----	----
10:00	CARLOS	----	----	CARLOS	----	----	----
11:00	CARLOS	----	----	CARLOS	----	----	----
12:00	WILFRIDO	----	----	WILFRIDO	WILFRIDO	----	----
13:00	WILFRIDO	----	----	WILFRIDO	----	----	WILFRIDO
14:00	CARLOS	CARLOS	CARLOS	CARLOS	----	----	----
15:00	CARLOS	----	----	CARLOS	CARLOS	----	----
16:00	WILFRIDO	----	----	WILFRIDO	----	CARLOS	----
17:00	WILFRIDO	----	----	WILFRIDO	----	----	----

GUARDAR MODIFICACION

ACTUALIZAR HORARIO

VER HOARARIO ACTUAL

6.2.6 Ventana funciones de administrador. Esta subventana es de uso exclusivo de los administradores del sistema, básicamente porque esta constituye la única forma de salir de la interfaz grafica y acceder al resto de las aplicaciones del sistema operativo del ordenador y por consiguiente de acceder a las bases de datos del sistema, por ello a esta ventana solo debe tener acceso personal con la debida autorización; desde esta se realiza el llamado a las aplicaciones software que el sistema requiera para su correcto funcionamiento, Ej: Step7, administrador de usuarios, programa de monitoreo de la UPS, etc. Esta ventana puede ser apreciada a continuación en la figura 13.

Figura 13. Ventana de Funciones de Administrador.



6.2.7 Ventana Teclado – Alarmas. En esta subventana el usuario dispone de un teclado virtual, donde puede registrar su entrada o salida del sistema de la misma forma en que lo haría desde el teclado de acceso, esto en caso de que varios usuarios ingresen juntos y solo uno de ellos registre su entrada, entonces el resto pueda hacerlo desde la interfaz grafica.

Esta ventana también cuenta con un cuadro de reconocimiento de alarmas y avisos, donde el usuario puede elegir bloquear la aparición de ciertos avisos y alarmas con el fin de evitar que se activen, cuando se este realizando alguna actividad al interior del laboratorio, que necesariamente este ligada a la aparición de una o varias de ellas. Ver figura 14.

Figura 14. Ventana Teclado Virtual – Reconocimiento de Alarmas.

The interface is divided into two main sections within a light blue frame:

- TECLADO VIRTUAL DE ACCESO:** A virtual keypad with a numeric display at the top showing '0'. Below the display is a grid of buttons:
 - Row 1: 1, 2, 3, ENTRAR
 - Row 2: 4, 5, 6, SALIR
 - Row 3: 7, 8, 9, BORRAR
 - Row 4: 0, INICIO, ESC
- RECONOCIMIENTO DE ALARMAS Y AVISOS:** A list of five items, each with a checkbox to its right:
 - AVISO PUERTA PRINCIPAL ABIERTA ☐
 - AVISO PUERTA HERRAMIENTAS ABIERTA ☐
 - ACUSAR ALARMA DE INTRUSION ☐
 - ACUSAR ALARMA DE INCENDIOS ☐
 - FALLO SISTEMA APERTURA AUTOMATICA ☐

7. MANUAL DEL OPERADOR Y RECOMENDACIONES A TENER EN CUENTA

El objetivo de este manual es mostrar a los encargados del manejo del laboratorio la forma correcta de interactuar con el sistema, se explicara el manejo del tablero de acceso, la forma de entrar y salir de la interfaz grafica, el manejo de los eventos y alarmas, la asignación de horarios, las funciones propias del administrador, etc. Finalmente se harán ciertas recomendaciones sobre el manejo del sistema y la forma como se debe proceder ante la ocurrencia de ciertas situaciones especiales.

7.1 MANEJO DEL TABLERO DE ACCESO.

El siguiente es el procedimiento que se debe realizar para ingresar la clave de acceso al momento de entrar y salir del laboratorio.

1. Presione la tecla **Inicio**, el display mostrara un mensaje indicando que el teclado esta listo para recibir su clave de acceso.
2. Ingrese su clave de acceso, tenga en cuenta que si tarda más de 5 segundos entre pulsar una tecla y otra, el display volverá nuevamente a inicio y deberá comenzar nuevamente el proceso. Si comete errores de digitación, puede escoger entre volver a iniciar el proceso presionando la tecla **Escape**, o simplemente borrar su última entrada presionando la tecla **Borrar**.
3. Una vez finalizado el ingreso de su clave presione la tecla **Entrar** si desea ingresar al laboratorio, o la tecla **Salir** en caso que desee abandonarlo

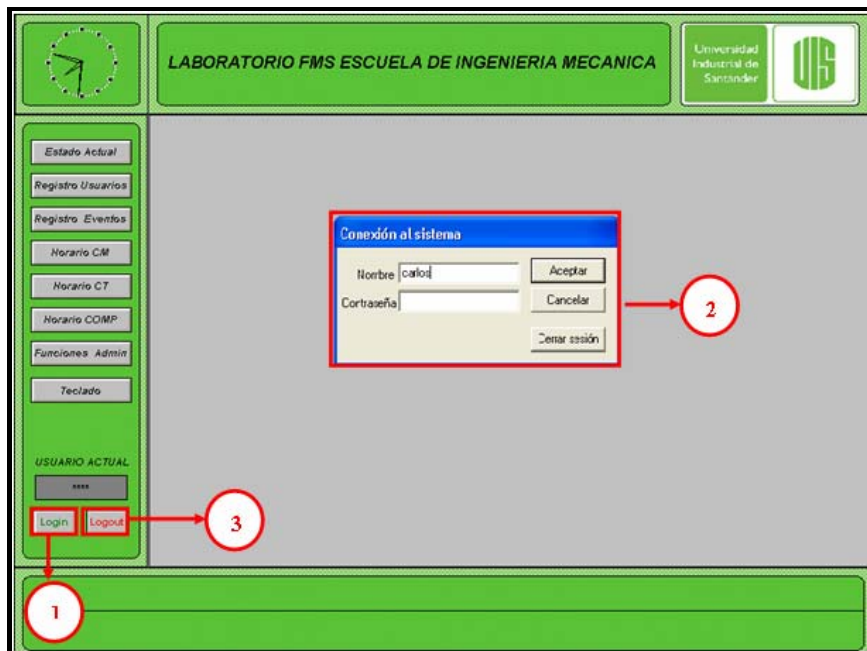
permanentemente, si la entrada es correcta y pulso la tecla **Entrar** el display le mostrara un mensaje indicándole que puede ingresar o que su salida ha quedado registrada en caso de haber pulsado la opción **Salir**, si la clave ingresada es incorrecta el display mostrara un mensaje indicando que la clave no esta registrada en el sistema, caso en el cual debe reiniciar el proceso.

7.2 ENTRAR Y SALIR DE LA INTERFAZ GRAFICA DE USUARIO

1. En la ventana Principal haga clic el Botón **Login**, inmediatamente aparecerá la ventana *conexión al sistema*.
2. Ingrese su nombre y el código de autorización que le fue asignado para el manejo de la interfaz grafica de usuario, en las funciones de administrador se mostrara la forma de asignar el código de manejo y los privilegios de usuario, finalmente presione aceptar, si sus datos son correctos su nombre debe aparece en la casilla *usuario actual*.
3. Si desea abandonar el sistema simplemente haga clic en el botón **Logout**, sus privilegios serán desactivados de forma inmediata, en caso tal que el usuario olvide realizar este ultimo paso sus privilegios serán desactivados después de transcurridos 5 minutos sin que se reciba señal alguna por parte del usuario.

Los tres pasos anteriormente descritos se pueden resumir siguiendo la figura 15 mostrada a continuación.

Figura 15. Entrar y salir de la Interfaz grafica de usuario



7.3 MODIFICAR EL MODO DE OPERACIÓN DE UN EQUIPO.

1. Haga clic en el botón *Estado Actual*, en el menú de selección de la ventana principal.
 2. En la casilla de equipo hay dos check box, uno identificado como *AUT* (automático) y otro como *MAN* (manual), seleccione el modo en que desea trabajar haciendo clic en uno de ellos, note que solo es posible seleccionar uno a la vez.
 3. Si escogió trabajar en modo manual (*MAN*), inmediatamente se visualizara al lado derecho de la imagen del equipo un interruptor, que le permitirá conectar o retirar la alimentación eléctrica al equipo.
- Esta función solo esta disponible para el Centro de Mecanizado, Centro de Torneado, computadores, luces y el Aire Acondicionado. En la figura 16 se relacionan los pasos anteriormente descritos.

Figura 16. Cambiar el modo de operación de un equipo.



7.4 MANEJO DE LOS REGISTROS DE USUARIO.

7.4.1 Registrar un Usuario nuevo. Para asignar la clave de acceso a un nuevo usuario siga las siguientes instrucciones.

1. Haga clic en el botón *Registro de Usuarios* en el menú de selección de la ventana principal. Inmediatamente se visualizara la subventana correspondiente.
2. En la zona de registro, ingrese la información solicitada en los siguientes campos :

✓ **Nombre:** registre el nombre o nick del usuario que va a ser registrado.

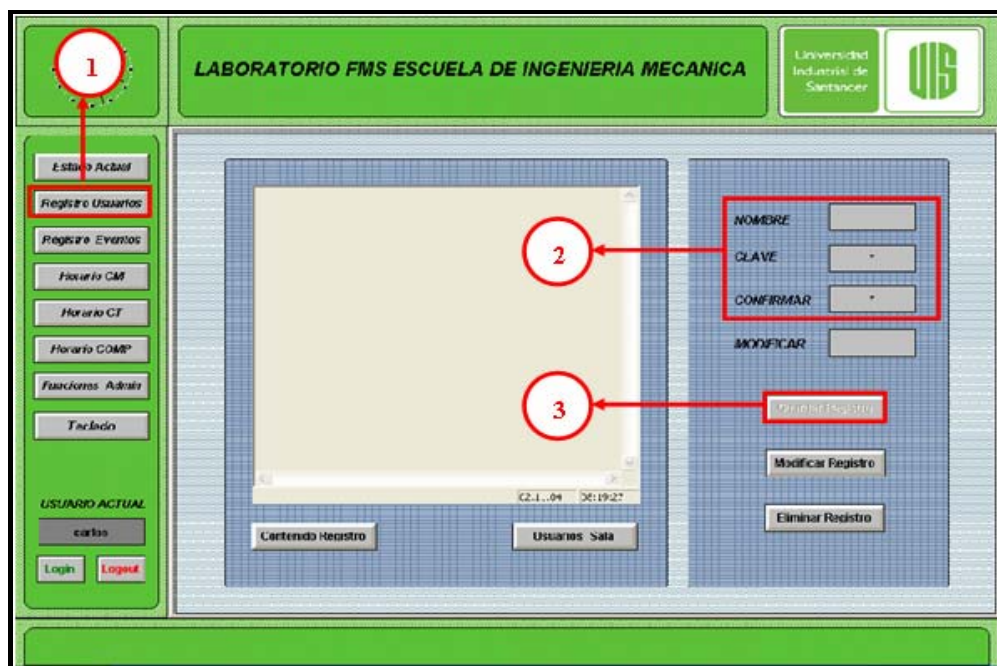
✓ **Clave:** ingrese su clave personal, recuerde que debe tener un mínimo de 4 dígitos y un máximo de 8.

✓ **Confirmar:** ingrese nuevamente su clave personal, si esta no coincide con la que ingreso en el campo *Clave*, el sistema le impedirá guardar sus datos, lo mismo sucederá si el campo *Nombre* esta vacío.

No olvide confirmar cada entrada realizada pulsando la tecla *Enter*.

3. Finalmente presione el botón Guardar Registro, para almacenar los datos del usuario en la base de datos del autómata y en la base de datos del ordenador, ver figura 17.

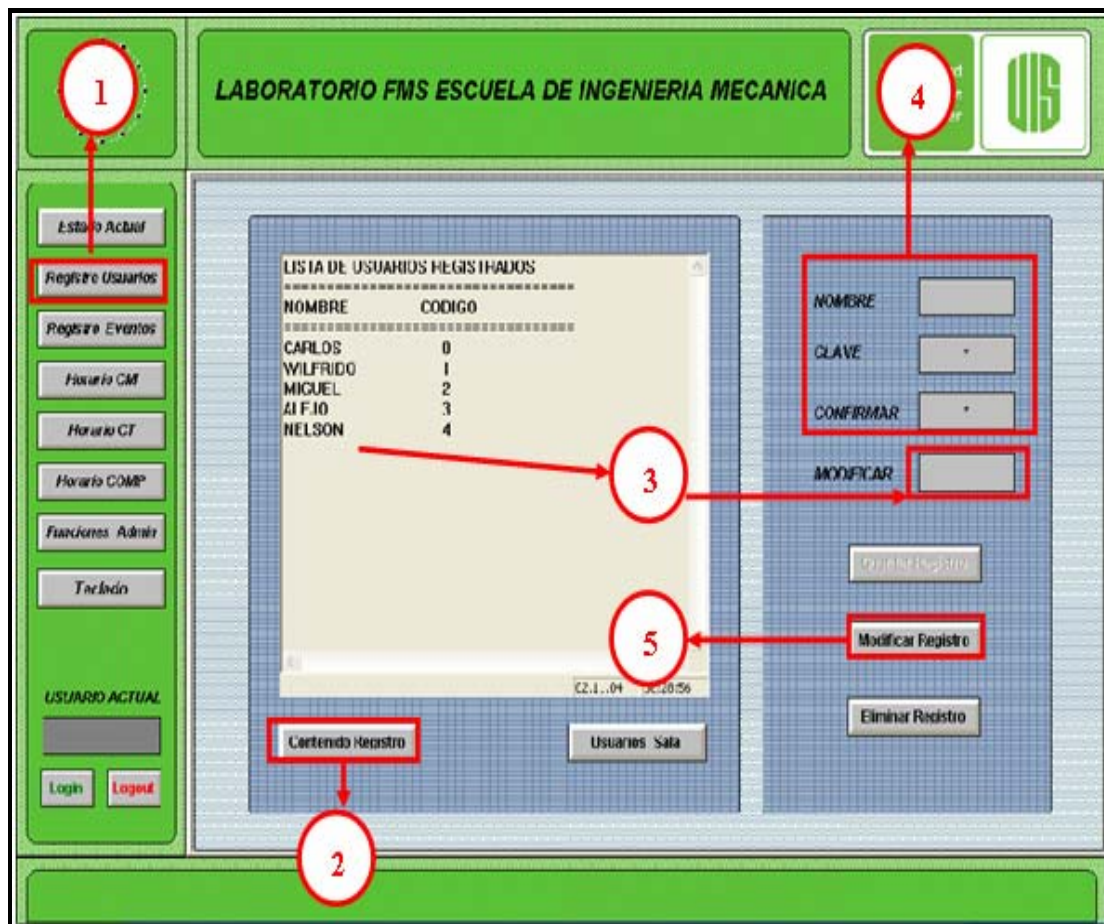
Figura 17. Asignar clave a nuevo usuario.



7.4.2 Modificar los datos de usuario.

1. Haga clic en el botón *Registro de Usuarios* en el menú de selección de la ventana principal. Inmediatamente se visualizara la subventana correspondiente.
2. En la zona de visualización, busque el nombre que identifica al usuario que desea modificar o eliminar sus datos, haciendo clic en el botón *Contenido Registro*.
3. Ingrese el nombre buscado en el paso anterior en el campo *MODIFICAR*, escríbalo tal cual aparece en la ventana de visualización, ya que el sistema diferencia entre mayúsculas y minúsculas.
4. Si la idea es modificar los datos del usuario, introduzca los nuevos datos en los campos *Nombre, Clave y Confirmar*, de la misma forma que se realiza para registrar un usuario.
5. Finalmente haga clic en el botón *Modificar Registro*. Compruebe el procedimiento haciendo nuevamente clic en el botón *Contenido de Registro* para cerciorarse del cambio. Este procedimiento se puede llevar a cabo siguiendo los pasos descritos en la figura 18.

Figura 18. Modificar los datos de usuario.

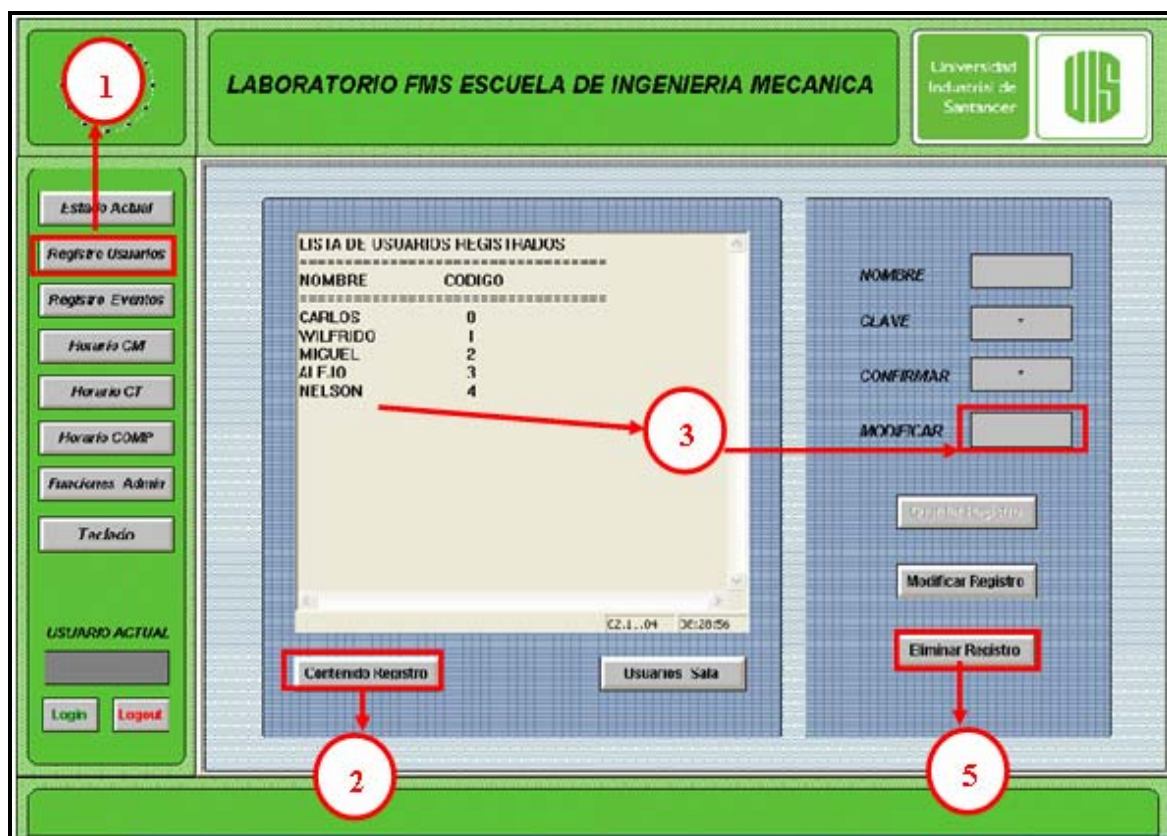


7.4.3 Eliminar los datos de usuario.

1. Haga clic en el botón *Registro de Usuarios* en el menú de selección de la ventana principal. Inmediatamente se visualizara la subventana correspondiente.
2. En la zona de visualización, busque el nombre que identifica al usuario que desea modificar o eliminar sus datos, haciendo clic en el botón *Contenido Registro*.

3. Ingrese el nombre buscado en el paso anterior en el campo **MODIFICAR**, escribalo tal cual aparece en la ventana de visualización, ya que el sistema diferencia entre mayúsculas y minúsculas.
4. Finalmente haga clic en el botón **Eliminar Registro**. compruebe que efectivamente los datos han sido eliminados, haciendo clic en el botón **Contenido de Registro**, el registro no debe aparecer en pantalla. Este procedimiento se puede seguir a través de la figura 19 mostrada a continuación.

Figura 19. Eliminar los datos de usuario.



7.5 ASIGNACIÓN DE HORARIOS PARA EL USO DE LAS MAQUINAS.

- 1) Haga clic en cualquiera de los botones de horario del menú de selección en la ventana principal (*Horario CM, Horario CT, Horario Computadores*).
- 2) La ventana de registro de horarios es una Cuadro con capacidad para albergar el horario de una semana (Lunes a Domingo) desde las 6:00 a.m. hasta las 6:PM de cada día, en cada casilla el administrador de la sala debe registrar el nombre del usuario que se hace responsable por la maquina en ese horario, cada entrada debe ser confirmada presionando la tecla Enter, este proceso debe repetirse hasta configurar el horario deseado.
- 3) Una vez finalizada la configuración del horario, haga clic en el botón *Guardar Modificación*, este procedimiento garantiza que las modificaciones sean guardadas en la base de datos del computador.
- 4) Si desea que sus modificaciones sean cargadas de forma inmediata a la base de datos del autómata programable, haga clic en el botón *Actualizar Horario*, el procedimiento de carga de datos tomara aproximadamente 10 segundos.

Cabe anotar que el sistema realiza automáticamente la carga del horario de todos los equipos al inicio de cada día. En la figura 20 se pueden apreciar los pasos descritos anteriormente.

Figura 20. Configuración del horario de uso de los equipos.

LABORATORIO FMS ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

Universidad Industrial de Santander

HORARIO CENTRO DE MECANIZADO

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
6:00	CARLOS			CARLOS	CARLOS		
7:00	CARLOS			CARLOS			
8:00	WILFRIDO			WILFRIDO		CARLOS	
9:00	WILFRIDO			WILFRIDO	WILFRIDO		
10:00	CARLOS			CARLOS			
11:00	CARLOS			CARLOS			
12:00	WILFRIDO			WILFRIDO	WILFRIDO		
13:00	WILFRIDO			WILFRIDO			WILFRIDO
14:00	CARLOS	CARLOS	CARLOS	CARLOS			
15:00	CARLOS			CARLOS	CARLOS		
16:00	WILFRIDO			WILFRIDO		CARLOS	
17:00	WILFRIDO			WILFRIDO			

GUARDAR MODIFICACION

ACTUALIZAR HORARIO

VER HORARIO ACTUAL

7.6 MANEJO DEL ADMINISTRADOR DE USUARIOS

Esta función es de manejo exclusivo de los administradores del sistema, como se menciona en el capítulo sobre el diseño de la interfaz gráfica de usuario en el aparte referente a la ventana “funciones de administrador”. Este procedimiento le permite al administrador asignar privilegios de manejo sobre el sistema a los usuarios de la sala, dependiendo del grupo al cual pertenezcan.

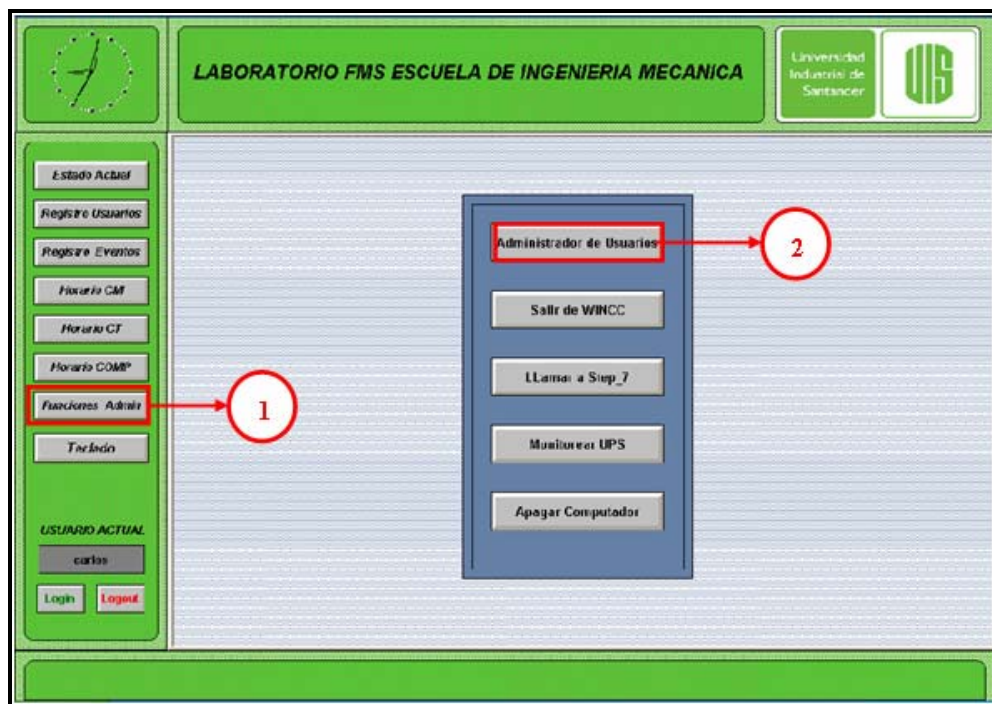
A continuación se describen los procedimientos para la creación y eliminación de usuarios.

7.6.1 Creación de un Nuevo Usuario.

1) Haga clic en el botón *Funciones de administrador* en el menú de selección de la ventana principal, inmediatamente se visualizara en pantalla un menú con las funciones propias del administrador del sistema.

2) Haga clic en el botón *Administrador de Usuarios*, después de unos instantes aparecerá el editor de usuarios de WINCC (*User Administrator*). Ver figura 21.

Figura 21. Creación de un nuevo usuario parte A.



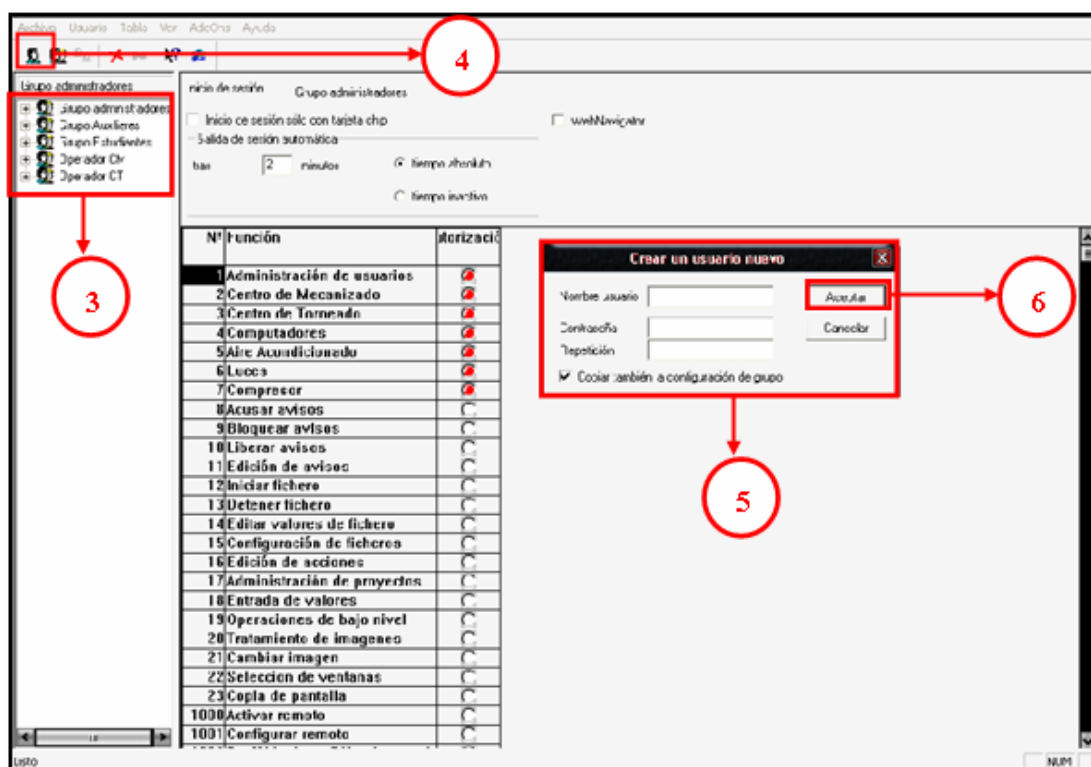
1) Seleccione el grupo al cual pertenecerá el usuario, haciendo clic sobre una de las cinco opciones que ofrece el sistema.

2) Haga clic sobre el botón *nuevo usuario* ubicado en la barra de herramientas del User Administrator, inmediatamente aparecerá la ventana *crear un usuario nuevo*.

3) Ingrese el nombre y la clave personal del nuevo usuario, Seleccione la casilla de verificación "Copiar también los ajustes del grupo" si las autorizaciones del grupo en el que ha creado el nuevo usuario, también deben ser válidas para el nuevo usuario.

4) Haga clic en Aceptar para confirmar su entrada. Los privilegios del grupo quedaran asignados de forma automática al nuevo usuario.

Figura 22. Creación de un nuevo usuario parte B.



Para realizar la asignación de más de un usuario simplemente repita el procedimiento descrito anteriormente para cada usuario adicional; Ver figura 22.

Nota: El procedimiento descrito anteriormente utiliza la configuración diseñada por defecto para este sistema, sin embargo, es posible cambiar dicha configuración mediante la creación de nuevos grupos de usuarios y adicionando nuevas autorizaciones, en la opción “contenido e índice” del menú ayuda del *User Administrador*, puede encontrar información detallada de cómo realizar este procedimiento.

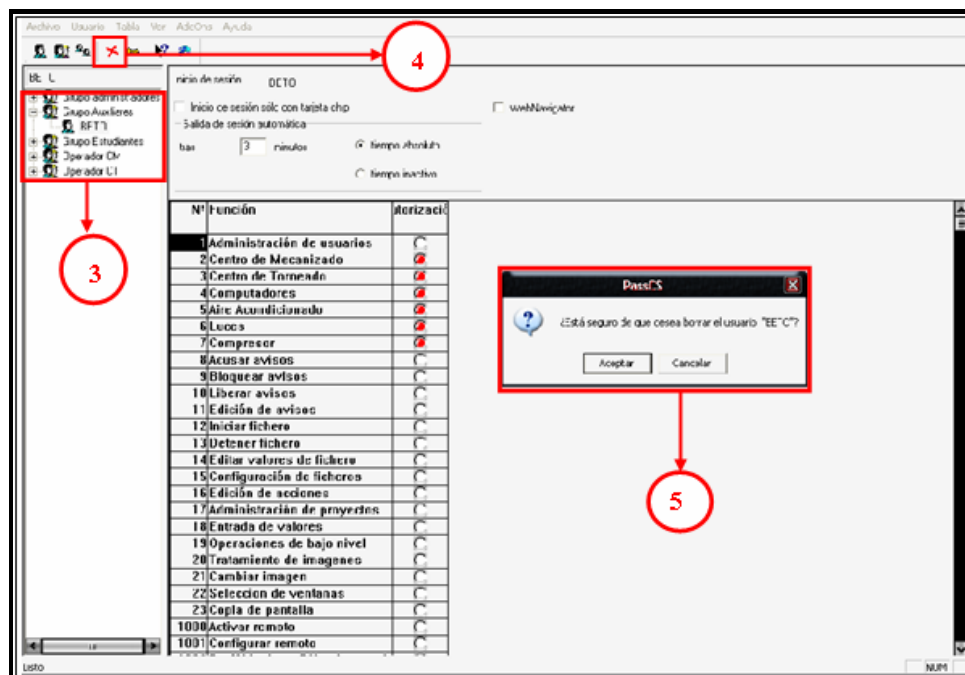
7.6.2 Eliminar un Usuario

1. Haga clic en el botón *Funciones de administrador* en el menú de selección de la ventana principal, inmediatamente se visualizara en pantalla un menú con las funciones propias del administrador del sistema.
2. Haga clic en el botón *Administrador de Usuarios*, después de unos instantes aparecerá el editor de usuarios de WINCC (*User Administrador*).
3. Seleccione el usuario que desea borrar haciendo clic sobre el nombre que lo identifica.
4. Haga clic en el botón “Borrar usuario/grupo” ubicado en la barra de herramientas del User Administrator.
5. Confirme mediante el botón de comando "Aceptar". Ver figuras 23 y 24.

Figura 23. Eliminar un usuario Parte A.



Figura 24. Eliminar un usuario parte B.



7.7 RECOMENDACIONES DE OPERACIÓN

A continuación se hará un compendio de todas aquellas sugerencias que los encargados de administrar el sistema deben tener en cuenta, si es que pretenden tener dominio de ciertas situaciones que pueden llegar a presentarse producto de su ejecución normal. En cada punto se presentara una determinada situación, y la forma como se debe proceder en caso de ocurrir.

7.7.1 Apertura prolongada de las puertas Principal y de Herramientas.

Cuando se requiere que las puertas principal y de Herramientas, permanezcan abiertas mas tiempo del permitido por el subsistema de alarmas y avisos del sistema Domótico, ya sea para la realización de labores de limpieza, mantenimiento, movimiento de carga o por cualquier otra razón que implique que las puertas principal y/o de herramientas deban permanecer abiertas durante el desarrollo de una determinada actividad, el usuario debe reconocer dicha situación haciendo uso de las casillas de verificación que están disponibles en la subventana Teclado - Alarmas en el menú *Reconocimiento de alarmas*.

Si esta acción no es ejecutada el sistema enviara los avisos de cierre inmediato de las puertas durante el tiempo que tarde la realización de la actividad a realizar, pudiendo molestar a los ocupantes del laboratorio y saturando los registros de eventos.

7.7.2 Alarmas de intrusión e incendio. Del mismo modo en que hacíamos referencia para los mensajes de aviso de las puertas principal y de herramientas en el punto anterior, debe procederse cuando tiene lugar un

acceso no autorizado a la sala o se activa la alarma de incendios, se debe proceder al reconocimiento de dichas alarmas con el objetivo de desactivar la sirena y permitir el funcionamiento normal del sistema Domótico.

7.7.3 Apertura de Puerta con fallo de Motor. Todos los componentes y equipos instalados están sujetos a daños y mas aun si no se les realiza un chequeo periódico para determinar el estado en que se encuentran, con el fin de tomar los correctivos necesarios para evitar su deterioro, por este motivo se incluyo como parte del GEMMA de este sistema una opción que permitiera la apertura manual de la puerta principal, en caso dado que ocurra un fallo en el funcionamiento del motor o alguno de los elementos del sistema de apertura; el usuario debe seleccionar la casilla de verificación Operación de Motor con fallo, disponible en la ventana Teclado – Alarmas en el menú *Reconocimiento de Alarmas*.

7.7.4 Fallo en los sensores de corriente. En el caso dado que se presentara algún problema con el funcionamiento de los sensores de corriente contruidos para monitorear el encendido y apagado de las maquinas, se recomienda colocar estos equipos en modo manual, es decir que su operación sea controlada totalmente por el administrador del sistema, evitando que el sistema tome acciones inesperadas por el funcionamiento inadecuado de los sensores de corriente, además de permitir el normal desarrollo de las actividades del laboratorio, mientras se soluciona el problema.

7.7.5 Homologar las bases de datos del autómata y del ordenador. Cuando por algún motivo, la comunicación entre el sistema Scada y el autómata programable falla, la base de datos que indican la presencia o ausencia de un usuario en el laboratorio, presentara incongruencias, dado que este registro se

hace en tiempo real, es decir en el mismo instante en que un usuario ingresa o sale por primera vez del sistema, este hecho puede confundir al administrador, ya que no sabría realmente quienes están debidamente registrados y quienes no. Este problema se soluciona ejecutando la función *Igualar Registros*, contenida en la subventana funciones de administrador.

7.7.6 Comparar bases de Datos. Cuando el administrador detecte que hubo una violación de acceso a las instalaciones del laboratorio, puede informarse de los detalles de su ocurrencia, revisando la subventana *Registro de Eventos* del menú principal, si por algún motivo desconocido, el evento no quedo registrado en dicha subventana, el usuario puede comparar la información con la contenida en la base de datos interna del autómatas (pila local), o en el disco duro del ordenador (pila de respaldo). A la primera puede acceder haciendo un llamado a Step7 y dándole la orden de visualización al bloque de datos desde una Cuadro de variables, en el caso de la segunda debe acceder a la subventana funciones de administrador y seleccionar el botón de comando *Observar base de datos*.

7.7.7 La interfaz grafica de usuario no responde. Los parámetros de comunicación entre el autómatas programable y el ordenador que contiene el sistema Scada, están plenamente establecidos, el usuario debe tener cuidado de no modificarlos, ya que podría causar trastornos a la comunicación, si se ha intentado ejercer control del sistema desde la interfaz grafica de usuario, y no se recibe ninguna respuesta, lo mas seguro es que exista algún problema con la conexión física entre los dos equipos (conexión MPI RS-232), por lo tanto se recomienda realizar revisión del estado de las conexiones, si después de revisar y realizar nuevamente las conexiones no se recibe ninguna respuesta, lo mejor es acudir con una persona calificada (conocimientos

básicos en el manejo de los autómatas S7-300 y del software Step7) para diagnosticar el problema.

7.7.8 El sistema Domótico no responde. Si llegase a presentarse esta situación, y el administrador ha agotado todas las acciones para poner en operación el sistema, se recomienda como ultima medida hacer un reinicio completo del programa de usuario, para ello simplemente realice el respectivo llamado al programa Step 7 y coloque la cpu del autómata programable en Stop, y luego realice un rearranque en caliente del sistema, de esta manera se logra que las instrucciones de inicio contenidas en el OB100 (Bloque de arranque), se ejecuten y puedan poner en marcha nuevamente el sistema; si aun después de haber realizado este procedimiento no se recibe respuesta alguna, la única salida que queda es borrar la memoria del autómata y volver a cargar el programa de usuario.

CONCLUSIONES

- Con la realización de este proyecto de grado se deja a disposición de la comunidad universitaria un sistema Domótico moderno, con excelentes especificaciones y con la capacidad para obtener el máximo rendimiento de los recursos de que dispone el laboratorio FMS de la Escuela de Ingeniería Mecánica; constituyéndose en modelo para futuros desarrollos en el área de la domótica.
- Todo nuevo desarrollo por muy exitoso que resulte siempre será susceptible de ser mejorado, ya sea en su concepto o en su funcionamiento, con el desarrollo de este trabajo se logro optimizar el anterior sistema domótico implementado en el laboratorio FMS, dotándolo de un mayor numero de funciones de administración, control y vigilancia, haciendo uso de la menor cantidad posible de recursos hardware y software.
- El resultado obtenido fue un sistema domótico con una programación altamente estructurada, prueba de ello es la drástica reducción en el consumo de memoria del autómatas programable S7-314IFM pasando de un porcentaje de ocupación de 98% a 32%.
- El uso de un autómatas programable para realizar la labor de control central brinda ventajas respecto a los sistemas convencionales usados para automatizar las funciones de un determinado espacio, los cuales están compuestos en su mayoría por subsistemas aislados, cada uno cumpliendo una labor especifica al interior del espacio controlado, en cambio un controlador central brinda la posibilidad de integrar todos estos subsistemas

para generar respuestas en función de la combinación no solo de un subsistema, sino de todos o varios de ellos, haciéndolo mas sensible a los cambios que ocurran en su interior, además de la capacidad de calculo y de comunicaciones que estos equipos ponen a disposición del usuario.

- El uso de una interfaz gráfica desarrollada en un paquete SCADA constituye el complemento ideal para este tipo de aplicaciones (sistemas domóticos), donde el usuario necesita interactuar constantemente con el sistema, para modificar la condición de operación de los equipos, para intercambiar información de manera constante con el sistema y donde el almacenamiento y posterior tratamiento de la información son vitales para el buen funcionamiento del sistema domótico.

- La realización de este proyecto constituye un aporte importante para el desarrollo de las cátedras de autómatas programables y automatización industrial, pues su implementación constituye un ejemplo práctico de un proceso de automatización y de todos los elementos que en el intervienen (sensores, actuadores, controladores, metodologías Grafset y Gemma, y los sistemas de control y adquisición de datos Scada). Esperamos que este aporte sea aprovechado, sacando de él el máximo provecho.

RECOMENDACIONES

- Con la implementación del sistema domótico se instaló un detector de humo, con el fin de alertar sobre la ocurrencia de un incendio al interior de las instalaciones del laboratorio, sin embargo, hay que decir que uno solo de estos equipos no es suficiente para cubrir todo el espacio controlado, por lo que se recomienda la instalación de 3 equipos más con iguales o mejores especificaciones. Como complemento al uso de estos equipos se recomienda la instalación de aspersores, que permitan el apagado de pequeños incendios o en el caso de un incendio mayor proporcionen un tiempo de espera mientras llega el personal calificado para su extinción.
- Un sistema domótico como el implementado en el laboratorio FMS, requiere de una persona que este al tanto de su operación, de la asignación de horarios, de la asignación de claves y de la operación de sus equipos, sin embargo, la recomendación generada al respecto no es para que se asigne una persona de tiempo completo a la administración y manejo del sistema domótico, la idea es que todos los involucrados en el manejo del laboratorio conozcan la forma como funciona, de modo que la administración del laboratorio recaiga sobre todos, del mismo modo que su uso arroja beneficios a todos sus usuarios.
- Todas el conexionado de señales desde y hacia el controlador, se realiza en la caja de preactuadores, con los equipos instalados en la implementación del anterior proyecto y los instalados durante el desarrollo del actual, este espacio quedo completamente copado, por lo que se recomienda a futuro

ampliarla, para que nuevas funciones puedan ser incorporadas y para facilitar la realización de las actividades de mantenimiento. Como sugerencia adicional, se recomienda realizar un ajuste del cableado de manera periódica con el fin de evitar cortocircuitos y garantizar una captación adecuada de las señales provenientes de los sensores y el envío de ordenes hacia los componentes de actuación.

- Se recomienda a todo el personal que desarrolla actividades al interior del laboratorio de FMS, ajustarse en lo posible al mecanismo de operación del sistema domótico, con el único propósito que este cumpla con las funciones para las cuales fue pensado e implementado, es decir que lo vean y lo sientan como soporte al desarrollo de sus actividades y no como una camisa de fuerza que les indica el modo en que deben actuar.

BIBLIOGRAFÍA

BALCELLS, Joseph. Autómatas programables. Alfaomega 1998.

BOHORQUEZ, Jhon. Manual de entrenamiento, Autómatas Programables S7-314IFM. Publicaciones UIS. 2000

CASA DOMO SOLUCIONES. Todo sobre domótica y el hogar digital.

CORREA ALARCÓN, Ricardo. X-10 y EIB, Principales Protocolos aplicados en domótica. Publicaciones UIS. 2002.

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. 2004

SIEMENS AG. Simatic S7 Documentación estándar. Edición 08-2000.

SIEMENS AG. WinCC V5 Documentación estándar. Siemens.

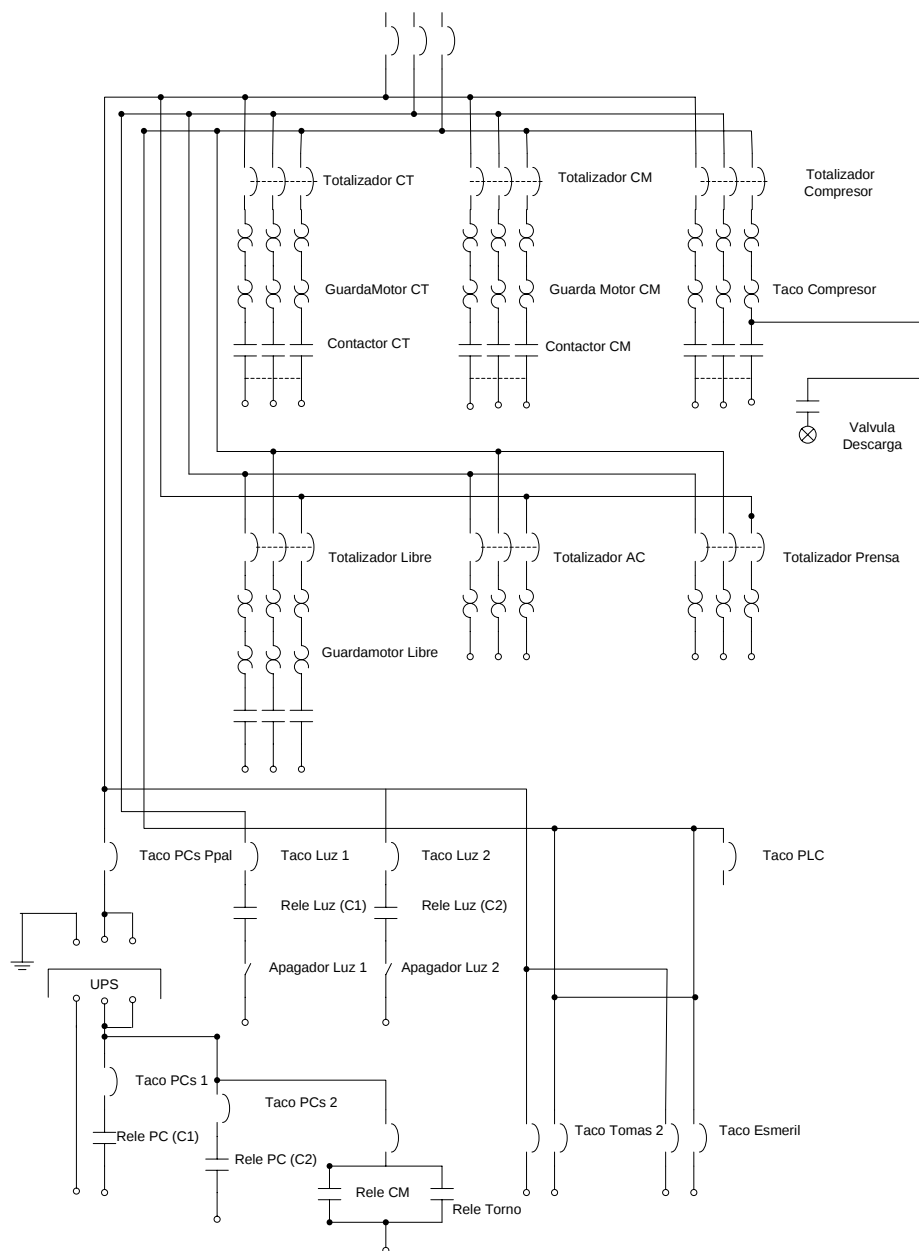
GIRALDO LOAIZA, Alberto. Diseño de un modelo gerencial para la gestión administrativa del mantenimiento preventivo en edificios inteligentes típicos. Publicaciones UIS. 2000.

- <http://www.casadomo.com>. 2006.

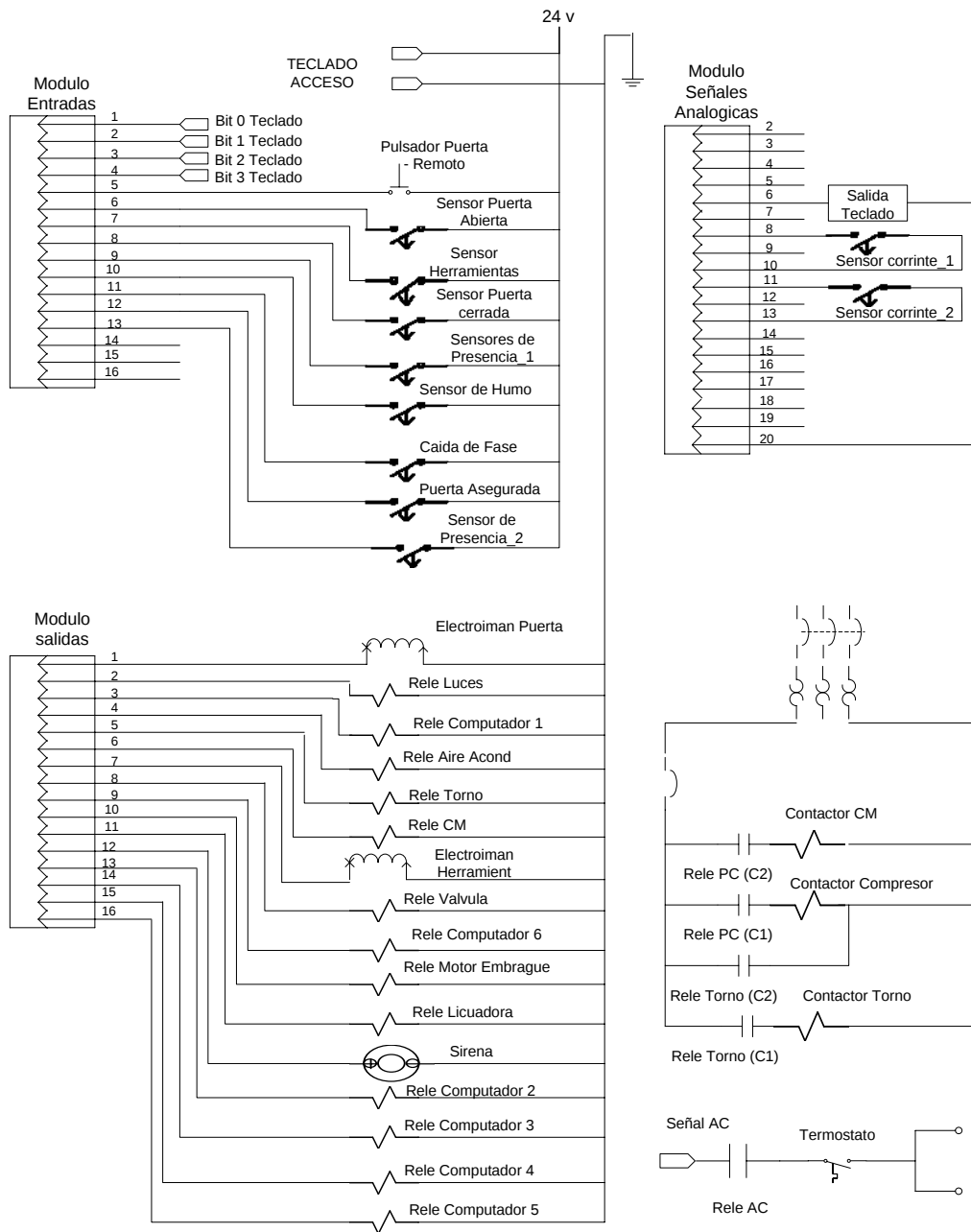
ANEXOS

ANEXO A

PLANOS ELÉCTRICOS DEL SISTEMA



Fecha	02-11-06	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	OPTIMIZACION SISTEMA DOMOTICO LABORATORIO FMS
Dibujo	Romero C Gomez W		
Revisò	Meneses J	Plano Eléctrico de Potencia	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
Aprobò	Meneses J		Plano 1 de 2



Fecha	02-11-06	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	OPTIMIZACION SISTEMA DOMOTICO LABORATORIO FMS
Dibujo	Romero C Gomez W		
Revisò	Meneses J	Plano Eléctrico de Control	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
Aprobò	Meneses J		Plano 2 de 2

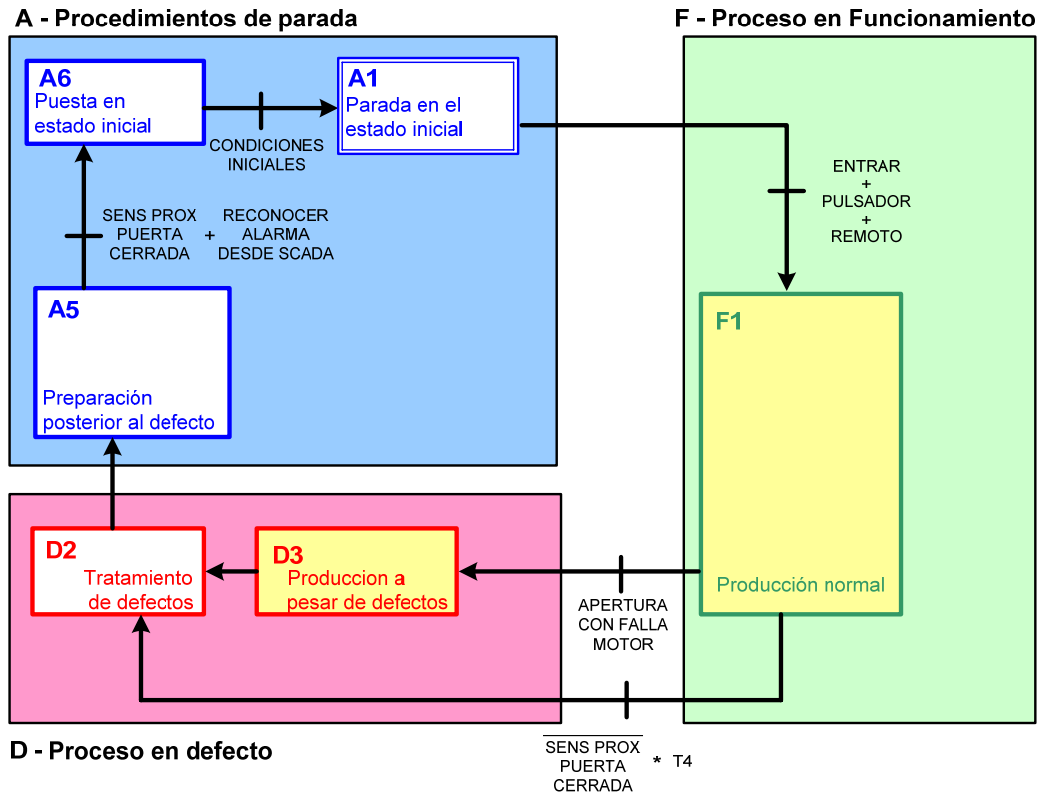
ANEXO B

**GRAFCET NIVEL SUPERIOR DEL SISTEMA DOMÓTICO
(VER PLANOS)**

ANEXO C

DIAGRAMA GEMMA DEL SISTEMA DOMÓTICO

DIAGRAMA GEMMA PARA EL ACCESO AL LABORATORIO



F1 Producción normal: es el estado en el que el subsistema de control de acceso se encuentra cuando se da la orden por parte de los usuarios para ejecutar la acción de apertura de la puerta.

D3 Producción a pesar de efectos: se considero este estado en el GEMMA para tener en cuenta la posibilidad de abrir la puerta manualmente, en caso de que el motor no se encuentre funcionando, esto para evitar la acción de embragado que bloquearía la puerta, y de esta manera poder habilitar el

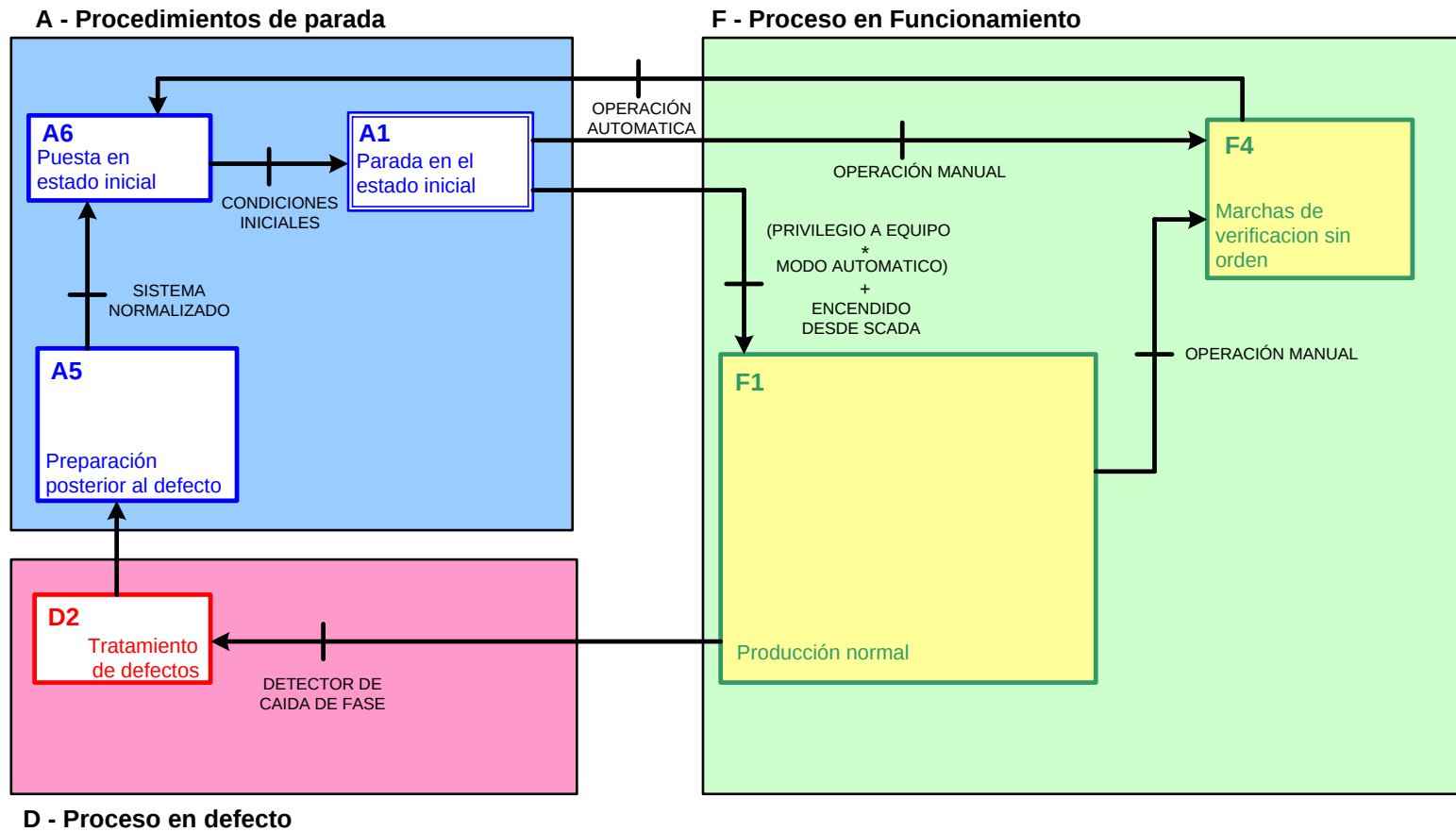
ingreso de personas prescindiendo del sistema de motriz para apertura automática.

D2 Tratamiento de defectos: este estado le permite a los usuarios reconocer que la puerta principal ha permanecido abierta durante un tiempo prolongado generando un aviso que le indica ese hecho.

A6 Puesta en estado inicial: este estado viene luego de que en respuesta al aviso de apertura por tiempo muy prolongado de la puerta principal, el usuario procede a cerrar dicha puerta, lo cual es corroborado por un sensor de proximidad, quien le envía esta información al autómata; también se puede llegar a este estado si el usuario habilita la marca de reconocimiento de alarma.

A1 Parada en el estado inicial: en este estado permanece el subsistema mientras espera la orden de algún usuario para ponerlo nuevamente en funcionamiento, este es un estado de reposo en el cual se mantiene normalmente este subsistema.

DIAGRAMA GEMMA PARA CONTROL DE EQUIPOS



F1 Producción normal: es el estado en el que normalmente se operan las maquinas en su modo automático, este es un estado por el que necesariamente hay que evolucionar para hacer posible el encendido y apagado de las maquinas a partir de los privilegios asignados por el administrador del sistema; se consideran aquí las maquinas CNC, los computadores, el aire acondicionado y las luces.

D2 Tratamiento de defectos: este estado le permite a al sistema efectuar el apagado inmediato de los equipos que son alimentados con corriente trifásica (maquinas CNC y aire acondicionado), independientemente si el sistema se encuentra en modo automático o manual.

A6 Puesta en estado inicial: este estado viene luego de alcanzarse la normalización en la red de alimentación eléctrica al laboratorio permitiendo que las maquinas en sus respectivos subsistemas sean llevadas a sus estados iniciales para poder seguir siendo manipuladas por los usuarios cuando así sea requerido.

A1 Parada en el estado inicial: en este estado permanece el subsistema mientras no haya en el laboratorio usuarios que con sus privilegios modifiquen el estado de uso de estos equipos, ya sea en su modo automático, o manipulando desde el sistema scada acciones de encendido o apagado.

F4 Marcha de verificación sin orden: corresponde al modo de operación manual de las maquinas, a este estado solo se puede acceder desde el sistema scada, si el usuario se encuentra en un grupo con el privilegio para manipular la maquina respectiva.

ANEXO D

DESCRIPCIÓN DE LOS BLOQUES UTILIZADOS EN LA PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DOMÓTICO IMPLEMENTADO.

BLOQUES DE ORGANIZACIÓN, FUNCIÓN Y DATOS EMPLEADOS EN EL DESARROLLO DEL PROGRAMA DE USUARIO.

El programa de usuario fue realizado haciendo uso del software Step 7 de Siemens, este paquete se usa especialmente para la programación de la familia de autómatas programables S7200, S7300 y S7400.

Durante el proceso de programación se hizo uso de los siguientes bloques para llevar a cabo de manera satisfactoria el proceso de programación del controlador basado en la metodología Grafcet:

OB 100: Este bloque se ejecuta solamente cuando la CPU del autómata programable pasa del modo STOP a RUN, permitiendo establecer las condiciones iniciales bajo las cuales debe iniciar el sistema.

OB 1: Este bloque es el de mayor importancia para el funcionamiento de los autómatas programables, ya que es el encargado de ejecutar de manera cíclica e indefinida el programa de usuario. En su interior se hace el llamado a las siguientes funciones:

FC1: Esta función contiene el bloque secuencial del programa de usuario, es decir todos los estados por los que atraviesa el sistema durante su operación, también contiene las transiciones para el paso de un estado a otro.

FC2: esta función contiene el bloque combinacional del programa de usuario, es decir, todas las acciones asociadas a los distintos estados que se programaron en el bloque secuencial.

FC3: Este bloque fue creado con el propósito de contener todos los temporizadores y contadores usados en la programación, con el objetivo de hacerla mas entendible para quien desee hacer un paralelo entre el GRAFCET del sistema y la programación realizada.

FC4: es la función encargada de monitorear de forma constante los usuarios que se encuentran al interior de la sala, con el fin de verificar los privilegios con los que cuenta y compararlas con los horarios de uso de los equipos, con el fin de proceder a su encendido o apagado según sea el caso.

FC5: Esta función fue creada con el propósito de brindar una mayor claridad al programa de usuario. Ya que en su interior se realizan todas las combinaciones entre marcas, con el fin de no saturar la programación de los bloques FC1 y FC2 con excesivo código.

FC6: esta es una función tomada de la librería de Step7, su misión es la de desvincular la fecha actual del formato DT (Fecha y Hora), con el fin de emplearla para el registro de eventos y las funciones periódicas.

FC7: Esta función también pertenece a la librería de Step 7, y es la encargada de desvincular el día de la semana del formato DT.

FC8: Esta función se encarga de desvincular la hora del día del formato DT, también pertenece a la librería de Step 7.

FC9: Esta función tiene la misión de guardar, modificar o eliminar los datos de usuario en la memoria del autómata programable.

FC10: con esta función se realiza la carga de horarios, ya sea de forma automática una vez por día o cuando el usuario lo solicite desde la interfaz grafica.

FC11: este bloque juega un papel importante en el funcionamiento del sistema, dado que es el encargado de registrar todos los eventos que ocurren al interior del laboratorio en la base de datos del autómata y del ordenador.

FC12: fue creado con el fin de hacer un manejo mas claro de las variables involucradas en el manejo de los eventos, tanto en WINCC, como en la memoria del autómata.

DB1: los DBs son bloques usados por el sistema para guardar información de la operación del sistema, este bloque de datos contiene todas las combinaciones de teclas que requiere el tablero de acceso para su operación.

DB2: contiene las claves de acceso al laboratorio, también contiene la lista de usuarios actualmente en sala y los horarios de uso de los equipos.

DB3: este bloque es el encargado de almacenarlos eventos registrados por la función FC11, es una batería de 100 eventos que registran fecha, hora y código del evento ocurrido.

DB4: contiene los códigos correspondientes a cada uno de los eventos que serán registrados en el DB3 y en la memoria del ordenador.

ANEXO E

CUADRO DE SÍMBOLOS DEL PROGRAMA IMPLEMENTADO

SÍMBOLO	DIRECCIÓN	COMENTARIO
ELECTROIMÁN PUERTA PPAL	A 124.0	LA ACTIVACIÓN DE ESTA SALIDA ENERGIZA EL ELECTROIMÁN DE LA PUERTA PRINCIPAL
ENCENDER LUCES	A 124.1	LA ACTIVACIÓN DE ESTA SALIDA PERMITE EL ENCENDIDO DE LAS LUCES
HABILITAR COMPUTADOR 1	A 124.2	CON ESTA SALIDA SE HABILITA EL FLUJO DE ENERGÍA ELÉCTRICA AL COMPUTADOR 1
ENCENDER AIRE ACOND	A 124.3	LA ACTIVACIÓN DE ESTA SALIDA PERMITE EL ENCENDIDO DEL AIRE ACONDICIONADO
HABILITAR TORNO	A 124.4	ESTA SALIDA HABILITA EL FLUJO DE EMERGÍA ELÉCTRICA AL CENTRO DE TORNEADO
HABILITAR C.M.	A 124.5	ESTA SALIDA HABILITA EL FLUJO DE ENERGÍA ELÉCTRICA AL CENTRO DE MECANIZADO
ELECTROIMÁN PUERTA HERRA	A 124.6	ESTA SALIDA ENERGIZA EL ELECTROIMÁN DE LA PUERTA DEL GABINETE DE HERRAMIENTAS
ELECTROVALVULA COMPRESOR	A 124.7	ESTA SALIDA HABILITA LA ELECTROVALVULA PARA LA PURGA DEL COMPRESOR
HABILITAR COMPUTADOR 6	A 125.0	CON ESTA SALIDA SE HABILITA EL FLUJO DE ENERGÍA ELÉCTRICA AL COMPUTADOR 6
ACCIONAR MOTOR-EMBRAGUE	A 125.1	ESTA SALIDA ACTIVA EL MOTOR Y EL EMBRAGUE ELECTROMAGNÉTICO
LICUADORA	A 125.2	ESTA SALIDA ACTIVA LA LICUADORA
SIRENA	A 125.3	ESTA SALIDA ACTIVA LA SIRENA
HABILITAR COMPUTADOR 2	A 125.4	CON ESTA SALIDA SE HABILITA EL FLUJO DE ENERGÍA ELÉCTRICA AL COMPUTADOR 2
HABILITAR COMPUTADOR 3	A 125.5	CON ESTA SALIDA SE HABILITA EL FLUJO DE ENERGÍA ELÉCTRICA AL COMPUTADOR 3
HABILITAR COMPUTADOR 4	A 125.6	CON ESTA SALIDA SE HABILITA EL FLUJO DE ENERGÍA ELÉCTRICA AL COMPUTADOR 4
HABILITAR COMPUTADOR 5	A 125.7	CON ESTA SALIDA SE HABILITA EL FLUJO DE ENERGÍA ELÉCTRICA AL COMPUTADOR 5
PULSADOR PUERTA - REMOTO	E 124.4	ENTRADA QUE SE ACTIVA POR EL PULSADOR DE LA PUERTA PRINCIPAL O POR EL REMOTO
SENS PROX PUERTA CERRADA	E 124.5	SENSOR QUE DETECTA CUANDO LA PUERTA PRINCIPAL ESTA CERRADA
SENS PROX PUERTA HERR	E 124.6	SENSOR QUE DETECTA CUANDO LA PUERTA DEL GABINETE DE HERRAMIENTAS ESTA CERRADA
SENS PROX PUERTA ABIERTA	E 124.7	SENSOR QUE DETECTA CUANDO LA PUERTA PRINCIPAL ESTA TOTALMENTE ABIERTA
SENSOR DE PRESENCIA 1	E 125.0	SENSOR DE PRESENCIA PARA DETECTAR INTRUSIÓN
SENSOR DE HUMO	E 125.1	SENSORES QUE SE ACTIVAN CUANDO DETECTAN HUMO DENTRO DE SU CAMPO DE ACCIÓN
SENSOR DE CAÍDA DE FASE	E 125.2	SENSOR QUE DETECTA SUBVOLTAGE EN LA ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA DEL LABORATORIO
SENSORES PUERTA ASEGURAD	E 125.3	SENSORES QUE DETECTAN SI LA PUERTA PRINCIPAL ESTA CON SEGURO
SENSOR DE PRESENCIA 2	E 125.4	SENSOR DE PRESENCIA PARA DETECTAR INTRUSIÓN
NUMERO 1	M 0.0	MARCA QUE CONTIENE LA COMBINACIÓN DE LAS ENTRADAS DE LA TECLA #1
NUMERO 2	M 0.1	MARCA QUE CONTIENE LA COMBINACIÓN DE LAS ENTRADAS DE LA TECLA #2
NUMERO 3	M 0.2	MARCA QUE CONTIENE LA COMBINACIÓN DE LAS ENTRADAS DE LA TECLA #3

SÍMBOLO	DIRECCIÓN	COMENTARIO
NUMERO 4	M 0.3	MARCA QUE CONTIENE LA COMBINACIÓN DE LAS ENTRADAS DE LA TECLA #4
NUMERO 5	M 0.4	MARCA QUE CONTIENE LA COMBINACIÓN DE LAS ENTRADAS DE LA TECLA #5
NUMERO 6	M 0.5	MARCA QUE CONTIENE LA COMBINACIÓN DE LAS ENTRADAS DE LA TECLA #6
NUMERO 7	M 0.6	MARCA QUE CONTIENE LA COMBINACIÓN DE LAS ENTRADAS DE LA TECLA #7
NUMERO 8	M 0.7	MARCA QUE CONTIENE LA COMBINACIÓN DE LAS ENTRADAS DE LA TECLA #8
NUMERO 9	M 1.0	MARCA QUE CONTIENE LA COMBINACIÓN DE LAS ENTRADAS DE LA TECLA #9
NUMERO 0	M 1.1	MARCA QUE CONTIENE LA COMBINACIÓN DE LAS ENTRADAS DE LA TECLA #0
ENTRAR	M 1.2	MARCA QUE CONTIENE LA COMBINACIÓN DE LAS ENTRADAS DE LA TECLA ENTRAR
SALIR	M 1.3	MARCA QUE CONTIENE LA COMBINACIÓN DE LAS ENTRADAS DE LA TECLA SALIR
BORRAR	M 1.4	MARCA QUE CONTIENE LA COMBINACIÓN DE LAS ENTRADAS DE LA TECLA BORRAR
INICIO	M 1.5	MARCA QUE CONTIENE LA COMBINACIÓN DE LAS ENTRADAS DE LA TECLA INICIO
ESCAPE	M 1.6	MARCA QUE CONTIENE LA COMBINACIÓN DE LAS ENTRADAS DE LA TECLA ESCAPE
MODO AUTOMÁTICO TORNO	M 33.1	MARCA QUE INDICA LA SELECCIÓN DE MODO AUTOMÁTICO DEL TORNO
MODO MANUAL TORNO	M 33.2	MARCA QUE INDICA LA SELECCIÓN DE MODO MANUAL DEL TORNO
MODO AUTOMÁTICO C.M.	M 33.4	MARCA QUE INDICA LA SELECCIÓN DE MODO AUTOMÁTICO DEL CENTRO DE MECANIZADO
MODO MANUAL DEL C.M.	M 33.5	MARCA QUE INDICA LA SELECCIÓN DE MODO MANUAL DEL CENTRO DE MECANIZADO
MODO AUTOMÁTICO COMP1	M 33.7	MARCA QUE INDICA LA SELECCIÓN DE MODO AUTOMÁTICO DEL COMPUTADOR 1
MODO AUTOMÁTICO COMP2	M 34.2	MARCA QUE INDICA LA SELECCIÓN DE MODO AUTOMÁTICO DEL COMPUTADOR 2
MODO AUTOMÁTICO COMP3	M 34.5	MARCA QUE INDICA LA SELECCIÓN DE MODO AUTOMÁTICO DEL COMPUTADOR 3
MODO AUTOMÁTICO COMP4	M 35.0	MARCA QUE INDICA LA SELECCIÓN DE MODO AUTOMÁTICO DEL COMPUTADOR 4
MODO AUTOMÁTICO COMP5	M 35.3	MARCA QUE INDICA LA SELECCIÓN DE MODO AUTOMÁTICO DEL COMPUTADOR 5
MODO AUTOMÁTICO COMP6	M 35.6	MARCA QUE INDICA LA SELECCIÓN DE MODO AUTOMÁTICO DEL COMPUTADOR 6
HABILITAR TORNO SCADA	M 36.1	MARCA QUE PERMITE LA HABILITACIÓN DEL TORNO DESDE SCADA
DESHABILITAR TORNO SCADA	M 36.2	MARCA QUE PERMITE LA DESHABILITACION DEL TORNO DESDE SCADA
HABILITAR C.M. SCADA	M 36.4	MARCA QUE PERMITE LA HABILITACIÓN DEL CENTRO DE MECANIZADO DESDE SCADA
DESHABILITAR C.M. SCADA	M 36.5	MARCA QUE PERMITE LA DESHABILITACION DEL CENTRO DE MECANIZADO DESDE SCADA
HABILITAR COMP1 SCADA	M 36.7	MARCA QUE PERMITE LA HABILITACIÓN DEL COMPUTADOR 1 DESDE SCADA
DESHABILITAR COMP1 SCADA	M 37.0	MARCA QUE PERMITE LA DESHABILITACION DEL COMPUTADOR 1 DESDE SCADA

SÍMBOLO	DIRECCIÓN	COMENTARIO
HABILITAR COMP2 SCADA	M 37.2	MARCA QUE PERMITE LA HABILITACIÓN DEL COMPUTADOR 2 DESDE SCADA
DESHABILITAR COMP2 SCADA	M 37.3	MARCA QUE PERMITE LA DESHABILITACION DEL COMPUTADOR 2 DESDE SCADA
HABILITAR COMP3 SCADA	M 37.5	MARCA QUE PERMITE LA HABILITACIÓN DEL COMPUTADOR 3 DESDE SCADA
DESHABILITAR COMP3 SCADA	M 37.6	MARCA QUE PERMITE LA DESHABILITACION DEL COMPUTADOR 3 DESDE SCADA
HABILITAR COMP4 SCADA	M 38.0	MARCA QUE PERMITE LA HABILITACIÓN DEL COMPUTADOR 4 DESDE SCADA
DESHABILITAR COMP4 SCADA	M 38.1	MARCA QUE PERMITE LA DESHABILITACION DEL COMPUTADOR 4 DESDE SCADA
HABILITAR COMP5 SCADA	M 38.3	MARCA QUE PERMITE LA HABILITACIÓN DEL COMPUTADOR 5 DESDE SCADA
DESHABILITAR COMP5 SCADA	M 38.4	MARCA QUE PERMITE LA DESHABILITACION DEL COMPUTADOR 5 DESDE SCADA
HABILITAR COMP6 SCADA	M 38.6	MARCA QUE PERMITE LA HABILITACIÓN DEL COMPUTADOR 6 DESDE SCADA
DESHABILITAR COMP6 SCADA	M 38.7	MARCA QUE PERMITE LA DESHABILITACION DEL COMPUTADOR 6 DESDE SCADA
MODO AUTOMÁTICO LUCES	M 39.1	MARCA QUE INDICA LA SELECCIÓN DE MODO AUTOMÁTICO DE LAS LUCES
MODO AUTOMÁTICO AIRE AC	M 39.4	MARCA QUE INDICA LA SELECCIÓN DE MODO AUTOMÁTICO DEL AIRE ACONDICIONADO
MODO MANUAL AIRE ACOND	M 39.5	MARCA QUE INDICA LA SELECCIÓN DE MODO MANUAL DEL AIRE ACONDICIONADO
ENCENDER LUCES SCADA	M 39.7	MARCA QUE PERMITE EL ENCENDIDO DE LAS LUCES DESDE SCADA
APAGAR LUCES SCADA	M 40.0	MARCA QUE PERMITE EL APAGADO DE LAS LUCES DESDE SCADA
ENCENDER AIRE A. SCADA	M 40.2	MARCA QUE PERMITE EL ENCENDIDO DEL AIRE ACONDICIONADO DESDE SCADA
APAGAR AIRE A. SCADA	M 40.3	MARCA QUE PERMITE EL APAGADO DEL AIRE ACONDICIONADO DESDE SCADA
PRIVILEGIO A TORNO	M 40.4	MARCA QUE INDICA LA ACTIVACIÓN DEL PRIVILEGIO PARA USO DEL TORNO
PRIVILEGIO A C.M.	M 40.5	MARCA QUE INDICA LA ACTIVACIÓN DEL PRIVILEGIO PARA USO DEL CENTRO DE MECANIZADO
PRIVILEGIO A COMP1	M 40.6	MARCA QUE INDICA LA ACTIVACIÓN DEL PRIVILEGIO PARA USO DEL COMPUTADOR 1
PRIVILEGIO A COMP2	M 40.7	MARCA QUE INDICA LA ACTIVACIÓN DEL PRIVILEGIO PARA USO DEL COMPUTADOR 2
PRIVILEGIO A COMP4	M 41.0	MARCA QUE INDICA LA ACTIVACIÓN DEL PRIVILEGIO PARA USO DEL COMPUTADOR 4
PRIVILEGIO A COMP5	M 41.1	MARCA QUE INDICA LA ACTIVACIÓN DEL PRIVILEGIO PARA USO DEL COMPUTADOR 5
PRIVILEGIO A COMP6	M 41.2	MARCA QUE INDICA LA ACTIVACIÓN DEL PRIVILEGIO PARA USO DEL COMPUTADOR 6
5 MINUTOS PARA SIG HORA	M 41.3	MARCA QUE INDICA QUE FALTAN 5 MINUTOS PARA ACABARSE LA HORA ACTUAL
ORDEN DE SALIR	M 41.4	MARCA QUE INDICA LA VALIDACIÓN DE LA SALIDA EN EL TECLADO DE ACCESO
RECON ALARMA INTRUSIÓN	M 41.5	MARCA PARA EFECTUAR EL RECONOCIMIENTO DE ALARMA POR INTRUSIÓN
RECON DE ALARM PUERTA AB	M 41.6	MARCA PARA EVITAR LA ACTIVACIÓN LA ALARMA SI SE ABRE LA PUERTA POR MUCHO TIEMPO

SÍMBOLO	DIRECCIÓN	COMENTARIO
NUMERO PERSONAS > 0	M 41.7	MARCA QUE INDICA EL REGISTRO DE PERSONAS EN EL LABORATORIO
ENCENDER UPS DESDE SCADA	M 42.1	MARCA PARA HACER EL LLAMADO DEL SOFTWARE DE SUPERVISIÓN DE LA UPS
APAGAR UPS DESDE SCADA	M 42.2	MARCA PARA HACER EL LLAMADO DEL SOFTWARE DE SUPERVISIÓN DE LA UPS
APERT PUERTA HERR SCADA	M 42.3	MARCA QUE PERMITE LA APERTURA DEL GABINETE DE HERRAMIENTAS DESDE SCADA
MARCA PUERTA HERR ABIER	M 42.4	MARCA QUE SE ACTIVA CON LA APERTURA DE LA PUERTA DEL GABINETE DE HERRAMIENTAS
ABRIR PUERTA DESDE SCADA	M 42.6	MARCA QUE PERMITE LA APERTURA DE LA PUERTA PRINCIPAL DESDE SCADA
PRIVILEGIO A COMP3	M 42.7	MARCA QUE INDICA LA ACTIVACIÓN DEL PRIVILEGIO PARA USO DEL COMPUTADOR 3
FECHA = DOMINGO	M 43.0	MARCA QUE INDICA QUE EL DÍA ACTUAL ES DOMINGO
HORA = 18	M 43.1	MARCA QUE INDICA QUE LA HORA ACTUAL ES LAS 6 DE LA TARDE
HAB PURGA COMPRESOR SCAD	M 43.2	MARCA QUE PERMITE LA PURGA DEL COMPRESOR DESDE SCADA
MARCA SET ELECTROVALVULA	M 43.3	MARCA QUE SE ACTIVA CON EL SETEO DE LA ELECTROVALVULA DE PURGA DEL COMPRESOR
HABILITAR TABLERO	M 43.4	MARCA QUE PERMITE LA ACTIVACIÓN DEL TABLERO DE ACCESO
ORDEN DE ENTRAR	M 43.5	MARCA QUE INDICA LA VALIDACIÓN DE LA ENTRADA EN EL TECLADO DE ACCESO
2 MINUTOS PARA SIG HORA	M 43.7	MARCA QUE INDICA QUE FALTAN 2 MINUTOS PARA ACABARSE LA HORA ACTUAL
MARCA ALIMENTACIÓN TORNO	M 44.0	MARCA DE SEGUIMIENTO DE LA HABILITACIÓN DEL TORNO
MARCA ALIMENTACIÓN C.M.	M 44.1	MARCA DE SEGUIMIENTO DE LA HABILITACIÓN DEL CENTRO DE MECANIZADO
MINUTO CERO	M 44.2	MARCA QUE INDICA EL CAMBIO EXACTO DE UNA HORA A OTRA
PRIVILEGIO TORNO SIG HOR	M 44.3	MARCA QUE INDICA SI HAY PRIVILEGIO PARA EL TORNO A LA SIGUIENTE HORA
PRIVILEGIO C.M. SIG HORA	M 44.4	MARCA QUE INDICA SI HAY PRIVILEGIO PARA EL CENTRO DE MECANIZ A LA SIGUIENTE HORA
PRIVILEGIO COMP1 SIG HOR	M 44.5	MARCA QUE INDICA SI HAY PRIVILEGIO PARA EL COMPUTADOR 1 A LA SIGUIENTE HORA
PRIVILEGIO COMP2 SIG HOR	M 44.6	MARCA QUE INDICA SI HAY PRIVILEGIO PARA EL COMPUTADOR 2 A LA SIGUIENTE HORA
PRIVILEGIO COMP3 SIG HOR	M 44.7	MARCA QUE INDICA SI HAY PRIVILEGIO PARA EL COMPUTADOR 3 A LA SIGUIENTE HORA
PRIVILEGIO COMP4 SIG HOR	M 45.0	MARCA QUE INDICA SI HAY PRIVILEGIO PARA EL COMPUTADOR 4 A LA SIGUIENTE HORA
USUARIO REGISTRADO	M 45.1	MARCA QUE INDICA SI LA CLAVE DIGITADA SE ENCUENTRA REGISTRADA EN EL SISTEMA
MARCA DE ENCENDIDO LUCES	M 45.4	MARCA DE SEGUIMIENTO DEL ENCENDIDO DE LAS LUCES
MARCA DE ENCENDIDO A.A.	M 45.5	MARCA DE SEGUIMIENTO DEL ENCENDIDO DEL AIRE ACONDICIONADO
MARCA DE LLAMADO UPS	M 45.6	MARCA DE LLAMADO DEL PROGRAMA DE LA UPS
MARCA ALIMENTACIÓN COMP1	M 45.7	MARCA DE SEGUIMIENTO DE LA HABILITACIÓN DEL COMPUTADOR 1

SÍMBOLO	DIRECCIÓN	COMENTARIO
MARCA ALIMENTACIÓN COMP2	M 46.0	MARCA DE SEGUIMIENTO DE LA HABILITACIÓN DEL COMPUTADOR 2
MARCA ALIMENTACIÓN COMP3	M 46.1	MARCA DE SEGUIMIENTO DE LA HABILITACIÓN DEL COMPUTADOR 3
MARCA ALIMENTACIÓN COMP4	M 46.2	MARCA DE SEGUIMIENTO DE LA HABILITACIÓN DEL COMPUTADOR 4
MARCA ALIMENTACIÓN COMP5	M 46.3	MARCA DE SEGUIMIENTO DE LA HABILITACIÓN DEL COMPUTADOR 5
MARCA ALIMENTACIÓN COMP6	M 46.4	MARCA DE SEGUIMIENTO DE LA HABILITACIÓN DEL COMPUTADOR 6
CLAVE IGUAL A CERO	M 46.5	MARCA QUE INDICA SI LA CLAVE DIGITADA EN EL TABLERO DE ACCESO ES IGUAL A CERO
APERTURA CON FALLO MOTOR	M 46.6	MARCA QUE PERMITE LA APERTURA DE LA PUERTA PRINCIPAL SIN EL USO DEL MOTOR
MÍNIMO 4 DÍGITOS	M 46.7	MARCA QUE INDICA SI LA CLAVE INGRESADA CONTIENE MÍNIMO CUATRO DÍGITOS
ALARMA COMP 1, 2 Y 4	M 47.0	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA PARA EL APAGADO DE LOS COMPUTADORES 1, 2 Y 4
ALARMA COMP 1, 2 Y 5	M 47.1	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA PARA EL APAGADO DE LOS COMPUTADORES 1, 2 Y 5
ALARMA COMP 1, 3 Y 4	M 47.2	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA PARA EL APAGADO DE LOS COMPUTADORES 1, 3 Y 4
ALARMA COMP 1, 3 Y 5	M 47.3	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA PARA EL APAGADO DE LOS COMPUTADORES 1, 2 Y 5
ALARMA COMP 2, 3 Y 4	M 47.4	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA PARA EL APAGADO DE LOS COMPUTADORES 2, 3 Y 4
ALARMA COMP 2, 3 Y 5	M 47.5	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA PARA EL APAGADO DE LOS COMPUTADORES 2, 3 Y 5
ALARMA COMP 1, 2, 3 Y 4	M 47.6	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA PARA EL APAGADO DE LOS COMPUTADORES 1, 2, 3 Y 4
ALARMA COMP 1, 2, 3 Y 5	M 47.7	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA PARA EL APAGADO DE LOS COMPUTADORES 1, 2, 3 Y 5
ALARMA COMP 1 Y 5	M 48.0	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA PARA EL APAGADO DE LOS COMPUTADORES 1 Y 5
ALARMA COMP 2 Y 3	M 48.1	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA PARA EL APAGADO DE LOS COMPUTADORES 2 Y 3
ALARMA COMP 2 Y 4	M 48.2	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA PARA EL APAGADO DE LOS COMPUTADORES 2 Y 4
ALARMA COMP 2 Y 5	M 48.3	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA PARA EL APAGADO DE LOS COMPUTADORES 2 Y 5
ALARMA COMP 3 Y 4	M 48.4	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA PARA EL APAGADO DE LOS COMPUTADORES 3 Y 4
ALARMA COMP 3 Y 5	M 48.5	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA PARA EL APAGADO DE LOS COMPUTADORES 3 Y 5
ALARMA COMP 4 Y 5	M 48.6	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA PARA EL APAGADO DE LOS COMPUTADORES 4 Y 5
ALARMA COMP 1, 2 Y 3	M 48.7	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA PARA EL APAGADO DE LOS COMPUTADORES 1, 2 Y 3
ALARMA COMP 1	M 49.0	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA PARA EL APAGADO DEL COMPUTADOR 1
ALARMA COMP 2	M 49.1	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA PARA EL APAGADO DEL COMPUTADOR 2
ALARMA COMP 3	M 49.2	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA PARA EL APAGADO DEL COMPUTADOR 3
ALARMA COMP 4	M 49.3	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA PARA EL APAGADO DEL COMPUTADOR 4

SÍMBOLO	DIRECCIÓN	COMENTARIO
ALARMA COMP 5	M 49.4	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA PARA EL APAGADO DEL COMPUTADOR 5
ALARMA COMP 1 Y 2	M 49.5	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA PARA EL APAGADO DE LOS COMPUTADORES 1 Y 2
ALARMA COMP 1 Y 3	M 49.6	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA PARA EL APAGADO DE LOS COMPUTADORES 1 Y 3
ALARMA COMP 1 Y 4	M 49.7	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA PARA EL APAGADO DE LOS COMPUTADORES 1 Y 4
ALARMA PUERTA PRINCIPAL	M 50.0	MARCA QUE ACTIVA LA AVISO DE CERRAR LA PUERTA PRINCIPAL
ALARMA PTA HERRAMIENTAS	M 50.1	MARCA QUE ACTIVA LA AVISO DE CERRAR LA PUERTA DE HERRAMIENTAS
ALARMA1 TORNO - C.M.	M 50.2	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA 1 PARA EL APAGADO DEL TORNO Y EL CENTRO DE MECANIZADO
ALARMA2 TORNO - C.M.	M 50.3	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA 2 PARA EL APAGADO DEL TORNO Y EL CENTRO DE MECANIZADO
ALARMA 1 TORNO	M 50.4	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA 1 PARA EL APAGADO DEL TORNO
ALARMA 2 TORNO	M 50.5	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA 2 PARA EL APAGADO DEL TORNO
ALARMA 1 C.M.	M 50.6	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA 1 PARA EL APAGADO DEL CENTRO DE MECANIZADO
ALARMA 2 C.M.	M 50.7	MARCA QUE ACTIVA LA ALARMA 2 PARA EL APAGADO DEL CENTRO DE MECANIZADO
DATOS_CARGADOS	M 57.3	MARCA QUE INDICA LA FINALIZACION DE LA CARGA DE LOS DATOS DE USUARIO
GUARDAR	M 57.4	MARCA QUE INDICA ORDEN DE CARGAR DATOS DE USUARIO NUEVO
MODIFICAR	M 57.5	MARCA QUE INDICA ORDEN DE MODIFICAR DATOS DE USUARIO EXISTENTE
ELIMINAR	M 57.6	MARCA QUE INDICA ORDEN DE ELIMINAR LOS DATOS DE USUARIO
Hora_Carga	M 68.3	MARCA QUE INDICA LA CARGA AUTOMATICA DE HORARIOS POR PARTE DEL SISTEMA
Orden_Usuario	M 68.4	MARCA QUE INDICA CARGA DE HORARIOS POR ORDEN EXPRESA DEL USUARIO
Carga_Terminada	M 68.5	MARCA QUE INDICA LA FINALIZACION DE LA CARGA DE HORARIOS
FLANCO NEG M. AUT COMP1	M 73.0	MARCA DE FLANCO NEGATIVO DE MODO AUTOMÁTICO DEL COMPUTADOR 1
FLANCO NEG M. AUT COMP2	M 73.1	MARCA DE FLANCO NEGATIVO DE MODO AUTOMÁTICO DEL COMPUTADOR 2
FLANCO NEG M. AUT COMP3	M 73.2	MARCA DE FLANCO NEGATIVO DE MODO AUTOMÁTICO DEL COMPUTADOR 3
FLANCO NEG M. AUT COMP4	M 73.3	MARCA DE FLANCO NEGATIVO DE MODO AUTOMÁTICO DEL COMPUTADOR 4
FLANCO NEG M. AUT COMP5	M 73.4	MARCA DE FLANCO NEGATIVO DE MODO AUTOMÁTICO DEL COMPUTADOR 5
FLANCO NEG M. AUT COMP6	M 73.5	MARCA DE FLANCO NEGATIVO DE MODO AUTOMÁTICO DEL COMPUTADOR 6
FLANCO NEG M. AUT TORNO	M 73.6	MARCA DE FLANCO NEGATIVO DE MODO AUTOMÁTICO DEL TORNO
FLANCO NEG M. AUT C.M.	M 73.7	MARCA DE FLANCO NEGATIVO DE MODO AUTOMÁTICO DEL CENTRO DE MECANIZADO
FLANCO NEG M. AUT LUCES	M 74.0	MARCA DE FLANCO NEGATIVO DE MODO AUTOMÁTICO DE LAS LUCES

SÍMBOLO	DIRECCIÓN	COMENTARIO
FLANCO NEG MODO AUT A.A.	M 74.1	MARCA DE FLANCO NEGATIVO DE MODO AUTOMÁTICO DEL AIRE ACONDICIONADO
RECON ALARMA INCEND SCAD	M 75.2	MARCA PARA EFECTUAR EL RECONOCIMIENTO DE ALARMA POR INCENDIO
RECON ALARMA HERRAMIENTA	M 76.2	MARCA PARA EL RECONOCIMIENTO DE ALARMA POR PUERTA DE HERRAMIENTAS ABIERTA
PRIVILEGIO COMP5 SIG HOR	M 76.5	MARCA QUE INDICA SI HAY PRIVILEGIO PARA EL COMPUTADOR 5 A LA SIGUIENTE HORA
TORNO_ENCENDIDO	M 77.0	MARCA QUE INDICA QUE EL TORNO SE ENCUENTRA ENCENDIDO
C.M._ENCENDIDO	M 77.1	MARCA QUE INDICA QUE EL CENTRO DE MECANIZADO SE ENCUENTRA ENCENDIDO
MARCA PRIMER SOPORTE	MD 4	MARCA DE ALMACENAMIENTO 1 DE LA CLAVE DIGITADA
SALIDA TABLERO ACCESO	PAW 128	SALIDA QUE ACTIVA LOS MENSAJES DEL TABLERO DE ACCESO
TEMPORIZADOR 1	T 1	TEMPORIZADOR PARA ESTABLECIMIENTO DEL TIEMPO ENTRE DIGITACIONES
TEMPORIZADOR 2	T 2	TIEMPO PARA GARANTIZAR LA DESACTIVACIÓN DEL ELECTROIMÁN
TEMPORIZADOR 3	T 3	TIEMPO PARA EFECTUAR LA APERTURA DE LA PUERTA PRINCIPAL
TEMPORIZADOR 4	T 4	TIEMPO MÁXIMO PARA QUE LA PUERTA PRINCIPAL PERMANEZCA ABIERTA SIN ALARMA
TEMPORIZADOR 5	T 5	TIEMPO PARA APARICIÓN DE NUEVO MENSAJE DE CERRAR PUERTA PRINCIPAL
TEMPORIZADOR 6	T 6	TIEMPO DE DURACIÓN DE ALARMAS DE EQUIPOS PRINCIPALES
TEMPORIZADOR 8	T 8	TIEMPO PARA APERTURA DE PUERTA DE HERRAMIENTAS SIN QUE SE VUELVA A ASEGURAR
TEMPORIZADOR 9	T 9	TIEMPO MÁXIMO PARA QUE LA PUERTA DE HERRAMIENTAS PERMANEZCA ABIERTA SIN ALARMA
TEMPORIZADOR 10	T 10	TIEMPO DE DURACIÓN DE PURGA DEL COMPRESOR
TEMPORIZADOR 11	T 11	TIEMPO DE DURACIÓN DE ALARMA DE PUERTA PRINCIPAL
TEMPORIZADOR 12	T 12	TEMPORIZADOR ESPERA ENTRE ESTADOS (21-22) Y (29-30)
TEMPORIZADOR 13	T 13	TIEMPO DE DURACIÓN DE ALARMA DE PUERTA DE HERRAMIENTAS ABIERTA
TEMPORIZADOR 15	T 15	TIEMPO PARA RETARDO DEL ESTADO 23
TEMPORIZADOR 16	T 16	TIEMPO PARA AVISO 2 DE APAGADO DEL TORNO Y DEL CENTRO DE MECANIZADO
TEMPORIZADOR 17	T 17	TIEMPO DE TRANSICIÓN ENTRE LOS ESTADOS (16-17) Y (16-23)

