



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN

“Diseño de un Sistema Automático Contra Incendios, Climatización y Seguridad”

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del Título de:

**Ingenieros en Electricidad Especialización Electrónica y
Automatización Industrial**

Presentado por:

- ❖ Bonilla Crespín Julio César
- ❖ García Plúa Vicente Alexander

Guayaquil - Ecuador

2007

AGRADECIMIENTO

❖ A NUESTROS PADRES

Por su paciencia e incondicional apoyo.

❖ A LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Por acogernos durante estos años.

❖ A TODOS LOS PROFESORES

Por sus enseñanzas y aportes a nuestra formación.

❖ AL ING. ALBERTO MANZUR

Director de Tesis de Graduación.

Por su ayuda y colaboración.

TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Holger Cevallos U.

Presidente del Tribunal



Ing. Alberto Manzur H.

Director de Tesis



Ing. Efrén Herrera M.

Miembro del Tribunal



Ing. Carlos Salazar

Miembro del Tribunal

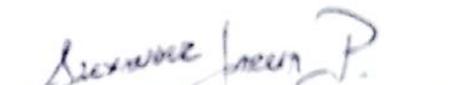
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA
DEL UGUAL
FACULTAD DE I
B I B L I O T E C A
INV. No. ELE-EL-69-1

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, nos corresponden exclusivamente; y la propiedad intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral". (Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL)



Julio César Bonilla Crespín



Vicente Alexander García Plúa

RESUMEN

Debido a la inexistencia de algún tipo de seguridad contra incendios en los laboratorios del edificio 16-A de la FIEC, surgió la idea de tener un sistema que permita mantener a salvo los bienes de la misma, es decir, tener un sistema de alarma que de aviso de un posible incendio en cualquier locación del edificio y que pueda ser controlado mediante un sistema de extinción automático utilizando FM 200.

El FM 200 es un agente extintor limpio que en la actualidad es muy usado debido a que no es nocivo al momento de su descarga hacia las personas y además de no causar daños en equipos eléctricos y electrónicos energizados.

Adicionalmente se diseñará un sistema para controlar el encendido y apagado de luces, acondicionadores de aire, que contribuya al ahorro energético de la facultad en sus laboratorios, sensando si en la locación existe la presencia de alguna persona para proceder al encendido o apagado de los elementos antes mencionados, así como también apagarlos definitivamente al termino del día de clases. El proyecto, además incluirá el control automático para regular la temperatura de los acondicionadores de aire.

En lo que respecta al sistema de acceso, este abrirá y cerrará puertas en horarios establecidos de forma automática, además de contar con permisos de acceso para profesores y ayudantes de un laboratorio específico fuera de los horarios establecidos, manteniéndose las seguridades clásicas (chapas, candados, etc.).

Para el diseño del proyecto se utilizarán los programas CIMPLICITY e INTOUCH, así como el PLC GE Fanuc VersaMax disponibles en el Laboratorio de Automatización de la Facultad.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---------------------------|------|
| AGRADECIMIENTO | I |
| TRIBUNAL DE GRADO | II |
| DECLARACIÓN EXPRESA | III |
| RESUMEN | IV |
| ÍNDICE GENERAL | VI |
| ABREVIATURAS | X |
| ÍNDICE DE FIGURAS | XIII |
| ÍNDICE DE TABLAS | XIV |

| | |
|-------------------|---|
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
|-------------------|---|

CAPÍTULO I LOS EDIFICIOS INTELIGENTES Y LA DOMÓTICA

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1 ANTECEDENTES..... | 2 |
| 1.2 DEFINICIONES | 3 |
| 1.2.1 Definición de Edificio Inteligente | 3 |
| 1.2.2 Definición de Domótica | 4 |
| 1.2.3 Definición de Inmótica..... | 5 |
| 1.3 BENEFICIOS DE UN EDIFICIO INTELIGENTE..... | 6 |
| 1.4 VENTAJAS DE UN EDIFICIO INTELIGENTE..... | 6 |
| 1.5 CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DOMÓTICO | 7 |
| 1.6 COMPONENTES DE UN EDIFICIO INTELIGENTE | 8 |
| 1.7 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DOMÓTICO..... | 12 |
| 1.8 TIPOS DE ARQUITECTURA PARA EL CONTROL DE EDIFICIOS INTELIGENTES..... | 13 |
| 1.9 CAMPOS DE APLICACIÓN DE UN SISTEMA DOMÓTICO | 15 |

CAPÍTULO II LOS SISTEMAS CONTRA INCENDIO

| | |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1 GENERALIDADES | 17 |
| 2.1.1 Química del Fuego y el Proceso de Combustión..... | 17 |
| 2.1.2 Los Factores de Incendios | 18 |
| 2.1.2.1 Transmisión de Calor | 18 |
| 2.1.2.2 La Ignición..... | 19 |
| 2.1.2.3 Proceso de Ignición..... | 19 |
| 2.1.2.4 Teoría de Extinción de Incendios..... | 21 |
| 2.1.3 Teorías del Fuego | 22 |
| 2.1.3.1 Triángulo de Fuego | 22 |
| 2.1.3.2 Tetraedro de Fuego..... | 22 |
| 2.1.4 Tipos de Fuego | 23 |
| 2.2 SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN | 24 |
| 2.2.1 Sistemas de Alarmas de Incendio Locales | 25 |
| 2.2.2 Sistemas de Alarmas de Incendio Auxiliares | 25 |
| 2.2.3 Sistemas de Alarmas de Incendio con Estación de Supervisión Remota | 26 |

| | | |
|---------|--------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.4 | Sistemas de Alarmas de Incendio con Estación de Supervisión Propia | 26 |
| 2.3 | SISTEMA DE ALARMA DE INCENDIO BÁSICO | 27 |
| 2.3.1 | Unidad o Panel de Control | 27 |
| 2.3.2 | Los circuitos de los Sistemas de Señalización Protectora | 28 |
| 2.3.3 | Fuente de Poder | 30 |
| 2.3.4 | Circuitos de Seguridad de Incendios de la Edificación | 31 |
| 2.4 | DISPOSITIVOS DE INICIACIÓN DE ALARMAS | 32 |
| 2.4.1 | Detectores Térmicos | 32 |
| 2.4.2 | Detectores de Humo | 33 |
| 2.4.2.1 | Detectores de Humo por Ionización | 33 |
| 2.4.2.2 | Detectores de Humo Fotoeléctricos | 35 |
| 2.4.3 | Estaciones Manuales | 37 |
| 2.5 | DISPOSITIVOS DE NOTIFICACIÓN DE ALARMAS | 38 |
| 2.5.1 | Dispositivos de Notificación Audible | 38 |
| 2.5.2 | Dispositivos de Notificación Táctil | 38 |
| 2.5.3 | Dispositivos de Notificación Visible | 38 |
| 2.6 | SISTEMAS DE EXTINCIÓN CONTRA INCENDIO | 39 |
| 2.6.1 | Sistemas de Agua | 39 |
| 2.6.2 | Sistemas de Espuma Física | 40 |
| 2.6.3 | Sistemas de Polvo Químico | 40 |
| 2.6.4 | Sistemas de Dióxido de Carbono | 41 |
| 2.6.5 | Sistemas de Halones | 42 |
| 2.6.6 | Sistemas de Agentes Limpios o Sustituto de Halones | 42 |

CAPÍTULO III GENERALIDADES DE LA CLIMATIZACIÓN Y SEGURIDAD

| | | |
|---------|----------------------------------------|----|
| 3.1 | LA CLIMATIZACIÓN Y EL CONFORT TÉRMICO | 43 |
| 3.1.1 | Definiciones | 43 |
| 3.1.1.1 | Temperatura del Aire | 43 |
| 3.1.1.2 | Temperatura Radiante Media | 44 |
| 3.1.1.3 | Velocidad del Aire | 44 |
| 3.1.1.4 | Confort | 45 |
| 3.1.1.5 | Carga Térmica | 46 |
| 3.2 | PROCESOS DEL TRASPASO TÉRMICO | 46 |
| 3.2.1 | Conducción Térmica | 46 |
| 3.2.2 | Convección Térmica | 47 |
| 3.2.3 | Radiación Térmica | 47 |
| 3.3 | TERMORREGULACIÓN HUMANA | 48 |
| 3.3.1 | Tasa Metabólica y Eficiencia Mecánica | 49 |
| 3.4 | CARGAS TÉRMICAS | 50 |
| 3.5 | LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN | 53 |
| 3.6 | LA SEGURIDAD Y LOS CONTROLES DE ACCESO | 55 |

CAPÍTULO IV
CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL SISTEMA CONTRA INCENDIO Y DE
CLIMATIZACIÓN

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.1 CRITERIOS PARA SELECCIÓN DE DETECTORES PARA SISTEMAS CONTRA INCENDIO | 57 |
| 4.1.1 Selección del tipo de detectores..... | 57 |
| 4.1.2 Ubicación de detectores..... | 59 |
| 4.1.3 Espaciamiento..... | 60 |
| 4.1.4 Metodología para la selección de detectores para los laboratorios..... | 63 |
| 4.2 CRITERIOS PARA SELECCIÓN DEL AGENTE EXTINTOR | 64 |
| 4.2.1 Tipos de Agentes Limpios | 65 |
| 4.2.2 Agente Extintor FM 200..... | 69 |
| 4.2.3 Cálculo de cantidad de agente extintor por laboratorio..... | 70 |
| 4.3 CRITERIOS PARA DISEÑO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN..... | 78 |
| 4.3.1 Aplicabilidad y Características de las Condiciones de Diseño | 79 |
| 4.3.2 Características Residenciales | 79 |
| 4.3.3 Categorías de Residencias | 80 |
| 4.3.4 Enfriamiento de Carga | 81 |
| 4.3.4.1 Carga a Enfriar debido al Aumento del Calor a través de una Estructura..... | 82 |
| 4.3.4.3 Carga a Enfriar causada por la Infiltración..... | 85 |
| 4.3.4.4 Carga a Enfriar causada por la Ventilación..... | 87 |
| 4.3.4.5 Carga a Enfriar causada por la Ocupación | 87 |
| 4.3.5 Fuentes de calor latentes | 87 |
| 4.3.6 Cálculo de Cargas Latentes | 88 |
| 4.3.7 Principios de Cargas de Enfriamiento | 89 |
| 4.3.8 Determinación de la Carga..... | 89 |
| 4.3.9 Fuentes de Calor y Ganancia de Calor | 91 |
| 4.3.10 Cálculo de Carga Térmica en los Laboratorios..... | 104 |
| 4.4 CRITERIOS PARA SELECCIÓN DE SENSORES DE PRESENCIA PARA EL AHORRO DE ENERGÍA | 114 |

CAPÍTULO V
CONTROL Y MONITOREO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO, CLIMATIZACIÓN
Y SEGURIDAD

| | |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| 5.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL | 119 |
| 5.1.1 Definición de PLC | 119 |
| 5.1.2 Arquitectura del PLC | 119 |
| 5.1.3 Selección de un PLC..... | 120 |
| 5.1.4 PLC VersaMax Nano Micro | 121 |
| 5.1.5 Características del PLC VersaMax Micro 23 puntos..... | 121 |
| 5.1.6 El software Cimplicity Machine Edition | 124 |
| 5.1.7 Descripción del Proceso..... | 125 |
| 5.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO..... | 129 |
| 5.2.1 Sistemas SCADA | 129 |
| 5.2.2 Prestaciones de un Sistema SCADA..... | 130 |

| | |
|------------------------------------------------------|-----|
| 5.2.3 Requisitos de un SCADA | 131 |
| 5.2.4 Componentes de un SCADA..... | 131 |
| 5.2.5 El Software de monitoreo InTouch | 133 |
| 5.2.6 Desarrollo de las Pantallas de Monitoreo | 133 |
| 5.2.6.1 Descripción de Pantallas de Monitoreo | 133 |
| 5.2.6.2 Application Script..... | 140 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 162 |
| ANEXO A | 165 |
| ANEXO B | 179 |
| ANEXO C | 199 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 267 |

ABREVIATURAS

A

| | |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| A | Amperios |
| ACH | Tasa de Intercambio de Aire por hora |
| ASHRAE | Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado |

B

| | |
|-----|---------------------------------------------------|
| BTU | Unidad térmica británica por sus siglas en inglés |
|-----|---------------------------------------------------|

C

| | |
|------|----------------------------------------------|
| cd | Candelas |
| CLTD | Diferencia de temperatura de carga a enfriar |
| cm | Centímetro |
| CPU | Unidad central de procesamiento |

D

| | |
|-----|-------------------------------|
| dB | Decibeles |
| DDE | Intercambio Dinámico de Datos |

E

| | |
|-----|--------------------------------------|
| EPA | Agencia de Protección Medioambiental |
|-----|--------------------------------------|

F

| | |
|----|-----------------------------------------|
| FM | Laboratorio de pruebas (Factory Mutual) |
|----|-----------------------------------------|

G

| | |
|-----|---------------------------------------|
| GE | General Electric |
| GHz | Giga Hertz |
| GLF | Factor de carga de cristal de ventana |

H

| | |
|------|-------------------------------------------------|
| HMI | Interfase Hombre Máquina |
| HVAC | Calentamiento, ventilación y aire acondicionado |

K

| | |
|-----|---------------|
| K | Grados Kelvin |
| Kb | Kilo bit |
| Kg | Kilogramo |
| kPa | Kilo Pascal |
| kW | Kilovatio |

| | |
|----------|-------------------------------------------------------------|
| L | |
| Lb | Libra |
| LF | Factor Latente |
| LOAEL | Nivel Mínimo de Efectos Adversos Observados |
| M | |
| m | Metro |
| mA | Miliamperios |
| MB | Mega Byte |
| MHz | Mega Hertz |
| N | |
| NA | Normalmente abierto |
| NC | Normalmente cerrado |
| NFPA | Asociación Nacional de Protección contra Incendios de EE.UU |
| NOAEL | Nivel de Efectos Adversos no Observados |
| O | |
| ODP | Protección de Agotamiento de Ozono |
| P | |
| PC | Computador personal |
| PID | Controlador Proporcional Integral Derivativo |
| PIR | Rayos Infrarrojos Pasivos |
| PLC | Controlador lógico programable |
| pulg | Pulgadas |
| R | |
| RF | Radiofrecuencia |
| RAM | Memoria de acceso aleatorio |
| ROM | Memoria sólo lectura |
| RTU | Unidad Terminal Remota |
| S | |
| SC | Coeficiente de sombras |
| SCADA | Control supervisor y adquisición de datos |
| SHF | Factor de calor sensible |
| SLF | Factores de Línea de Sombra |
| SNAP | Políticas de nuevas alternativas significativas |
| T | |
| TEFC | Ventilador refrescados totalmente encerrados |

| | |
|----------|---------------------------------------------------|
| U | |
| UL | Laboratorio de ensayo (Underwriters Laboratories) |
| UPS | Sistema de Alimentación Ininterrumpida |
| V | |
| V | Voltaje |
| VDC | Voltaje corriente directa |
| VAC | Voltaje corriente alterna |
| W | |
| W | Vatios |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 1.1: Gestiones aplicadas a una vivienda..... | 4 |
| Figura 1.2: Áreas de gestión de la inmótica | 5 |
| Figura 1.3: Arquitectura distribuida | 14 |
| Figura 1.4: Arquitectura centralizada | 15 |
| Figura 2.1: Esquema del proceso de ignición | 20 |
| Figura 2.2: Triángulo de fuego..... | 22 |
| Figura 2.3: Tetraedro de fuego | 23 |
| Figura 2.4: Funcionamiento de un detector de humo por ionización | 34 |
| Figura 2.5: Funcionamiento de detector de humo fotoeléctrico por principio de dispersión..... | 36 |
| Figura 2.6: Funcionamiento de Detector de Humo Fotoeléctrico por Principio de Oscurecimiento | 37 |
| Figura 4.1: Ubicación de detectores | 59 |
| Figura 4.2: Espaciamiento en techos lisos..... | 61 |
| Figura 4.3: Cobertura del detector en techos lisos..... | 61 |
| Figura 4.4: Relación del espaciamiento con areas rectangulares | 62 |
| Figura 4.5: Requerimientos relativos de cilindros de diferentes agentes extintores | 70 |
| Figura 4.6: diagrama isométrico del HFC-227ea presurizado con nitrógeno hasta 360psig A 70° F..... | 77 |
| Figura 4.7: Efecto de la infiltración sobre el factor de carga latente | 88 |
| Figura 4.8: Funcionamiento de sensor de presencia tecnología PIR | 115 |
| Figura 4.9: Frecuencias emitidas y receptadas por movimientos de personas..... | 116 |
| Figura 5.1: Arquitectura básica del PLC..... | 120 |
| Figura 5.2: PLC Versamax Micro de 23 puntos..... | 123 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 2.1: Periodos de operación de acuerdo al sistema de alarma | 31 |
| Tabla 3.1: Generación metabólica del calor típico para varias actividades..... | 51 |
| Tabla 4.1: Selección de detectores de acuerdo al tipo de lugar | 59 |
| Tabla 4.2: Número de detectores por laboratorio | 64 |
| Tabla 4.3: Agentes extintores limpios aceptados por la EPA..... | 65 |
| Tabla 4.4: Características de los agentes limpios halocarbonados | 68 |
| Tabla 4.5: Valores NOAEL y LOAEL para agentes halocarbonados | 71 |
| Tabla 4.6: Concentración de diseño para HFC-227-ea | 73 |
| Tabla 4.7: Valores típicos de factor U | 83 |
| Tabla 4.8: CLTD valores para residencias uni-familiares independientes..... | 83 |
| Tabla 4.9: CLTD valores para residencias multi-familiares..... | 84 |
| Tabla 4.10: Tasa de intercambio de aire de invierno (ACH) como función de la hermeticidad..... | 85 |
| Tabla 4.11: Tasa de intercambio de aire de verano (ACH) como función de la hermeticidad..... | 85 |
| Tabla 4.12: Tasas representativas de ganancia de calor y humedad entregada por seres humanos en diferentes actividades..... | 92 |
| Tabla 4.13: Lámparas típicas No incandescentes | 94 |
| Tabla 4.14: Eficiencia de motores y datos relacionados con motores eléctricos..... | 97 |
| Tabla 4.15: Límites típicos de sobrecarga de motores estándares | 98 |
| Tabla 4.16: Ganancia de calor generada por equipos de laboratorio | 99 |
| Tabla 4.17: Ganancia de calor generada por equipos de computación | 100 |
| Tabla 4.18: Ganancia de calor generada por impresoras a láser y copiadoras | 101 |
| Tabla 4.19: Ganancia de calor generada por equipos de oficina misceláneos | 102 |
| Tabla 4.20: Factores de carga recomendados para varios tipos de oficinas | 103 |
| Tabla 4.21: Resumen de cálculo de ganancias de calor | 107 |
| Tabla 4.22: Cálculo de carga térmica para el laboratorio de Electrónica de Potencia | 108 |
| Tabla 4.23: Cálculo de carga térmica para el laboratorio de Sistemas de Potencia | 108 |
| Tabla 4.24: Cálculo de carga térmica para el laboratorio de Máquinas y Controles Industriales..... | 109 |
| Tabla 4.25: Cálculo de carga térmica para el laboratorio de computación Sistemas de Potencia..... | 109 |
| Tabla 4.26: Cálculo de carga térmica para el laboratorio de Simulación..... | 110 |
| Tabla 4.27: Cálculo de carga térmica para el laboratorio de Redes Eléctricas..... | 110 |
| Tabla 4.28: Cálculo de carga térmica para el laboratorio de Electrónica A/B..... | 111 |
| Tabla 4.29: Cálculo de carga térmica para el laboratorio de Automatización I..... | 111 |
| Tabla 4.30: Cálculo de carga térmica para el laboratorio de Automatización II..... | 112 |
| Tabla 4.31: Cálculo de carga térmica para el laboratorio de Electrónica Médica.. | 112 |
| Tabla 4.32: Cálculo de carga térmica para el laboratorio de Sistemas Digitales... | 113 |
| Tabla 4.33: Cálculo de carga térmica para el laboratorio de Control Automático.. | 113 |

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, con la crisis energética que se vive a nivel mundial y en busca del ahorro energético, se pensó en la posibilidad de brindar al edificio de laboratorios de la FIEC un sistema automatizado con el cual se pueda contribuir al ahorro energético mediante el encendido y apagado automático de luces, un sistema de climatización que brinde a los estudiantes la comodidad y confort para realizar sus actividades, un sistema contra incendios que resguarde los bienes y un control de acceso a los diferentes laboratorios.

Se presentarán los diferentes tipos de agentes extintores tales como extinción mediante agua, polvos químicos, halones, agentes limpios, etc., y se seleccionará el que mejor se adapte a los requerimientos mínimos (no represente daños a personas, medio ambiente, equipos eléctricos y/o electrónicos), así como el cálculo de cargas térmicas para los diferentes laboratorios.

El sistema considera los diferentes tipos de sensores y actuadores, los cuales se han asignado a las entradas y salidas físicas del PLC VersaMax Micro y también será monitoreado continuamente desde una estación remota mediante el SCADA Intouch, que ha permitido obtener una representación gráfica de cada uno de los diferentes laboratorios del edificio.

CAPÍTULO I

LOS EDIFICIOS INTELIGENTES Y LA DOMÓTICA

1.1 ANTECEDENTES

La necesidad de edificios inteligentes comienza con la crisis energética de los años 70, en Europa y Norteamérica con el objetivo principal de generar un ahorro en el consumo de combustibles debido a su escasez y a sus altos precios. Inicialmente se focalizó en las grandes industrias, a través del desarrollo en los sectores espacial, químicos, y otros. En estas se realizan grandes inversiones para conseguir ahorro energético.

La continua investigación en el campo tecnológico derivó en la ampliación de la oferta tecnológica, y por consiguiente un incremento en el alcance de las soluciones. Gracias a esto, comienzan a aparecer los primeros edificios inteligentes. A esta altura la tecnología todavía tenía costos altos y debido a esto era utilizada principalmente en edificios con gran consumos tales como, hospitales, hoteles, y sedes de grandes corporaciones.

En los últimos años, la importante baja en los costos de fabricación de productos tecnológicos ha incrementado aún más las opciones disponibles, surgiendo nuevos proveedores en Europa y Asia. Este último impulsó una apertura hacia un mercado hogareño, con opciones hechas a la medida, lo que permite su implementación en casas y edificios, no solo de lujo sino a un segmento medio.

1.2 DEFINICIONES

1.2.1 Definición de Edificio Inteligente

Una definición técnica para definir a una edificación como inteligente sería aquel que incorpora sistemas de información en todo el edificio, ofreciendo servicios avanzados con control automatizado, monitoreo, gestión y mantenimiento de los distintos subsistemas o servicios de la construcción, de forma óptima e integrada; local y remotamente, diseñados con suficiente flexibilidad como para que sea sencilla y económicamente rentable la implantación de futuros sistemas [1].

En resumen, un edificio Inteligente es una estructura diseñada para cubrir todo tipo de adelantos tecnológicos, facilitando así el servicio y control del mismo.

1.2.2 Definición de Domótica

La palabra domótica proviene del latín domus (casa) y del término griego tica (automática). Se entiende por domótica al conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación que pueden estar integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación [2] [3] [4].

La domótica puede definirse como la adopción, integración y aplicación de las nuevas tecnologías informáticas y comunicativas al hogar. Incluye principalmente el uso de la electricidad, dispositivos electrónicos, sistemas informáticos y diferentes dispositivos de telecomunicaciones [1].



Figura 1.1: Gestiones aplicadas a una vivienda

1.2.3 Definición de Inmótica

Por inmótica se puede entender la incorporación al equipamiento de edificios de uso terciario o industrial como oficinas, edificios corporativos, hoteleros, empresariales y similares de sistemas de gestión técnica automatizada de las instalaciones, con el objetivo de reducir el consumo de energía, aumentar el confort y la seguridad de los mismos [2].

La inmótica ofrece prácticamente las mismas prestaciones que las de una vivienda pero de acción más amplia y por tanto más complejas; sensores de todo tipo, accesos desde cualquier terminal a todo el sistema, acceso remoto, pre-configuraciones de ciertos dispositivos, alertas de seguridad, gestión y eficiencia de la energía eléctrica [5].

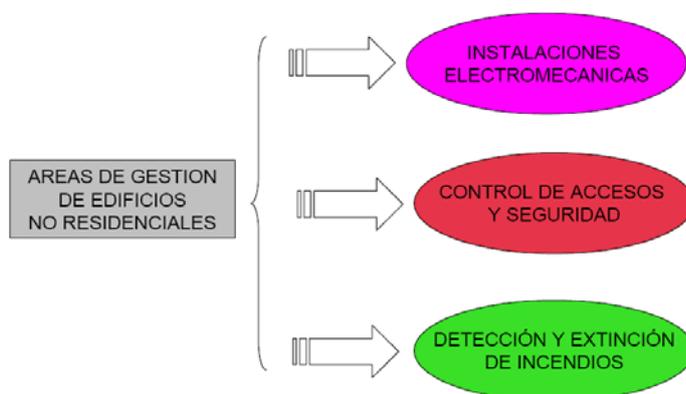


Figura 1.2: Áreas de gestión de la Inmótica

1.3 BENEFICIOS DE UN EDIFICIO INTELIGENTE

Todas las personas que de una manera u otra interaccionan con un edificio inteligente, obtienen un beneficio. Para el propietario, quien puede ofrecer un edificio más atractivo mientras alcanza grandes reducciones en los costos de energía y operación. Para los usuarios, los cuales mejoran notablemente su confort y seguridad. Para el personal de mantenimiento del edificio que, mediante la información almacenada y el posterior estudio de tendencias, puede prevenir desperfectos. Para el personal de seguridad, el cual ve facilitada y complementada su tarea con el fin de hacerla mucho más eficiente en las rondas de observación.

1.4 VENTAJAS DE UN EDIFICIO INTELIGENTE

Los edificios inteligentes proporcionan a sus administradores un conjunto de facilidades para su mantenimiento, así como para la comunicación hacia dentro y hacia fuera del edificio permitiendo un control eficiente y económico, vigilancia, seguridad contra fuego, monitoreo, sistema de alarma. Además ofrece a sus usuarios, en su lugar de trabajo, un ambiente seguro, diseñado ergonómicamente y en función de las personas para aumentar su productividad y estimular su creatividad.

1.5 CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DOMÓTICO

Un Sistema Domótico es un desarrollo informático propio [6] cuyas principales características son:

INTEGRACIÓN: Todo el sistema funciona bajo el control de un ordenador. De esta manera, los usuarios no tienen que estar pendientes de los diversos equipos autónomos, con su propia programación, indicadores situados en diferentes lugares, dificultades de interconexión entre equipos de distintos fabricantes, etc.

INTERRELACIÓN: Una de las principales características que debe ofrecer un sistema domótico es la capacidad para relacionar diferentes elementos y obtener una gran versatilidad y variedad en la toma de decisiones.

FACILIDAD DE USO: Con solo una mirada a la pantalla de un ordenador, el o los usuarios están completamente informados del estado de cada una de las habitaciones y ambientes de una vivienda o edificio.

CONTROL REMOTO: Las mismas posibilidades de supervisión y control disponibles localmente, pueden obtenerse vía Internet desde otro PC, en cualquier lugar del mundo.

FIABILIDAD: Las PC actuales son máquinas muy potentes, rápidas y fiables. Si se añade la utilización de un UPS, ventilación forzada de CPU, batería de gran capacidad que alimente periféricos, etc. se dispone de una plataforma ideal para aplicaciones domóticas, capaz de funcionar muchos años sin problemas.

ACTUALIZACIÓN: Al aparecer nuevas versiones y mejoras solo es necesario cargar el nuevo programa en el equipo. De este modo, al tener toda la lógica de funcionamiento en el software y no en los equipos instalados, cualquier instalación existente beneficia las nuevas versiones, sin ningún tipo de modificación.

1.6 COMPONENTES DE UN EDIFICIO INTELIGENTE

Para poder clasificar los componentes que debe reunir un edificio inteligente se deben tomar en cuenta sus características y los servicios que puede ofrecer. Estos se pueden abordar desde dos puntos de vista: Funcional y Estructural [6].

Aspecto Funcional

De acuerdo al punto de vista funcional, la capacidad de soporte del edificio se puede evaluar en términos de cuatro elementos básicos:

Estructura: La estructura del edificio comprende los componentes estructurales del edificio, los elementos de arquitectura, los acabados de interiores y los muebles.

Los aspectos estructurales importantes dentro de un edificio inteligente son:

- El edificio debe gastar el mínimo necesario de energía, por lo que es importante su situación y orientación, así como la composición de sus elementos estructurales.
- El espacio suficiente para proveer pisos y techos falsos, para permitir acceso rápido al cableado.
- La manera en que se aprovecha la luz solar, tomando en cuenta su impacto sobre la visibilidad y la calidad de la luz necesaria para trabajar.
- Las fuentes de poder auxiliares y fuentes de poder ininterrumpibles que alimentan a los equipos.
- Los conductos adecuados para cableados y conexiones.

Sistemas: Los sistemas del edificio son los que proveen principalmente un ambiente hospitalario para los usuarios y equipos. Los principales sistemas del edificio son:

- Sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado, HVAC.
- Energía eléctrica
- Elevadores
- Control de acceso
- Seguridad
- Telecomunicaciones

Servicios: Entre ellos se encuentran:

- Servicios Compartidos: Es un subconjunto de los servicios que prestan los edificios inteligentes. A este subconjunto de servicios se les llama administración de información.
- Servicio del Edificio: Los servicios del edificio satisfacen las necesidades directas de los usuarios de la manera más eficiente y económica.

Administración: La administración provee herramientas para controlar y administrar todo el edificio, dar mantenimiento, tomar decisiones en casos de emergencia, etc. En muchos edificios modernos son parte de la responsabilidad de los administradores del edificio los sistemas de seguridad, energía, control de fuego, comunicaciones y sistemas de

información. Un edificio inteligente es aquel que optimiza cada uno de estos cuatro elementos y las relaciones entre ellos.

Aspecto Estructural

Desde el punto de vista estructural se pueden distinguir tres factores clave en el concepto de edificio inteligente:

Flexibilidad del Edificio: Es patrimonio casi exclusivo del arquitecto que lo diseña. Se trata de conseguir un diseño arquitectónico con capacidad para que en un futuro sea posible incorporar nuevos servicios, a la vez que, en el presente, sea posible efectuar redistribuciones sin perder el nivel de servicios existentes. El edificio debe ser concebido como un ente adaptable a nuevas demandas de los usuarios, del cual sólo se ha entregado una de sus posibles configuraciones.

Integración de Servicios: La integración de servicios se puede realizarse a dos niveles. Primero, se busca la integración del control, gestión y mantenimiento de todos los sistemas y servicios del edificio, para luego, en la medida que sea posible, una integración de las infraestructuras del cableado.

Diseño Exterior e Interior: El diseño, tiene una importancia altísima para que todo lo demás funcione. El diseño interior deberá ser dotarlo de una mezcla de ergonomía y planificación de espacio. Con esto se consigue un diseño a través del cual se logra proporcionar un ambiente de trabajo confortable en un entorno altamente tecnificado.

1.7 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DOMÓTICO

Los sistemas domóticos consisten de uno o varios elementos. Se puede hacer la siguiente clasificación de los elementos de un sistema:

CONTROLADOR: En instalaciones centralizadas, es la central que gestiona el sistema. En este reside toda la inteligencia del sistema y suele tener los interfases de usuario necesarios para presentar la información a este (pantalla, teclado, monitor, etc.) [2] [7].

SENSORES: Son los dispositivos que están de forma permanente monitorizando el entorno con objeto de generar un evento que será procesado por el controlador [2] [7]. Entre los más utilizados se distinguen los siguientes:

- Termostatos.
- Detectores de humo y/o fuego.
- Sensores de presencia.

- Detectores de radiofrecuencia RF.
- Receptor de infrarrojos.

ACTUADORES: Son los dispositivos de salida capaces de recibir una orden del controlador y realizar una acción [2] [7]. Entre los más utilizados se distinguen los siguientes:

- Contactores o relés de actuación.
- Electroválvulas.
- Sirenas o elementos zumbadores.

1.8 TIPOS DE ARQUITECTURA PARA EL CONTROL DE EDIFICIOS INTELIGENTES

Se pueden encontrar dos tipos de arquitecturas, la arquitectura distribuida y la arquitectura centralizada.

Arquitectura Distribuida: Son arquitecturas potentes que permiten implementar variadas aplicaciones y servicios y prácticamente no tienen limitaciones en el tamaño de la edificación a automatizar. En estos sistemas de cableado tipo bus, cada elemento cuenta con la capacidad de tratar la información que recibe y pueden actuar de forma autónoma [4]. Poseen un alto grado de flexibilidad, dejando agregar dispositivos al bus sin inconvenientes y en cualquier lugar de la red [2].

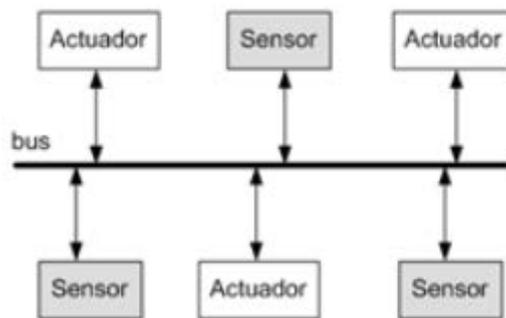


Figura 1.3: Arquitectura Distribuida

Arquitectura Centralizada: En estas arquitecturas existe una unidad central, encargada de procesar la información recibida desde los diferentes elementos o sensores y enviar órdenes a los actuadores correspondientes [4]. Cuando un elemento sensor transmite una señal a la unidad central, ésta en función de la programación establecida por el usuario transmitirá a su vez una serie de órdenes a los actuadores. Son sistemas modulares a los que se les puede ir agregando placas para expandir su alcance [2]. Su ventaja fundamental es la simpleza de su instalación por lo que su coste es menor frente a las arquitecturas distribuidas. Se integran perfectamente con estas arquitecturas distribuidas, las cuales extienden aún más sus posibilidades.

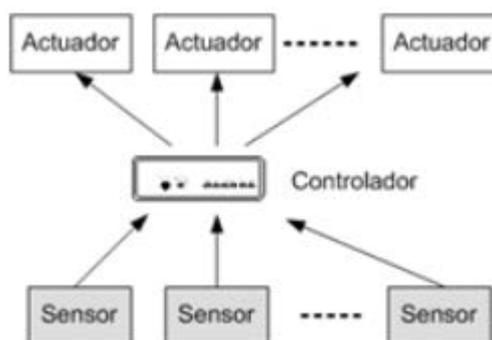


Figura 1.4: Arquitectura Centralizada

1.9 CAMPOS DE APLICACIÓN DE UN SISTEMA DOMÓTICO

Confort: Va dirigido principalmente a las instalaciones de climatización, ventilación y calefacción. Aunque también se incluyen en este campo los sistemas de audio y vídeo, control de la iluminación, mando a distancia y todo aquello que contribuya al bienestar y la comodidad de las personas que utilicen las instalaciones. Se hace necesario que el control de las instalaciones esté lo más distribuido posible, esto es, que cada habitación, local, o recinto, disponga de un sistema de regulación y control individual, que se adapte a las exigencias particulares de su inquilino.

Seguridad: En el área de seguridad se incluyen tanto alarmas contra incendios, fugas de agua o gas y otros peligros, como controles de acceso (lecturas de tarjetas, puertas, ventanas, persianas y cerraduras

automáticas, etc.) y los detectores de personas (detección de intrusos, seguimiento y control de personas, atención social, etc.).

Gestión de Energía: La gestión de energía se refiere a aquellos aparatos o sistemas que están destinados al control y medida de ésta, bien sea para economizar o no. Estos aparatos podrían ser racionalizadores (aparatos utilizados cuando se contrata una potencia menor de la necesaria, que desconectan determinados consumidores preprogramados con menor prioridad), reguladores de potencia, mediadores y analizadores de energía eléctrica, reguladores proporcionales para cargas inductivas, etc.

CAPÍTULO II

LOS SISTEMAS CONTRA INCENDIO

2.1 GENERALIDADES

2.1.1 Química del Fuego y el Proceso de Combustión

Un incendio es una manifestación de una combustión no controlada. En esta manifestación intervienen materiales combustibles que forman parte de los sitios en los cuales realizamos nuestras actividades diarias. Estos materiales, normalmente constituidos de carbono son llamados también sustancias combustibles y éstas presentan una gran variedad en cuanto a su estado físico y químico pero responden a características comunes cuando intervienen en un incendio [8].

A medida que se profundiza en la ciencia de los incendios, cada vez existe la posibilidad de predecir con exactitud el comportamiento de un incendio, lo que permite aplicar estos

conocimientos para la prevención de otros incendios. Un entendimiento de los principios básicos de la combustión o del fuego, causas y fuentes de ignición, crecimiento y propagación del fuego son necesarios para entender los principios de control y extinción del fuego.

La combustión usualmente envuelve una reacción química exotérmica entre una sustancia o combustible y el oxígeno. Una reacción de combustión ocurre cuando el calor es generado rápidamente, causando un marcado incremento de la temperatura [9].

2.1.2 Los Factores de Incendios

2.1.2.1 Transmisión de Calor

La comprensión de la transferencia de calor o de energía es clave para el estudio del comportamiento y el proceso de los incendios. El calor es transmitido de regiones de más temperatura a regiones de menor temperatura. Esta transmisión o transferencia de calor es lograda por medio de tres métodos de transmisión: conducción, convección y radiación [8]. Las tres se basan en que los átomos que han recibido energía cinética de una fuente de calor pueden

propagar parte de esa energía por colisiones con otros átomos vecinos.

2.1.2.2 La Ignición

Es el proceso de iniciación de la combustión auto sostenido. La ignición puede ser causada por la introducción de una pequeña llama, chispa o brasas ardientes que puede ser llamada ignición controlada. Cuando ocurre sin la asistencia de una fuente externa se llama auto ignición. Usualmente la temperatura de una ignición controlada de una sustancia es considerablemente baja en relación con la temperatura de auto ignición. Una vez que la ignición ha empezado, esta puede continuar hasta que el combustible disponible y/o oxidante hayan sido consumidos o hasta que la llama haya sido extinguida [10].

2.1.2.3 Proceso de Ignición

Para que este tenga lugar, la fuente de ignición no solo debe ser capaz de elevar la temperatura de la superficie hasta el punto de ignición o encima del mismo, sino también de conseguir que los vapores entren en combustión. La aplicación de una llama produce ambas cosas, pero un flujo

de radiación de una fuente remota provoca la aparición de vapores a una temperatura superior al punto de ignición sin que lleguen a arder. Ahora si los vapores formados están lo suficientemente caliente, pueden entrar en ignición de forma espontánea al mezclarse con el aire. Este proceso se llama ignición espontánea [8]. En la figura 2.1 se muestra de forma esquemática el proceso de ignición.

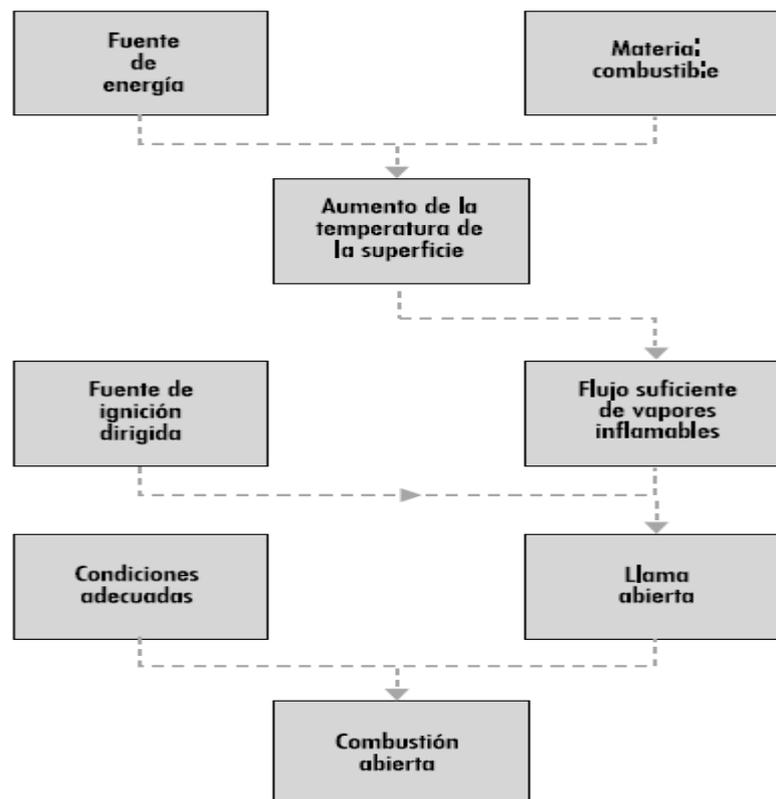


Figura 2.1: Esquema del Proceso de Ignición

2.1.2.4 Teoría de Extinción de Incendios

Los procesos de combustión de fase gaseosa son muy sensibles a los inhibidores químicos. Algunas de las sustancias ignífugas empleadas para mejorar el comportamiento ante el fuego de los materiales se basan en el hecho de que la liberación de pequeñas cantidades de un inhibidor entre los vapores del combustible impide el mantenimiento de la llama. La presencia de una sustancia ignífuga no convierte un material combustible en incombustible, pero dificulta su ignición e incluso puede llegar a impedir totalmente si la fuente es pequeña. En cambio, en un incendio ya activo, acabará ardiendo, pues el elevado nivel de calor anula el efecto ignífugo [8].

Un incendio puede extinguirse por medio de diferentes formas:

- Cortando el suministro de vapores combustibles
- Apagando la llama con extintores químicos (inhibidores)
- Cortando el suministro de aire (oxígeno) del incendio (sofocación)
- Insuflando aire.

2.1.3 Teorías del Fuego

2.1.3.1 Triángulo de Fuego

Esta teoría dice que para que la combustión ocurra, son esenciales tres factores que son: calor, oxígeno y combustible. El fuego puede continuar tanto tiempo como estos tres factores estén presentes. Si uno de estos factores es removido, el triángulo colapsa y el proceso de combustión se detiene [10].

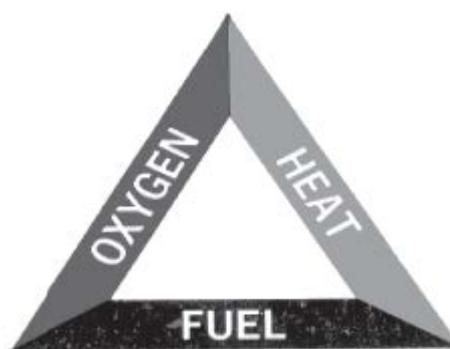


Figura 2.2: Triángulo de Fuego

2.1.3.2 Tetraedro de Fuego

Durante muchos años las técnicas de prevención, extinción y ataque de incendios, se basaron en la teoría del triángulo de fuego, sin embargo. Un mejor conocimiento de la química y sus procesos de reacción permitió desarrollar una nueva teoría que incluye un nuevo factor, la reacción en cadena.

Según esta teoría, para que exista fuego y se propague tienen que haber cuatro factores, combustible, comburente, energía de activación (calor) y reacción en cadena [10].



Figura 2.3: Tetraedro de Fuego

2.1.4 Tipos de Fuego

Los fuegos son clasificados de acuerdo al tipo de material que se está incinerando. De acuerdo a normas internacionales se los puede clasificar en 4 clases de fuego.

Clase A: Este tipo de fuego involucra materiales sólidos, normalmente de naturaleza orgánica, en el cual la combustión generalmente ocurre con la formación de brasas incandescentes. Los fuegos de clase A son los más comunes. Este tipo de fuegos son extinguidos por halocarbonos, químicos secos, espuma, agua convencional y los gases inertes [10] [11] [12].

Clase B: El fuego clase B son los que involucra líquidos o gases combustibles inflamables como gasolina, diluyentes, grasas, aceites lubricantes, alcohol, propano y acetileno. Son extinguidos por medio de halocarbonos, químicos secos, espuma y los gases inertes [10] [11] [12].

Clase C: Pertenecen a este tipo de fuego los que involucran energía eléctrica o equipos cargados eléctricamente. En éste clase de fuego, son recomendados los agentes no conductores. Son extinguidos por medio de halocarbonos y gases inertes [10] [11] [12].

Clase D: Este tipo de fuego involucra la combustión de metales como son el magnesio, sodio, potasio, litio, etc. Son poco comunes y usualmente se presentan situaciones específicas. Los fuegos de clase D son extinguidos por medio de químicos secos especiales, polvo seco, espumas y gases inertes [10] [11] [12].

2.2 SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN

Un sistema de alarma contra incendio es un elemento clave en la protección contra incendio de cualquier edificio. Estos sistemas, si se diseñan e instalan apropiadamente, pueden contribuir poderosamente a

limitar las pérdidas por incendio, independientemente del tipo de propiedad.

Las aplicaciones de los sistemas de alarma de incendio pueden ser clasificados dentro de cuatro categorías según la norma NFPA 72 edición 2002.

2.2.1 Sistemas de Alarmas de Incendio Locales

El propósito principal de un sistema de señalización local, es hacer sonar las señales de alarma locales para la evacuación del edificio protegido como resultado de la operación manual de una estación de alarma de incendio o por la activación de equipos o sistemas tales como detectores de humo, rociadores de agua o sistemas de descargas de agentes extintores. En un sistema local, la alarma no queda conectada automáticamente al parque de bomberos; en lugar de ello, cuando suena la alarma, alguien debe notificar a los bomberos [12] [13].

2.2.2 Sistemas de Alarmas de Incendio Auxiliares

Básicamente es un sistema local con un circuito adicional conectado al sistema municipal de alarma de incendio para transmitir una alarma de incendio al centro de comunicaciones de

servicio de incendio público. Además de notificar a los ocupantes la presencia de un incendio también notifican la presencia del incendio directamente a los departamentos de bomberos municipales o locales [12] [13].

2.2.3 Sistemas de Alarmas de Incendio con Estación de Supervisión

Remota

Es un sistema instalado para transmitir señales de alarmas, supervisión y avería desde uno o más locales protegidos a un lugar remoto protegido en el cual se toma una acción de respuesta apropiada. La señal se transmite a través de una línea telefónica contratada y se indica de forma visual y audible en la estación remota [12] [13].

2.2.4 Sistemas de Alarmas de Incendio con Estación de Supervisión

Propia

Es un sistema de alarma de incendio que sirve a propiedades contiguas o no contiguas de un mismo dueño y que transmite las señales de alarma, supervisión y avería a una estación de supervisión del mismo propietario en la propiedad protegida, donde personal entrenado se encuentra constantemente atento [12] [13].

2.3 SISTEMA DE ALARMA DE INCENDIO BÁSICO

Los sistemas de alarma contra incendio están compuestos por los siguientes componentes básicos:

1. Unidad o Panel de Control
2. Los circuitos de los Sistemas de Señalización Protectora
3. Fuente de Poder
4. Circuitos de Seguridad de Incendios de la Edificación

2.3.1 Unidad o Panel de Control

La unidad de control es el cerebro del sistema. Esta provee potencia al sistema y monitorea eléctricamente sus circuitos. La unidad de control posee los circuitos lógicos para recibir señales de los dispositivos de iniciación de alarma y transmitirlos a los dispositivos de notificación, o equipos suplementarios de la protección de la edificación [13].

La unidad de control trabaja bajo emergencias. Por esta razón, la unidad de control constantemente monitorea la integridad de la fuente primaria (principal), la fuente secundaria (reposo), el cableado y las conexiones de los dispositivos de iniciación y notificación de alarma. La unidad de control activará una señal

audible de avería para alertar al personal de operación la presencia de una falla en cualquier circuito monitoreado.

2.3.2 Los circuitos de los Sistemas de Señalización Protectora

De acuerdo a la norma NFPA 72 edición 2002, los sistemas de señalización protectora tienen dos tipos básicos de circuitos:

1. Circuitos de Iniciación.
2. Circuitos de Notificación.
3. Circuitos de Señalamiento en Línea.

Los circuitos de iniciación, notificación y señalamiento en línea son diseñados en base a la clase o estilo, o ambos, dependiendo de la capacidad del circuito para continuar operando durante condiciones de falla. Estos circuitos pueden ser diseñados como de clase A o clase B.

Los circuitos de iniciación y de señalamiento en línea que transmiten una alarma o una señal supervisora están dentro de los circuitos de clase A. Los circuitos de notificación que permite funcionar a todos los dispositivos durante un corto circuito, apertura simple del circuito o un aterramiento también son clasificados como

de clase A. Los que no permiten las características antes mencionadas son clasificados como de clase B.

Los circuitos clase A o clase B también se los clasifica por estilos, los cuales toman en cuenta fallas de corto circuito. La norma NFPA 72 divide los circuitos de iniciación en estilos desde A hasta E, los circuitos de notificación en estilos desde W hasta Z, y los circuitos de señalamiento en línea en estilos desde 1 hasta 7.

Circuitos de Iniciación

Los circuitos de iniciación son aquellos en los cuales se conectan dispositivos de iniciación de alarma tales como detectores de humo, detectores térmicos, detectores de llamas y estaciones manuales [13].

Circuitos de Notificación

Los circuitos de notificación son aquellos en los cuales se conectan los dispositivos de notificación o indicación de alarmas audibles o visibles, tales como sirenas, bocinas, timbre, campanas, cornetas, difusores de sonido y luces estroboscópicas [13].

Circuitos de Señalamiento en Línea

Los circuitos de señalamiento en línea conectan la unidad de control del sistema a otro lugar en el que exista permanentemente un operador, como un puesto central, un centro de comunicaciones de bomberos, una estación remota o una estación supervisora [13].

2.3.3 Fuente de Poder

De acuerdo a la norma NFPA 72, todo sistema de alarma contra incendio requiere de 2 fuentes de poder, la primaria o principal utilizada para operar el sistema, y una secundaria o de reposo utilizada para operar el sistema en caso de falla de la fuente primaria.

La fuente de poder primaria usada es la comercial 240/120Vac entregada por la empresa eléctrica. La fuente de poder secundaria en su gran mayoría son baterías, aunque también se permite el uso de generadores como fuente de poder secundaria. Esta fuente deberá ser capaz de operar el sistema en caso de que la fuente primaria falle, por periodos específicos de tiempo de acuerdo al tipo de sistema instalado. La norma requiere que la fuente de poder secundaria sea capaz de operar el sistema continuamente por periodos de 5 minutos a 2 horas bajo carga de alarma después del

periodo de 24 horas o de 60 horas bajo condiciones de carga normal máxima [12]. En la tabla 2.1 se muestra los periodos de operación requeridos para las fuentes de poder secundaria de acuerdo al tipo de sistema.

Tabla 2.1: Periodos de Operación de acuerdo al Sistema de Alarma

| Sistema de Alarma de Incendio | Carga Normal Máxima | Carga en Alarma |
|-----------------------------------------|----------------------------|------------------------|
| Local | 24 horas | 5 minutos |
| Auxiliar | 60 horas | 5 minutos |
| Estación de Supervisión Remota | 60 horas | 5 minutos |
| Estación de Supervisión Propia | 24 horas | 5 minutos |
| Sistema de Comunicación de Voz y Alarma | 24 horas | 2 horas |

La unidad de control deberá ser capaz de activar una señal de avería en caso de que la potencia principal o la secundaria fallen.

2.3.4 Circuitos de Seguridad de Incendios de la Edificación

Dependiendo del tipo de sistema y del diseño, algunos sistemas pueden contar con circuitos adicionales para conectar dispositivos de control de seguridad, tales como solenoides de actuadores automáticos de válvulas de flujo de agua para extinción, válvulas de recipientes de CO₂, Halon, FM200 o polvo químico seco [12].

Algunos sistemas tienen controles asociados para el control de flujo de aire acondicionado, manejo de puertas de emergencia, corta fuegos y en general para tener un mayor control sobre el proceso normal de operación.

2.4 DISPOSITIVOS DE INICIACIÓN DE ALARMAS

Los dispositivos de iniciación de alarmas o detectores son los que captan un determinado fenómeno y cuando el valor de ese fenómeno sobrepasa el valor prefijado se genera una señal de alarma que se transmite a la unidad de control como un cambio de tensión en la línea de detección [13]. Existen detectores de diferentes tipos con la capacidad de distinguir fenómenos diferentes que pueden dar una señal de un posible incendio, a continuación se detallan algunos de ellos.

2.4.1 Detectores Térmicos

Constituyen los más antiguos detectores automáticos de incendio. Comenzaron a emplearse con el uso de rociadores automáticos y han evolucionado en múltiples tipos de dispositivos. Son los más baratos del mercado pero a la vez son los de respuesta más lenta. Los detectores térmicos responden a la energía calorífica emitida por convección. La respuesta se produce cuando el elemento de detección alcanza una temperatura fija predeterminada, o cuando

alcanza una velocidad predeterminada de variación de temperatura [12] [14].

Estos dispositivos son diseñados en general, para detectar los cambios de temperatura de un material sólido o gaseoso sometido al calor.

Entre los tipos de detectores térmicos podemos encontrar los siguientes:

- Detectores Termostáticos
- Detectores Termo-velocímetros
- Detectores de efecto termoeléctrico

2.4.2 Detectores de Humo

Los detectores de humo proveen una temprana advertencia de incendio. Responden más rápidamente que los detectores de calor. Existen dos tipos de detectores de humo usados hoy en día: los de ionización y los fotoeléctricos.

2.4.2.1 Detectores de Humo por Ionización

Los detectores de humo por ionización tienen una cámara con una pequeña cantidad de material radioactivo el cual

ioniza el aire dentro de la cámara, y dos láminas o electrodos cargados eléctricamente opuestos. Entre ambas láminas circula normalmente una corriente prefijada ya que las partículas de aire ionizadas se comportan como conductoras efectivas de esa corriente [12].

Cuando las partículas de la combustión penetran en la cámara se mezclan con las moléculas ionizadas del aire y la conductancia eléctrica disminuye. Cuando la corriente se reduce a un valor prefijado, se genera la señal de alarma [14].

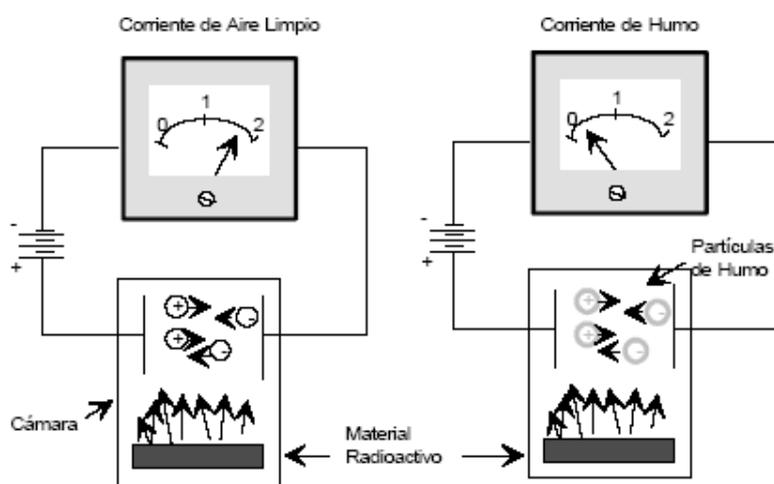


Figura 2.4: Funcionamiento de un detector de humo por ionización

Los detectores de humo por ionización son adecuados para la detección de fuegos rápidos que generan gran cantidad

de llama o energía desde el principio, donde las partículas de la combustión tienen un tamaño de 0.01 a 0.3 micrones.

Están sujetos a algunas limitaciones tales como el sucio y el polvo que se acumula en la fuente radioactiva, lo que los hace más sensitivos, ó a la excesiva humedad y/o salinidad del ambiente, a las corrientes de aire fuerte, a pequeños insectos y a la altura.

2.4.2.2 Detectores de Humo Fotoeléctricos

Su funcionamiento se basa en el efecto óptico según el cual, el humo visible penetra en el aparato afectando al haz de rayos luminosos generado por una fuente de luz de manera que varía la luz recibida en la célula fotoeléctrica y activa la alarma cuando llega a un cierto nivel [12]. Existen dos métodos usados por los detectores fotoeléctricos para medir la luz: por dispersión y por oscurecimiento.

Principio de dispersión: Cuando las partículas de humo penetran en el haz, se produce dispersión de la luz. Los detectores que emplean este principio son generalmente puntuales. Contienen una fuente luminosa y un dispositivo

fotosensible, dispuestos de tal forma que los rayos luminosos no inciden. Cuando las partículas entran en la luz, ésta se dispersa sobre el dispositivo fotosensible, provocando la respuesta del detector. El dispositivo fotosensible puede ser fotovoltaico, fotorresistivo, fotodiódico o fototransistorizado [14].

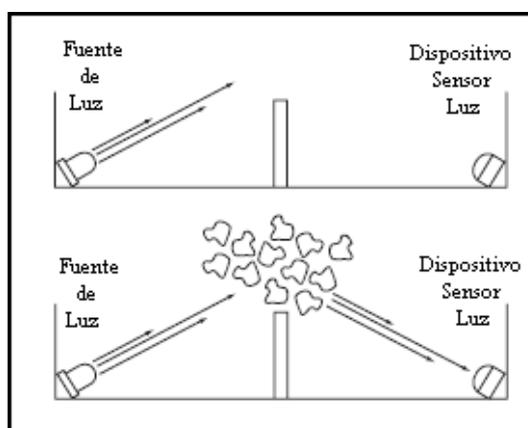


Figura 2.5: Funcionamiento de detector de humo fotoeléctrico por principio de dispersión

Principio de oscurecimiento: Los detectores de humo que operan según este principio incorporan una fuente luminosa, un sistema de colimación del haz de luz y un dispositivo fotosensible. Cuando las partículas de humo penetran en el haz, la luz que alcanza el dispositivo fotosensible se reduce y la alarma se activa. La fuente es generalmente un diodo emisor de luz. El dispositivo fotosensible puede ser del tipo

fotovoltaico, fotorresistivo, fotodiódico o fototransistorizado [14].

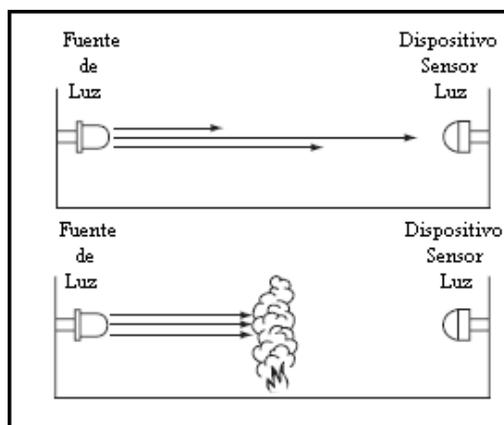


Figura 2.6: Funcionamiento de detector de humo fotoeléctrico por principio de oscurecimiento

2.4.3 Estaciones Manuales

Una estación manual es un aparato mecánico, que transfiere un contacto cuando se hala una palanca en el frente de la estación [12]. Existen dos tipos de estaciones manuales:

Sencilla o de una sola acción: Es aquella que es accionada solamente al tirar la palanca sin ningún tipo de obstáculo previo [13].

De doble acción: Es aquella que para activar la alarma se requieren dos acciones por parte del usuario. Primero debe

empujar la palanca o romper el vidrio antes de activar la alarma [13].

2.5 DISPOSITIVOS DE NOTIFICACIÓN DE ALARMAS

La NFPA define a los dispositivos de notificación de alarmas como componentes de un sistema contra incendio a: campanas, altavoces, luces, marcadores electrónicos de texto; estos componentes proveen una señal que puede ser sonora, visible o táctil o la combinación de estas.

2.5.1 Dispositivos de Notificación Audible

Es un dispositivo de notificación que alerta por medio del sentido del oído [13]. Existen dispositivos de notificación sonora que conllevan una cadena de información audible. Un ejemplo de ello son los altavoces que reproduce un mensaje de voz.

2.5.2 Dispositivos de Notificación Táctil

Son los dispositivos de notificación que alertan por medio del sentido del tacto o por medio de vibraciones [13].

2.5.3 Dispositivos de Notificación Visible

Es un dispositivo de notificación que alerta por medio del sentido de la vista. Algunos de estos dispositivos conllevan una cadena visible

de información que muestran mensajes alfanuméricos o mensajes gráficos [13].

2.6 SISTEMAS DE EXTINCIÓN CONTRA INCENDIO

Los sistemas de extinción contra incendio se los puede clasificar según el modo de empleo ó por el tipo de sustancia extintora [12].

Según el modo de empleo se los puede clasificar en:

- Sistemas semifijos.
- Sistemas fijos.
- Sistemas móviles.

Según el tipo de sustancia extintora se los puede clasificar en:

- Sistemas de agua.
- Sistemas de espuma física
- Sistemas de dióxido de carbono
- Sistemas de polvo químico
- Sistemas de halones y agentes limpios.

2.6.1 Sistemas de Agua

Es el sistema de extinción más usado debido a que el agua es el agente extintor más económico. La instalación consta de una válvula de control general y de unas canalizaciones ramificadas, las

cuales tienen válvulas de cierre o cabezas rociadoras, llamadas sprinklers que se abren automáticamente al alcanzar una determinada temperatura [12] [15].

Otro sistema a base de agua es el sistema de agua nebulizada. El sistema se compone de un equipo centralizado de presurización y bombeo que alimenta a los diferentes atomizadores a través de una red de tuberías.

2.6.2 Sistemas de Espuma Física

La espuma es un agente extintor formado por pequeñas burbujas de aire o gas en base acuosa capaz de adherirse y cubrir superficies horizontales como verticales. Debido a su baja densidad puede desplazarse sobre cualquier superficie líquida es por ello que los sistemas de extinción a base de espuma se diseñan con la finalidad de proyectarla sobre el combustible para aislarle del comburente [12].

2.6.3 Sistemas de Polvo Químico

Los sistemas de polvo químico son los que extinguen el fuego por sofocación y reacción química. Contienen baja toxicidad y un elevado poder extintor, pero dificultan la respiración y la visibilidad

si el ambiente en el que se descarga es cerrado. El polvo químico a pesar de ser un buen agente extintor, es menos utilizado en instalaciones fijas debido a las dificultades de conseguir una descarga uniforme [15].

2.6.4 Sistemas de Dióxido de Carbono

Los sistemas de CO₂ son utilizados en lugares donde no existe la presencia de personas debido a su toxicidad para el ser humano. La eficacia del CO₂ se debe a que reduce el nivel de oxígeno en la atmósfera donde se presenta el incendio, hasta el punto en que no puede seguir la combustión [12].

El dióxido de carbono o CO₂ como agente extintor está restringido a aplicaciones localizadas como los son las aplicaciones de inundación total. Esto se debe a su capacidad de desplazar el oxígeno del ambiente, limitar sensiblemente la visibilidad al momento de la descarga, disminuir la tasa de liberación natural de CO₂ del cuerpo humano reduciendo su capacidad de absorber oxígeno, además de modificar el ritmo respiratorio. El CO₂ es un gas no conductor por lo cual es muy utilizado en lugares donde existen equipos cargados eléctricamente incluso en equipos de alto voltaje pero donde no existe la presencia de personas [12] [15].

2.6.5 Sistemas de Halones

Los halones son hidrocarburos halogenados que tienen la capacidad de extinguir el fuego mediante la captura de radicales libres que se generan en la combustión. Hasta que se determinó que producían daños en la capa de ozono, fueron el sistema extintor más eficaz para combatir el fuego ya que sumado a su alto poder extintor, fácil proyección y pequeñas cantidades de almacenamiento, presentan una toxicidad muy baja, buena visibilidad y no provoca daños sobre equipos eléctricos y electrónicos sobre los cuales se descarga [15]. Los halones más usados son el Halon 1301 y el Halon 1211.

2.6.6 Sistemas de Agentes Limpios o Sustituto de Halones

Se denominan agentes limpios porque no dejan rastro después de utilizarlos y no son conductores de la electricidad [11]. El objetivo de este sistema es de buscar nuevas alternativas de los halones que eviten dañar equipos eléctricos o electrónicos, que tengan las mismas propiedades de extinción, sean inicuos para las personas si se utilizan en áreas ocupadas y además que no sean dañinos al medio ambiente. Los agentes limpios se pueden clasificar en dos grupos, los agentes inertes y los agentes halocarbonados [11].

CAPÍTULO III

GENERALIDADES DE LA CLIMATIZACIÓN Y SEGURIDAD

3.1 LA CLIMATIZACIÓN Y EL CONFORT TÉRMICO

Las condiciones de confort térmico se entienden como la combinación de variables ambientales tales como: temperatura, humedad, radiación, velocidad del aire, espacios de trabajo y entorno, y variables individuales como metabolismo, tipo de actividad, atuendo, etc. que repercuten favorablemente sobre el rendimiento de las actividades humanas.

3.1.1 Definiciones

3.1.1.1 Temperatura del Aire

Es la temperatura a la que se encuentra el aire que rodea a la persona. La diferencia entre la temperatura del aire y la de la piel del ser humano determina el intercambio de calor. Si la temperatura de la piel es mayor, el ser humano cede calor al aire que lo rodea y el cuerpo se refresca. Si es al

revés, la persona recibe calor del aire. En ambos casos se denomina intercambio de calor por convección [16].

3.1.1.2 Temperatura Radiante Media

A parte del intercambio de calor por convección todos los cuerpos absorben y emiten calor a través de radiaciones electromagnéticas. El intercambio entre unos y otros depende de la temperatura de los mismos. Los cálculos de intercambios térmicos por radiación, se realizan por la temperatura radiante media; ésta es la temperatura que tendrían las paredes de un local imaginario en que dicha temperatura fuera uniforme y los intercambios de calor por radiación fueran iguales a los intercambios de calor por radiación en el ambiente real. Si la temperatura de la piel de un individuo es mayor que la temperatura radiante media, dicho individuo cede calor al ambiente por radiación, si es al revés la persona recibe calor del medio [16].

3.1.1.3 Velocidad del Aire

Las corrientes de aire en un puesto de trabajo que incide en la persona intervienen de forma directa en su situación térmica [16].

La combinación entre temperatura del aire, radiación, humedad y velocidad del aire constituye la base del diseño del sistema de climatización para conseguir un ambiente térmicamente confortable.

3.1.1.4 Confort

El propósito principal de tener sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado es la de proporcionar condiciones para la comodidad térmica humana [16].

Una definición de gran aceptación es, “comodidad térmica es la condición de la mente que expresa satisfacción con el ambiente de trabajo” [17]. Esta definición deja abierto el significado de “la condición o satisfacción de la mente”, pero acentúa correctamente que el juicio de comodidad es un proceso cognoscitivo que implica muchas entradas influenciadas por factores físicos, fisiológicos, psicológicos y otros procesos.

A los ingenieros y técnicos en calefacción y aire acondicionado les concierne básicamente proporcionar un ambiente en el cual las personas se sientan confortables,

independientemente de los cambios en las condiciones del medio ambiente. El confort puede describirse como una condición en la cual el cuerpo humano no siente ni calor ni frío

3.1.1.5 Carga Térmica

También llamada como carga de enfriamiento, es la cantidad de energía que se requiere vencer en un área para mantener determinadas condiciones de temperatura y humedad en una aplicación específica (ej. Confort humano) [16]. La cantidad de calor que se retira de un espacio definido, se expresa en BTU, y la unidad utilizada comercialmente se la relaciona con la unidad de tiempo, Btu/hr.

3.2 PROCESOS DEL TRASPASO TÉRMICO

3.2.1 Conducción Térmica

Es el mecanismo del traspaso térmico donde la energía es transportada entre las partes de una serie continua de partículas individuales o en grupos, por transferencia de la energía cinética en el nivel atómico. En gases, la conducción es causada por la colisión elástica de moléculas; en líquidos y sólidos eléctricamente no

conductores. La transferencia de energía térmica ocurre en la dirección de la temperatura que disminuye, una consecuencia de la segunda ley de la termodinámica [29].

3.2.2 Convección Térmica

Esta forma de traspaso térmico implica transferencia de energía por movimiento de fluido y la conducción molecular. Cuando las corrientes de flujo son producidas por fuentes externas (por ejemplo, un soplador o una bomba), el traspaso térmico de sólido-líquido se llama convección forzada. Si el flujo es generado internamente por las densidades no homogéneas causadas por la variación de la temperatura, el traspaso térmico se llama convección libre o convección natural [17].

3.2.3 Radiación Térmica

En la conducción y la convección, el traspaso térmico ocurre a través de la materia. En la radiación térmica, hay un cambio en la forma de la energía, la energía interna en la fuente de radiación a energía electromagnética para la transmisión, y una vez más a energía interna en el receptor. Mientras que las tasas de traspaso térmico de conducción y de convección son conducidas sobre todo por diferencia de temperatura, las tasas radiactivas del traspaso

térmico aumentan rápidamente con los niveles de temperatura (para la misma diferencia de la temperatura) [17].

3.3 TERMORREGULACIÓN HUMANA

Las actividades metabólicas del cuerpo dan lugar casi totalmente al calor que se debe disipar y regular continuamente para mantener temperaturas corporales normales. Existen dos casos que son: la escasa pérdida de calor que lleva al recalentamiento o también llamado hipertermia, y la excesiva pérdida de calor del cuerpo o hipotermia.

La temperatura de la piel mayor a 45° C o menor a 18° C causa malestar, es por esto que la temperatura de la piel se asocia a la comodidad en actividades sedentarias. En cambio, las temperaturas internas se incrementan con la actividad. El centro regulador de la temperatura en el cerebro está sobre 36.8° C en reposo o comodidad y aumenta alrededor de 37.4° C cuando se camina pausadamente y 37.9° C al estar en actividad total [17].

El calor producido por un adulto en reposo es cerca de 100 W. Debido a que la mayor parte de este calor se transfiere al ambiente a través de la piel, a menudo es conveniente enrolar la actividad metabólica en términos de producción de calor por unidad de área de la piel. Para una

persona en reposo, éste es cerca de 58 W/m^2 y se conoce como 1 met (el met también es igual a $50 \text{ Kcal.}/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$.), esta medida está basada en el ente europeo masculino medio, con un área superficial de la piel de cerca de 1.8 m^2 . Mientras que, los entes europeos femeninos tienen una media de área superficial de 1.6 m^2 [17]. Las diferencias sistemáticas con este parámetro podrían darse entre los diferentes grupos étnicos y geográficos.

3.3.1 Tasa Metabólica y Eficiencia Mecánica

Para el cálculo de la tasa metabólica y la eficiencia mecánica de una persona es necesario tener en consideración algunos aspectos.

Capacidad Máxima: Para elegir las condiciones óptimas para la comodidad y la salud, el índice de trabajo hecho durante actividades físicas rutinarias debe ser conocido, puesto que la energía metabólica aumenta en proporción con la intensidad del ejercicio. La tasa metabólica varía sobre una amplia gama, dependiendo de la actividad, la persona, y las condiciones bajo las cuales se realiza la actividad [17].

Actividad intermitente. La actividad de la gente consiste en una mezcla de actividades o de una combinación de períodos de trabajo-reposo. Una tasa metabólica media cargada es generalmente satisfactoria, con condición de que las actividades se alternen con frecuencia [17]. Por ejemplo, una persona que escribe en computadora el 50% del tiempo, archiva el 25% mientras está sentada, y camina cerca del 25% tendría un índice metabólico medio de $0.50 \times 65 + 0.25 \times 70 + 0.25 \times 100 = 75 \text{ W/m}^2$ (véase tabla 3.1).

3.4 CARGAS TÉRMICAS

El aire externo que es introducido en un edificio constituye una gran parte de la carga total del espacio de acondicionamiento (calefacción, enfriamiento, humidificación, y deshumidificación), y es una razón para limitar el intercambio de aire en estos al mínimo requerido. El intercambio de aire representa típicamente del 20% al 50% de la carga térmica de un edificio [17].

El intercambio de aire aumenta la carga térmica en un edificio de tres formas. Primero, el aire entrante se debe calentar o enfriar por medio de la temperatura del aire interno o de la temperatura del aire de la fuente.

Tabla 3.1: Generación Metabólica del Calor Típico para Varias Actividades

| | W/m² | met |
|----------------------------------------------|------------------------|------------|
| En reposo | | |
| Durmiendo | 40 | 0.7 |
| Reclinado | 45 | 0.8 |
| Sentado en reposo | 60 | 1.0 |
| De pie relajado | 70 | 1.2 |
| Caminando(sobre una superficie) | | |
| 3.2 km/h (0.9 m/s) | 115 | 2.0 |
| 4.3 km/h (1.2 m/s) | 150 | 2.6 |
| 6.4 km/h (1.8 m/s) | 220 | 3.8 |
| Actividades de Oficina | | |
| Leyendo sentado | 55 | 1.0 |
| Escribiendo | 60 | 1.0 |
| Escribiendo en computadora | 65 | 1.1 |
| Archivando sentado | 70 | 1.2 |
| Archivando de pie | 80 | 1.4 |
| Caminando normalmente | 100 | 1.7 |
| Empacando/Arreglando | 120 | 2.1 |
| Manejando/Volando | | |
| Carro | 60 to 115 | 1.0 to 2.0 |
| Viaje rutinario en avión | 70 | 1.2 |
| Aterrizaje de avión | 105 | 1.8 |
| Viaje de Combate | 140 | 2.4 |
| Vehículo pesado | 185 | 3.2 |
| Actividades ocupacionales misceláneas | | |
| Cocinando | 95 to 115 | 1.6 to 2.0 |
| Limpieza de casa | 115 to 200 | 2.0 to 3.4 |
| En reposo, movimientos bruscos | 130 | 2.2 |
| Trabajo en máquinas | | |
| Aserndo tabla | 105 | 1.8 |
| Luces (idustria eléctrica) | 115 to 140 | 2.0 to 2.4 |
| Pesado | 235 | 4.0 |
| Cargando sacos de 50 Kg | 235 | 4.0 |
| Trabajo de pico y pala | 235 to 280 | 4.0 to 4.8 |
| Actividades misceláneas de ocio | | |
| Bailando | 140 to 255 | 2.4 to 4.4 |
| Ejercicios/Calistenia | 175 to 235 | 3.0 to 4.0 |
| Juego de Tenis (individual) | 210 to 270 | 3.6 to 4.0 |
| Basket | 290 to 440 | 5.0 to 7.6 |
| Competicioes de Lucha | 410 to 505 | 7.0 to 8.7 |

El índice de consumo de energía debido a la calefacción o enfriamiento sensible esta dado por:

$$q_s = Q \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta t = 1200 \cdot Q \cdot \Delta t$$

Donde:

q_s = calor sensible, W

Q = tasa de flujo de aire, m³/s

ρ = densidad del aire, kg/m³ (cerca de 1.2)

c_p = calor específico del aire, J/(kg· K) (acerca 1000)

Δt = diferencia de temperatura entre el interior y el exterior, K

En segundo lugar, el intercambio de aire modifica el contenido de vapor de agua en una construcción [17]. El índice de consumo de energía debido a cargas latentes esta dado por:

$$q_l = Q \cdot \Delta W [4775 + 1.998 \Delta t]$$

Donde:

q_l = calor latente, W

ΔW = Diferencia entre el radio de humedad externo e interno, Masa de agua/unidad de masa de aire seco (kg/kg)

Finalmente, el intercambio de aire puede alterar la carga térmica de una construcción al cambiar el funcionamiento del sistema del aislamiento.

3.5 LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

Existe una gran variedad de diseños y equipos para climatizar locales. Toda instalación de climatización se compone de tres partes diferenciadas: producción térmica, distribución, emisión en los locales; cuando en un mismo equipo están incluidos todos los elementos se dice que los equipos son compactos [18].

PRODUCCIÓN

Hay dos formas de producción por ciclo de compresión y por ciclo de absorción; la más extendida corresponde al ciclo de compresión. El ciclo de compresión dispone de una zona de evaporación y otra de condensación unidas mediante el compresor y cerrándose el ciclo mediante una laminación. En la evaporación es donde se produce el frío necesario para la climatización y en la condensación es donde se cede el calor extraído en los locales. Atendiendo a estos factores los equipos de producción se denominan con dos palabras, indicando en primer lugar el medio en el que se realiza la evaporación y después el medio condensante [18]. Generalmente se tiene cuatro tipos de equipos de producción:

AIRE - AIRE.

AIRE - AGUA.

AGUA - AGUA.

AGUA - AIRE.

DISTRIBUCIÓN

El frío producido en el equipo frigorífico debe ser transportado a los locales a climatizar mediante alguno de los siguientes fluidos: REFRIGERANTE, AGUA o AIRE, empleándose para ello tuberías o ductos, según corresponda [18].

EMISIÓN

El frío se emite en los locales a través de rejillas y difusores, que pueden estar incorporadas en los propios equipos, o bien formar parte de una red de ductos de distribución [18]. Lo más habitual es clasificar los sistemas de climatización, según sea el fluido que entra en el local para producir el efecto de enfriamiento o calentamiento. Según esto, los sistemas pueden ser:

- **TODO REFRIGERANTE:** Sistemas de expansión directa en el interior del local.
- **REFRIGERANTE-AIRE:** Al local llega refrigerante y aire.

- TODO AGUA: Al local llega sólo agua.
- AGUA - AIRE: Al local llega aire y agua.
- TODO AIRE: El único fluido que entra en el local es el aire.

Además de la clasificación anterior, se podrían introducir la diferenciación entre los equipos compactos o sistemas centralizados.

3.6 LA SEGURIDAD Y LOS CONTROLES DE ACCESO

En los actuales momentos, la seguridad de los bienes se ha vuelto un tema muy importante para la implementación de sistemas de este tipo. En muchos edificios se cuentan con sistemas de seguridad los cuales salvaguardan los bienes materiales del sitio y además interactúan con otros sistemas los cuales van dirigidos a otros aspectos como son la seguridad y el confort de las personas. Entre estos sistemas se pueden mencionar a sistemas contra incendios y de climatización.

El sistema de seguridad debe adecuarse al entorno de trabajo y hacer frente a las necesidades de seguridades futuras. Lo que se desea es satisfacer las necesidades de seguridad del sitio y manejarlo de una manera fácil. Para brindar seguridad a un edificio, se cuentan con múltiples elementos y sistemas que contribuyen al control de personas en áreas específicas. Entre este tipo de elementos y sistemas se pueden

mencionar a los circuitos cerrados de televisión, los cuales por medio de cámaras tienen una visión del personal que ingresa a un área específica [1].

Otro medio para el control y seguridad son los controles de acceso de personal. Entre los objetivos de un control de acceso de personas es el que permite la entrada y salida a las personas autorizadas y denegárselas al resto. Este control se puede extender también a objetos que son portados por las personas. También se puede mencionar como otro de los objetivos la de contar con información detallada de el número de personas que acceden a un sitio específico, identidad de la persona, hora de entrada y salida. Entre los dispositivos de control de acceso para personas podemos encontrar:

- Pasivos, los cuales pueden ser torniquetes, puertas, portillo, molinete, etc.
- Electrónicos o de identificación automática, que pueden ser elementos portadores (tarjetas o lectores de bandas magnéticas, de proximidad, chip, código de barras, etc.) y equipos biométricos (identificadores de huellas dactilares, geometría de la mano, retina del iris, identificador de voz, etc.).

CAPÍTULO IV

CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL SISTEMA CONTRA INCENDIO Y DE CLIMATIZACIÓN

4.1 CRITERIOS PARA SELECCIÓN DE DETECTORES PARA SISTEMAS CONTRA INCENDIO

4.1.1 Selección del tipo de detectores

Para resguardar la vida de los ocupantes, los diferentes tipos de detectores deben ser colocados en cada ambiente ó área donde normalmente las personas desempeñan actividades, en cada piso o nivel de la edificación, incluyendo sótanos y áticos.

Los detectores de calor poseen menor frecuencia de falsas alarmas, pero tienen por lo general la respuesta más lenta frente a un incendio. Este tipo de detectores tienen su mejor aplicación en la protección de espacios confinados o en áreas donde se espera un incendio con llamas y alta cantidad de calor desde el inicio.

Los detectores de humo por ionización son adecuados para la detección de fuegos rápidos que generan gran cantidad de llama o energía desde el principio, donde las partículas de la combustión tienen un tamaño de 0.01 a 0.3 micrones.

Los detectores de humo fotoeléctricos son los más utilizados en instalaciones residenciales y de oficinas debido a que ellos responden más rápido a fuegos lentos o de baja energía, donde se genera humo desde el inicio, el cual es generado por la combustión de materiales como nylon, plástico, cables eléctricos presentes en estos lugares. Los detectores de humo fotoeléctricos pueden detectar partículas de la combustión entre 0.3 micrones a 10 micrones.

Estos detectores se pueden ver afectados a múltiples variables como son el polvo, suciedad, insectos, etc., los cuales pueden afectar el nivel de sensibilidad.

En la tabla 4.1 se muestra de una forma sencilla la forma de seleccionar los tipos de detectores de acuerdo a lugar o ambiente a ser utilizado [13].

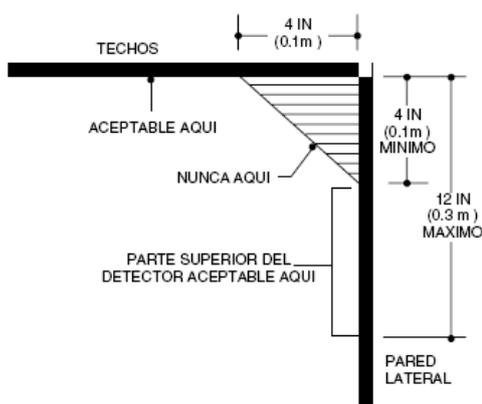
Tabla 4.1: Selección de Detectores de Acuerdo al Tipo de Lugar

| Aplicaciones Típicas | Tipo de detector | | |
|-------------------------------------------|------------------|--------|---------------|
| | Temperatura | Iónico | Fotoeléctrico |
| Oficinas | + | ++ | +++ |
| Hoteles | | ++ | +++ |
| Cocinas | +++ | | |
| Tiendas por departamento | | ++ | +++ |
| Fábricas y Galpones | | ++ | +++ |
| Garajes de estacionamiento | ++ | | + |
| Almacenes de material inflamable | + | +++ | ++ |
| Hospitales y casa del cuidado de la salud | | ++ | +++ |

+ : Regular **++** : Bueno **+++**Excelente

4.1.2 Ubicación de detectores

Los detectores de humo como de calor deben ubicarse en el techo a una distancia no menor de 10 cm. de la pared. Si el detector va a ser colocado en la pared, este debe instalarse a una distancia comprendida entre 10 cm. y 30 cm. desde el techo, como se puede observar en la figura 4.1 [13].

**Figura 4.1:** Ubicación de Detectores

4.1.3 Espaciamiento

El espaciamiento para techos lisos los cuales son definidos por la NFPA como aquellos de superficies continuas sin interrupciones que se extiendan más de 10 cm. por debajo de la superficie del techo; el espaciamiento entre detectores el cual se denominará S no debe exceder el máximo permitido por los laboratorios UL ó FM encargados de homologar estos equipos. Igualmente se deben colocar detectores a una distancia no mayor de la mitad del espaciamiento máximo permitido $S/2$ con respecto a las paredes, medidos perpendicularmente a las mismas o a tabiques que se encuentran a más de 45 cm. del techo [13].

Cualquier punto del techo debe tener un detector a una distancia no mayor al 70% del espaciamiento máximo homologado. Cuando la superficie es irregular, la distancia entre detectores se puede aumentar un poco por encima del espaciamiento máximo permitido, siempre y cuando ningún punto, pared o esquina que se encuentre dentro del área que cubre el detector quede a una distancia mayor a $0.7 S$, como se puede apreciar en la figura 4.2.

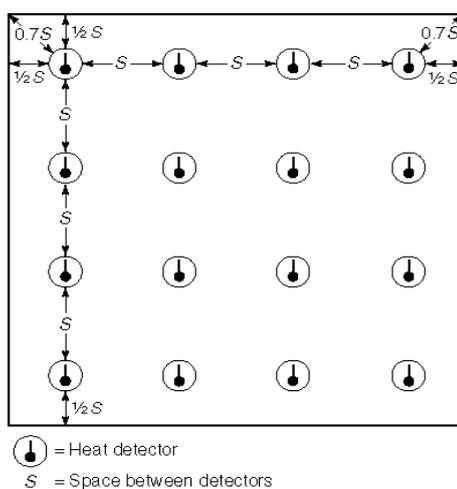


Figura 4.2: Espaciamiento en Techos Lisos

Esto está sustentado por el hecho de que el calor en un techo liso se expande en todas las direcciones formando un círculo creciente cada vez mayor, por tanto la cobertura del detector no es de hecho un cuadrado, sino en realidad un círculo cuyo radio es igual a $0.7 S$. La figura 4.3 ilustra como rotando el cuadrado $S \times S$ 360° , se genera un círculo de radio $0.7 S$.

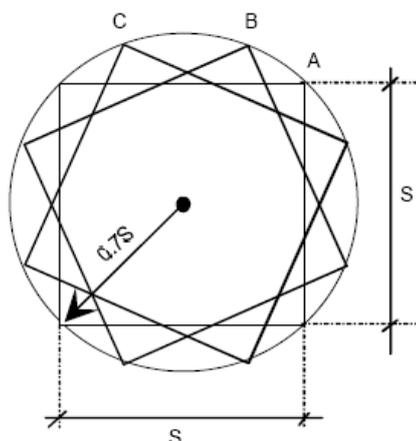


Figura 4.3: Cobertura del Detector en Techos Lisos

En caso de áreas rectangulares, se aplica el mismo principio siempre y cuando dicha área se encuentre dentro del círculo de radio $0.7S$ que representa el espaciamento máximo del detector, como se puede observar en la figura 4.4.

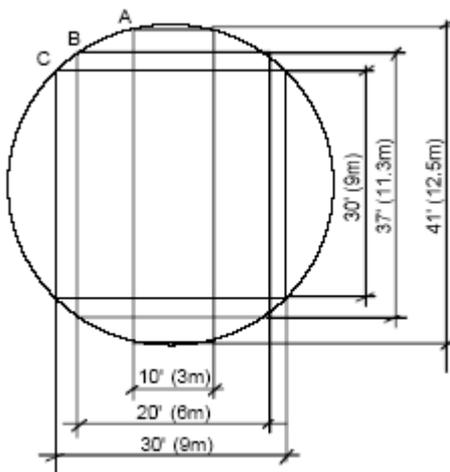


Figura 4.4: Relación del Espaciamento con Áreas Rectangulares

En el caso de que se presenten techos con vigas o viguetas, la NFPA toma distintas consideraciones para el tipo de detector a usarse.

Para el caso de los detectores de humo donde se presenten techos con vigas ó viguetas, la NFPA las considerada equivalentes para el espaciamento de detectores de humo. Para techos lisos con alturas menores a 3.66 m. (12 ft.) y que tengan vigas o viguetas con una profundidad menor a 30 cm., los espaciamientos lisos del techo que se encuentren a los lados de las vigas utilizarán la mitad

del espaciamiento usado para techos lisos. Para techos con alturas superiores a 3.66 m. (12 ft.) y que tengan vigas o viguetas con profundidades mayor a 30 cm., deberá considerarse diferente cada área del techo que se encuentre en medio de vigas [13].

En el caso de existir ventilación forzada o aire acondicionado, la NFPA recomienda ubicar los detectores de humo puntuales por lo menos a 90 cm. (3 ft) de distancia de las rejillas de suministro, y a no más de 90 cm. (3 ft) de las rejillas de retorno si es posible. Los detectores de humo deberán ubicarse en la dirección del aire hacia retornos evitando posiciones donde los difusores de aire puedan diluir o impedir la entrada de humo al detector [13].

4.1.4 Metodología para la selección de detectores para los laboratorios

El método a seguir es conocido como detección cruzada la cual consiste en la utilización de dos tipos de detectores. Para la activación de la alarma es necesario que los dos detectores estén activados. Los tipos utilizados son detectores de humo iónico y fotoeléctrico, los cuales van a estar ubicados de acuerdo a los criterios antes mencionados. De acuerdo a esto, se tiene que seleccionar un número específico de detectores por cada

laboratorio. De acuerdo a la tabla 4.2 se puede observar el número de detectores utilizados por cada laboratorio.

Tabla 4.2: Número de Detectores por Laboratorio

| Laboratorio | Número Detectores Fotoeléctricos | Número Detectores Iónicos |
|-------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| Electrónica de Potencia | 1 | 3 |
| Sistemas de Potencia | 1 | 2 |
| Máquinas/Controles Ind. | 3 | 5 |
| Comp. Sist. de Potencia | 1 | 1 |
| Simulación | 1 | 1 |
| Redes Eléctricas | 2 | 2 |
| Electrónica A/B | 1 | 3 |
| Automatización I | 2 | 2 |
| Automatización II | 2 | 2 |
| Electrónica Médica | 1 | 2 |
| Sistemas Digitales | 1 | 2 |
| Control Automático | 1 | 3 |

4.2 CRITERIOS PARA SELECCIÓN DEL AGENTE EXTINTOR

Para la selección del agente extintor a implementarse en el sistema de extinción, se debe tener en cuenta los siguientes factores:

- Tipos de fuego que se pueden presentar en el ambiente a proteger.
- La presencia de seres humanos en el lugar a proteger.

Los agentes limpios son una alternativa como agente extintor, de ellos se debe seleccionar la mejor opción considerando algunas de sus limitantes como el uso en áreas normalmente ocupadas, su impacto en el medio ambiente y el valor económico. En la tabla 4.3 se muestran los agentes

extintores limpios aceptados como sustitutos de los halones bajo el programa SNAP de la EPA para sistemas de inundación total [14].

Tabla 4.3: Agentes Extintores Limpios Aceptados por la Epa

| | AGENTE | FÓRMULA | NOMBRE | NOMBRES COMERCIALES | |
|----------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|-----------|
| GASES INERTES | IG-01 | Ar | Argón | Argotec, Argonfire | |
| | IG-55 | 50% N ₂ | Nitrógeno | Argonite | |
| | | 50% Ar | Argón | | |
| | IG-100 | N ₂ | Nitrógeno | NN100 | |
| | IG-541 | 52% N ₂ | Nitrógeno | Inergen | |
| | | 40% Ar | Argón | | |
| 8% CO ₂ | | Dióxido de carbono | | | |
| GASES HALOCARBONADOS | HFC-227ea | CF ₃ CHFCF ₃ | Heptafluoropropano | FM-200, FE-227 | |
| | HFC-125 | CHF ₂ CF ₃ | Pentafluoroetano | FE-25 | |
| | HFC-23 | CHF ₃ | Trifluorometano | FE-13 | |
| | HCFC-124 | CHClFCF ₃ | Clorotetrafluoroetano | FE-241 | |
| | HCFC-mezcla A | 4,75% HCFC-123 | | | NAF S-III |
| | | 82% HCFC-22 | | | |
| | | 9,5% HCFC-124 | | | |
| | | 3,75% Isopropenyl-1-metilci-clohexano | | | |
| | HFC-236fa | CF ₃ CH ₂ CF ₃ | Hexafluoropropano | FE-36 | |
| | FC-2-1-8 | C ₃ F ₈ | Perfluoropropano | CEA-308 | |
| FC-3-1-10 | C ₄ F ₁₀ | Perfluorobutano | CEA-410 | | |
| FIC-1311 | CF ₃ I | Trifluoroiodometano | Triodide | | |

4.2.1 Tipos de Agentes Limpios

Agentes Inertes

Suelen ser mezcla de gases constitutivos del aire tales como nitrógeno, argón y/o dióxido de carbono y que no intervienen en la reacción de combustión. Lo que se pretende conseguir con esta

clase de gases, al utilizarlos como agentes extintores, es disminuir la concentración del oxígeno del aire del lugar donde se ha producido el fuego a una proporción inferior al 12%, con objeto de extinguir el mismo por sofocación.

Constituyen una alternativa importante y son productos que no afectan el medio ambiente. Se descargan en un tiempo mayor que los halocarbonados, desplazando el O_2 si bien a niveles respirables, no suficientes para sostener la combustión. La EPA y la NFPA han puesto como límite que en áreas ocupadas la concentración de diseño debe asegurar que la concentración de oxígeno sea al menos de un 10%. El NOAEL de los gases inertes es del 43% [11]. Además son no conductores de la electricidad. Su efecto invernadero es nulo y su poder destructor de ozono es cero.

Agentes Halocarbonados

Este tipo de gases al entrar en contacto con el fuego se descomponen en radicales e iones, los cuales reaccionan con los procedentes del combustible. Esas reacciones químicas son endotérmicas, de forma que evitan que se produzca la reacción en cadena. Por consiguiente, extinguen el fuego por inhibición [14].

Estos productos extintores son compuestos químicos orgánicos que en su composición contienen átomos de Cl, F, Br o I, solos o en combinación.

Su denominación es la siguiente:

- Sistemas NAF: hidroclorofluorocarbonos (HCFC)
- Sistemas FE y FM: hidrofluorocarbonos (HFC)
- Sistemas CEA: perfluorocarbonos (FC)

Si bien son menos efectivos que los halones, por lo que las concentraciones de agente extintor son mayores, su forma de actuar es similar y son en general gases licuados o líquidos compresibles que se sobrepresurizan con nitrógeno para aumentar la velocidad de descarga. El tiempo de descarga para las aplicaciones de inundación total es inferior a 10 segundos. Como inconveniente cabe mencionar que algunos de ellos también deberán reemplazarse en el futuro por afectar a la capa de ozono, aunque lo hacen en menor medida que los halones. La tabla 4.4 muestra los diferentes tipos de halocarbonados con algunas de sus características aceptados por la NFPA 2001 [11].

Tabla 4.4: Características de los Agentes Limpios Halocarbonados

| Nombre Genérico | Halon 1301 | HCFC Mezcla A | HCFC-124 | HFC-23 | HFC-125 | HFC-227ea | HFC-236fa | FC-2-1-8 | FC-3-1-10 | FIC-1311 |
|--------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------------------|----------|--------|---------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|
| Nombre Comercial | BTM | NAF S-III | FE-24 | FE-13 | FE-25 | FM-200 | FE-36 | CEA-308 | CEA-410 | Triodide |
| Concentración Extinción para el Heptano | 3.2 | 9.9 | 6.7 | 12.5 | 8.1 | 6.6 | 6.1 | 7.3 | 5.9 | 3 |
| Concentración Mínima de diseño fuego clase B | 5 | 12 | 8 | 18 | 9.7 | 7.9 | 7.3 | 8.8 | 7.1 | 3.6 |
| NOAEL vol % | 5 | 10 | 1 | 50 | 7.5 | 9 | 10 | 30 | 40 | 0.2 |
| LOAEL vol % | 7.5 | >10 | 2.5 | >50 | 10 | 10.5 | 15 | >30 | >40 | 0.4 |
| Conveniente para el uso en áreas ocupadas | Sí | No | No | Sí | No | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí |
| Masa relativa requerida en relación a Halon 1301 | 1 | 1.6 | 1.5 | 2.0 | 1.6 | 1.9 | 1.6 | 2.3 | 2.3 | 0.9 |
| Volumen relativo en almacenamiento de cilindros en relación a Halon 1301 | 1 | 1.9 | 1.5 | 2.5 | 2.2 | 1.8 | 1.4 | 2.2 | 1.9 | 0.6 |
| Potencial de agotamiento de Ozono | 10 | HFC-22=0.05 HFC-124=0.02 HFC-123=0.0 | 0.02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0001 |
| Potencial de Calentamiento Global 100 años* | 6,900 | HFC-22=1.900 HFC-124=620 HFC-123=120 | 620 | 14,800 | 3.800 | 3.800 | 9.400 | 8.600 | 8.600 | <1 |
| Potencial de Calentamiento Global 500 años* | 2,700 | HFC-22=590 HFC-124=190 HFC-123=36 | 190 | 1.900 | 1.200 | 1.300 | 7.300 | 12.400 | 12.400 | <<1 |
| Tiempo de Vida en la Atmósfera (años)* | 65 | HFC-22=11.8 HFC-124=6.1 HFC-123=1.4 | 6.1 | 243 | 32.6 | 36.5 | 226 | 2.600 | 2.600 | 0.005 |

4.2.2 Agente Extintor FM 200

El gas FM200 es soportado por los más grandes fabricantes de equipos contra incendio. En muchos países del mundo, el FM200 es el agente extintor seleccionado en la mayoría de los casos por encima de otros agentes extintores.

Entre sus principales características está su poco tiempo de permanencia en la atmósfera. El FM200 permanece en la atmósfera 36 años pero no daña la capa de ozono a diferencia de los fluorcarbonos o halones los cuales su tiempo de permanencia en la atmósfera es de 500 años. Tiene un valor 0 de ODP (Ozono depletion potential) [19].

A diferencia de otros agentes extintores, un sistema FM200 cuesta menos inicialmente no solo en equipo sino en espacio físico ya que utiliza menor cantidad de cilindros de almacenamiento porque el gas está almacenado como líquido a baja temperatura mientras que otros agentes extintores como los agentes inertes, además de requerir una concentración 100 ó 200% más elevada que el FM200, se almacena en estado gaseoso en cilindros de alta presión, que demandan una mayor cantidad de espacio físico en el lugar a ser instalado.

En la figura 4.5 se muestra los requerimientos relativos de cilindros por espacio a proteger [19].

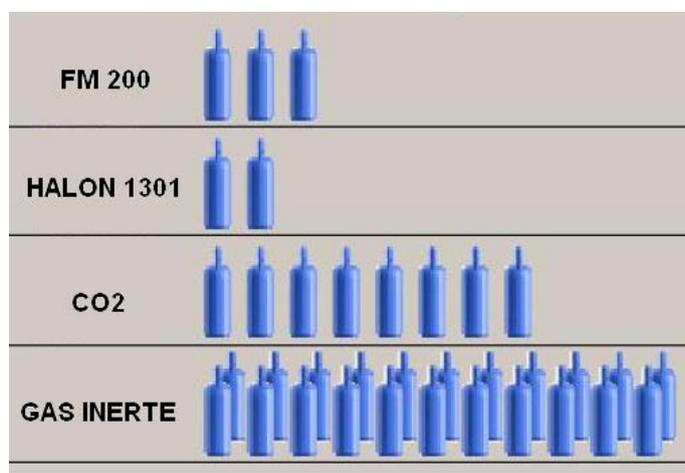


Figura 4.5: Requerimientos Relativos de Cilindros de Diferentes Agentes Extintores.

El FM200 no reduce el oxígeno necesario para respirar, por debajo de un nivel del 19%. Los gases inertes bajan hasta un 12% la cantidad de oxígeno respirable dentro del área protegida, ocasionando un riesgo potencial para los ocupantes del área [20].

4.2.3 Cálculo de cantidad de agente extintor por laboratorio

Para el cálculo de la cantidad de agente requerido, es necesario tener en cuenta la concentración máxima a la cual no se han observado ningún efecto adverso (NOAEL) de carácter fisiológico o toxicológico y la concentración mínima a la cual se ha observado un efecto adverso (LOAEL) de carácter fisiológico o toxicológico. En

la tabla 4.5 se observa los valores NOAEL y LOAEL para los agentes halocarbonados limpios [11].

Tabla 4.5: Valores NOAEL y LOAEL para Agentes Halocarbonados

| Agente | NOAEL (%) | LOAEL (%) |
|---------------|-----------|-----------|
| FC-3-1-10 | 40 | >40 |
| HCFC Mezcla A | 10.0 | >10.0 |
| HCFC-124 | 1.0 | 2.5 |
| HCFC-125 | 7.5 | 10.0 |
| HFC-227ea | 9.0 | >10.5 |
| HFC-23 | 50 | >50 |
| HFC-236fa | 10 | 15 |

De acuerdo a esta tabla el valor NOAEL y LOAEL para el FM 200 (HFC-227ea) son 9.0% y mayor a 10.5% respectivamente. Considerando que el valor máximo de concentración donde no se aprecia efectos sobre los humanos es 9 %, y de acuerdo a las pruebas realizadas en diferentes laboratorios de ensayo, la concentración a usarse es del 7.37% [11].

Usando la fórmula para calcular la cantidad de agente requerida para alcanzar la concentración de diseño para los agentes halocarbonados y la tabla 4.6 obtenemos:

$$W = \frac{V}{s} \left(\frac{C}{100 - C} \right)$$

Donde:

W = peso de agente limpio (lb)

V = volumen neto del riesgo, calculado como el volumen total menos el de las estructuras fijas impenetrables para el vapor de agente limpio (pie³)

s = volumen específico del vapor de agente sobrecalentado a 1 atmósfera y a la temperatura, t (pie³/lb)

C = concentración de diseño de agente (porcentaje en volumen)

t = temperatura mínima prevista del volumen protegido (°F).

Tabla 4.6: Concentración de Diseño Para HFC-227-ea

| Temp t | Volm. Esp. Vapor s | Concentración de Diseño (%Volumen) | | | | | | | | | |
|-----------|--------------------------|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| [°F] | [ft ³ /lb] | | | | | | | | | | |
| 10 | 1.9226 | 0.0332 | 0.0391 | 0.0452 | 0.0514 | 0.0578 | 0.0643 | 0.0709 | 0.0777 | 0.0847 | 0.0918 |
| 20 | 1.9716 | 0.0324 | 0.0382 | 0.0441 | 0.0502 | 0.0564 | 0.0627 | 0.0692 | 0.0758 | 0.0826 | 0.0895 |
| 30 | 2.0199 | 0.0316 | 0.0373 | 0.0430 | 0.0490 | 0.0550 | 0.0612 | 0.0675 | 0.0740 | 0.0806 | 0.0874 |
| 40 | 2.0677 | 0.0309 | 0.0364 | 0.0421 | 0.0478 | 0.0537 | 0.0598 | 0.0659 | 0.0723 | 0.0787 | 0.0853 |
| 50 | 2.1150 | 0.0302 | 0.0356 | 0.0411 | 0.0468 | 0.0525 | 0.0584 | 0.0645 | 0.0707 | 0.0770 | 0.0834 |
| 60 | 2.1619 | 0.0295 | 0.0348 | 0.0402 | 0.0457 | 0.0514 | 0.0572 | 0.0631 | 0.0691 | 0.0753 | 0.0816 |
| 70 | 2.2085 | 0.0289 | 0.0341 | 0.0394 | 0.0448 | 0.0503 | 0.0560 | 0.0617 | 0.0677 | 0.0737 | 0.0799 |
| 80 | 2.2548 | 0.0283 | 0.0334 | 0.0386 | 0.0439 | 0.0493 | 0.0548 | 0.0605 | 0.0663 | 0.0722 | 0.0783 |
| 90 | 2.3008 | 0.0277 | 0.0327 | 0.0378 | 0.0430 | 0.0483 | 0.0537 | 0.0593 | 0.0649 | 0.0708 | 0.0767 |
| 100 | 2.3466 | 0.0272 | 0.0321 | 0.0371 | 0.0421 | 0.0474 | 0.0527 | 0.0581 | 0.0637 | 0.0694 | 0.0752 |
| 110 | 2.3922 | 0.0267 | 0.0315 | 0.0364 | 0.0413 | 0.0464 | 0.0517 | 0.0570 | 0.0625 | 0.0681 | 0.0738 |
| 120 | 2.4376 | 0.0262 | 0.0309 | 0.0357 | 0.0406 | 0.0456 | 0.0507 | 0.0559 | 0.0613 | 0.0668 | 0.0724 |
| 130 | 2.4828 | 0.0257 | 0.0303 | 0.0350 | 0.0398 | 0.0448 | 0.0498 | 0.0549 | 0.0602 | 0.0656 | 0.0711 |
| 140 | 2.5279 | 0.0252 | 0.0298 | 0.0344 | 0.0391 | 0.0440 | 0.0489 | 0.0539 | 0.0591 | 0.0644 | 0.0698 |
| 150 | 2.5729 | 0.0248 | 0.0293 | 0.0338 | 0.0384 | 0.0432 | 0.0480 | 0.0530 | 0.0581 | 0.0633 | 0.0686 |
| 160 | 2.6177 | 0.0244 | 0.0288 | 0.0332 | 0.0378 | 0.0424 | 0.0472 | 0.0521 | 0.0571 | 0.0622 | 0.0674 |
| 170 | 2.6625 | 0.0240 | 0.0283 | 0.0327 | 0.0371 | 0.0417 | 0.0464 | 0.0512 | 0.0561 | 0.0611 | 0.0663 |
| 180 | 2.7071 | 0.0236 | 0.0278 | 0.0321 | 0.0365 | 0.0410 | 0.0457 | 0.0504 | 0.0552 | 0.0601 | 0.0652 |
| 190 | 2.7516 | 0.0232 | 0.0274 | 0.0316 | 0.0359 | 0.0404 | 0.0449 | 0.0496 | 0.0543 | 0.0592 | 0.0641 |
| 200 | 2.7960 | 0.0228 | 0.0269 | 0.0311 | 0.0354 | 0.0397 | 0.0442 | 0.0488 | 0.0534 | 0.0582 | 0.0631 |

Los volúmenes de los diferentes laboratorios son:

Lab. Electrónica de Potencia: $15.03\text{m} * 11.26\text{m} * 3.32\text{m} = 561.8700 \text{ m}^3 = \mathbf{19,842.25 \text{ ft}^3}$

Lab. Sistemas de Potencia: $(13.81\text{m} * 10.07\text{m} * 3.32\text{m}) + (4.21\text{m} * 7.21\text{m} * 3.32\text{m}) = 562.48 \text{ m}^3 = \mathbf{19,863.79 \text{ ft}^3}$

Lab. Máquinas/Controles Ind. : $30.35\text{m} * 11.30\text{m} * 3.32\text{m} = 1138.61 \text{ m}^3 = \mathbf{40,209.63 \text{ ft}^3}.$

Lab. Simulación Sist. Potencia: $6.46\text{m} * 10.07\text{m} * 3.32\text{m} = 215.93 \text{ m}^3 = \mathbf{7,625.50 \text{ ft}^3}$

Lab. Simulación: $6.35\text{m} * 10.07\text{m} * 3.32\text{m} = 212.3 \text{ m}^3 = \mathbf{7,497.30 \text{ ft}^3}$

Lab. Redes Eléctricas: $16.64\text{m} * 10.78\text{m} * 3.32\text{m} = 595.54 \text{ m}^3 = \mathbf{21,031.30 \text{ ft}^3}$

Lab. Electrónica A / B: $15.23\text{m} * 10.90\text{m} * 3.32\text{m} = 551.14 \text{ m}^3 = \mathbf{19,463.33 \text{ ft}^3}$

Lab. Automatización I: $10.54\text{m} * 10.90\text{m} * 3.32\text{m} = 381.42 \text{ m}^3 = \mathbf{13,469.72 \text{ ft}^3}$

Lab. Automatización II: $11.28\text{m} * 10.90\text{m} * 3.32\text{m} = 408.2 \text{ m}^3 =$
14,415.45 ft³

Lab. Electrónica Médica: $7.76\text{m} * 10.90\text{m} * 3.32\text{m} = 280.82 \text{ m}^3 =$
9,917.06 ft³

Lab. Sistemas Digitales: $7.79\text{m} * 10.90\text{m} * 3.32\text{m} = 281.9 \text{ m}^3 =$
9,955.20 ft³

Lab. Control Automático: $13.72\text{m} * 7.56\text{m} * 3.32\text{m} = 344.36 \text{ m}^3 =$
12,160.96 ft³

Con estos valores, tomando en cuenta una temperatura de 21° C (70° F) y usando la fórmula anteriormente mencionada, la cantidad de agente necesaria por cada laboratorio es:

Lab Electrónica de Potencia: $W = \frac{19842.28}{2.2075} \left(\frac{7.37}{100 - 7.37} \right) = \mathbf{715.129}$

lb.

Lab. Sistemas de Potencia: $W = \frac{19863.79}{2.2075} \left(\frac{7.37}{100 - 7.37} \right) = \mathbf{715.906}$

lb.

Lab. Máquinas/Controles Ind.: $W = \frac{40209.63}{2.2075} \left(\frac{7.37}{100 - 7.37} \right) =$

1449.18 lb.

Lab. Simulación Sistema Potencia: $W = \frac{7625.50}{2.2075} \left(\frac{7.37}{100 - 7.37} \right) =$

274.82 lb.

Lab. Simulación: $W = \frac{7497.30}{2.2075} \left(\frac{7.37}{100 - 7.37} \right) = \mathbf{270.20lb.}$

Lab. Redes Eléctricas: $W = \frac{21031.30}{2.2075} \left(\frac{7.37}{100 - 7.37} \right) = \mathbf{757.98 lb.}$

Lab. Electrónica A / B: $W = \frac{19463.33}{2.2075} \left(\frac{7.37}{100 - 7.37} \right) = \mathbf{701.47 lb.}$

Lab. Automatización I: $W = \frac{13469.72}{2.2075} \left(\frac{7.37}{100 - 7.37} \right) = \mathbf{485.45 lb.}$

Lab. Automatización II: $W = \frac{14415.45}{2.2075} \left(\frac{7.37}{100 - 7.37} \right) = \mathbf{519.54 lb.}$

Lab. Electrónica Médica: $W = \frac{9917.06}{2.2075} \left(\frac{7.37}{100 - 7.37} \right) = \mathbf{357.41 lb.}$

Lab. Sistemas Digitales: $W = \frac{9955.20}{2.2075} \left(\frac{7.37}{100 - 7.37} \right) = \mathbf{358.79 lb.}$

Lab. Control Automático: $W = \frac{12160.96}{2.2075} \left(\frac{7.37}{100 - 7.37} \right) = \mathbf{438.29 lb.}$

Para el cálculo del espesor de las tuberías, se debe tener en cuenta la presión mínima de diseño. Para calcular ésta, se debe tener en consideración la densidad de llenado, la presión de carga y temperatura máxima de funcionamiento [11].

De acuerdo a las especificaciones del fabricante, la densidad de llenado es de 70 lb/ft^3 (1121 kg/m^3), la presión de carga es de 360 psig a 70° F (21° C) y la temperatura máxima de funcionamiento es de 130° F (55° C). La presión en el recipiente es de 500 psig [20]. Tomando en consideración la NFPA 2001 que dice que la presión interna utilizada para el cálculo del espesor de la tubería deberá ser el 80% de la presión máxima en el recipiente [11].

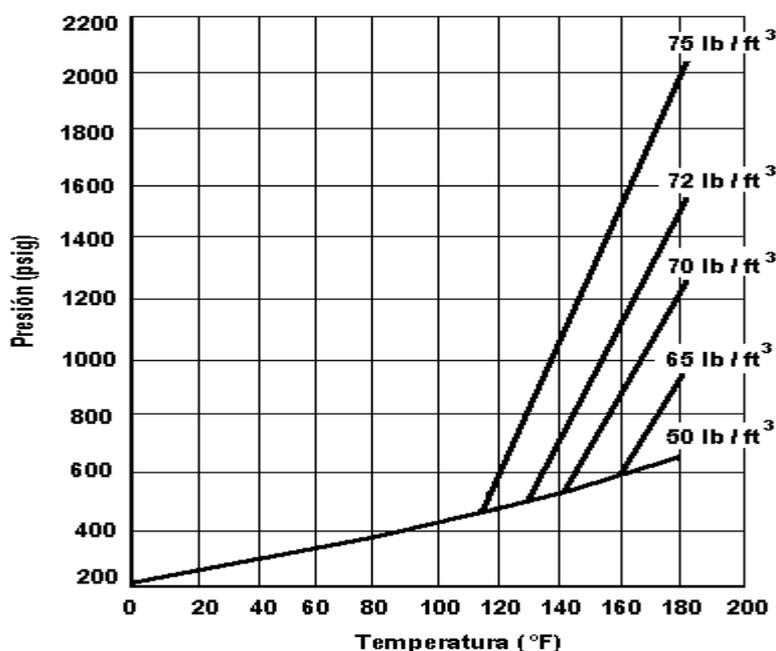


Figura 4.6: Diagrama Isométrico del HFC-227ea presurizado con nitrógeno hasta 360psig a 70° F

De acuerdo a la figura 4.6, se obtiene

$$P_{\min} = 80\% 500 = \mathbf{400 \text{ psig}}$$

4.3 CRITERIOS PARA DISEÑO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

A través de años de trabajo, diversas compañías y organizaciones han evaluado múltiples factores requeridos para determinar la carga de enfriamiento en diversas aplicaciones. Cuando se utilizan estos factores para el cálculo de cargas en espacios y edificios, lo importante es aplicar un buen criterio para desarrollar algún procedimiento definido [17].

Para realizar el estimado de la carga de enfriamiento requerida con la mayor exactitud posible en espacios y edificios, las siguientes condiciones son de las más importantes para evaluar:

- Datos atmosféricos del sitio.
- La característica de la edificación, dimensiones físicas.
- La orientación del edificio, la dirección de las paredes del espacio a acondicionar.
- El momento del día en que la carga llega a su máximo.
- Espesor y características de los aislamientos.
- La cantidad de sombra que tienen los vidrios.

- Concentración de personas en el local.
- Las fuentes de calor internas.
- La cantidad de ventilación requerida.

4.3.1 Aplicabilidad y Características de las Condiciones de Diseño

Los sistemas de valores del diseño en este capítulo representan diversas condiciones de psicometría. Los datos de diseño basados en temperatura de bulbo seco representan tendencias máximas de componentes sensibles de las condiciones del aire del ambiente. Los valores de diseño basados en temperatura del bulbo húmedo se relacionan con la entalpía del aire externo. Las condiciones basadas en punto de condensación se relacionan con los picos del cociente de la humedad. El diseñador, el ingeniero, u otro usuario deben decidir qué condiciones y probabilidades deben aplicar al diseño bajo estas consideraciones.

4.3.2 Características Residenciales

Con respecto al cálculo de la carga de calefacción, refrigeración y al tamaño del equipo, las únicas características que distinguen las residencias de otros tipos de edificios son las siguientes:

- A diferencia de otras estructuras, las residencias generalmente son ocupadas y condicionadas las 24 horas, virtualmente todos los días de estaciones de frío y calor.
- Los sistemas de cargas residenciales son impuestas sobre todo por pérdida o aumento de calor a través de componentes estructurales y por fuga de aire o ventilación. Las cargas internas, particularmente por ocupantes y luces, son pequeñas con respecto a otras estructuras comerciales o industriales.
- La mayoría de las residencias son acondicionadas como un solo ambiente.
- La mayoría de los sistemas de enfriamiento residenciales utilizan unidades de capacidad relativamente pequeñas (cerca de 5 a 18 kW para enfriamiento, 18 a 32 kW para calefacción). Porque las cargas son afectadas en gran parte por condiciones exteriores, y son pocos los días de cada estación con temperaturas extremas.

4.3.3 Categorías de Residencias

Residencia Unifamiliar. Una casa en esta categoría tiene generalmente paredes en cuatro direcciones, a menudo más de una expuesta al ambiente externo incluido el techo. El sistema de

enfriamiento es un sistema unitario de un solo ambiente con un termóstato. Las casas de dos plantas pueden tener un sistema de enfriamiento separado para cada piso [17].

Edificios Multifamiliares. Las unidades multifamiliares por definición no cubren todas las caras de una superficie ni tampoco todas las direcciones. Cada planta tiene un solo sistema de enfriamiento o un solo ventilador, y los cuartos deberán estar relativamente abiertos unos con otros. Esta configuración no tiene el mismo efecto de nivelación de carga que en una casa con separación unifamiliar. Por lo tanto, se requiere un procedimiento específico del cálculo de carga [17].

4.3.4 Enfriamiento de Carga

La carga de enfriamiento total esta dado por la suma de una carga sensible más una carga latente y este se da debido al aumento del calor a través de:

1. Los componentes estructurales (paredes, pisos, y techos)
2. Ventanas
3. Infiltración
4. Ventilación
5. Debido a los ocupantes

La parte latente de la carga se evalúa por separado. Mientras que la estructura entera se puede considerar una sola zona, la selección del equipo y el diseño del sistema se deben basar en un cálculo cuarto por cuarto, para la apropiada distribución del sistema [17].

4.3.4.1 Carga a Enfriar debido al Aumento del Calor a través de una Estructura.

La carga sensible a enfriar debido al aumento de calor a través de las paredes, piso, y techo de cada lugar es calculado usando el valor apropiado de diferencias de temperatura de la carga a enfriar CLTD (tabla 4.8 y tabla 4.9) y el factor U (tabla 4.7). Los valores en las tablas 4.8 y 4.9 se asumen para estructuras o paredes de color oscuro ya que es una variable imprevisible. La gama diaria (oscilación de la temperatura del aire externo en un día) afecta perceptiblemente la diferencia equivalente de la temperatura. Las tablas 4.8 y 4.9 enumeran la gama de temperaturas diarias clasificadas como altas, medias, y bajas [17].

Tabla 4.7: Valores Típicos de Factor U

| Parte del Edificio | Factor U (W/m ² K) |
|-------------------------|-------------------------------|
| Techo | 0.668 |
| Muros | 2.004 |
| Pisos | 0.835 |
| Pisos sobre Sótanos | 0.021 |
| Puertas contra Incendio | 1.200 |

Tabla 4.8: CLTD Valores Para Residencias Uni-Familiares Independientes

| Rango de Temperatura Diaria ^b | TEMPERATURA DE DISEÑO, °C | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 29 | | 32 | | | 35 | | | 38 | | 41 | 43 |
| | L | M | L | M | H | L | M | H | M | H | M | H |
| <i>Paredes y Puertas</i> | | | | | | | | | | | | |
| Norte | 4 | 2 | 7 | 4 | 2 | 10 | 7 | 4 | 10 | 7 | 10 | 13 |
| NE y NO | 8 | 5 | 11 | 8 | 5 | 13 | 11 | 8 | 13 | 11 | 13 | 16 |
| Este y Oeste | 10 | 7 | 13 | 10 | 7 | 16 | 13 | 10 | 16 | 13 | 16 | 18 |
| SE y SO | 9 | 6 | 12 | 9 | 6 | 14 | 12 | 9 | 14 | 12 | 14 | 17 |
| Sur | 6 | 3 | 9 | 6 | 3 | 12 | 9 | 6 | 12 | 9 | 12 | 14 |
| <i>Tejados y Techos</i> | | | | | | | | | | | | |
| Ático | 23 | 21 | 26 | 23 | 21 | 28 | 26 | 23 | 28 | 26 | 28 | 31 |
| <i>Pisos y Techos</i> | | | | | | | | | | | | |
| Bajo espacio condicionado, sobre cuartos no acondicionado, o sobre espacios reducidos | 5 | 2 | 7 | 5 | 2 | 8 | 7 | 5 | 8 | 7 | 8 | 11 |
| <i>Particiones</i> | | | | | | | | | | | | |
| Internas o sombreadas | 5 | 2 | 7 | 5 | 2 | 8 | 7 | 5 | 8 | 7 | 8 | 11 |
| ^a Diferencia de temperatura de carga a enfriar (CLTDs) para casas aisladas uni-familiares, dúplex, o multi-familiares, con paredes expuestas al este y oeste o sólo pared norte y sur expuestas, K., ^b L denota el rango diario bajo, menos de 9 K; M denota rango diario medio, 9 a 14 K,; y H denota el rango diario alto, mayor que 14 K. | | | | | | | | | | | | |

Tabla 4.9: CLTD Valores Para Residencias Multi-Familiares

| | | TEMPERATURA DE DISEÑO, °C | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Rango de Temperatura Diaria ^b | | 29 | | 32 | | | 35 | | | 38 | | 41 | 43 |
| | | L | M | L | M | H | L | M | H | M | H | M | H |
| <i>Paredes y puertas</i> N | Bajo | 8 | 6 | 11 | 9 | 7 | 13 | 12 | 9 | 14 | 12 | 15 | 18 |
| | Medio | 7 | 6 | 10 | 8 | 6 | 13 | 11 | 9 | 14 | 12 | 14 | 17 |
| | Alto | 5 | 3 | 8 | 6 | 4 | 11 | 9 | 7 | 12 | 9 | 12 | 15 |
| NE | Bajo | 13 | 9 | 16 | 12 | 9 | 18 | 15 | 12 | 18 | 14 | 17 | 20 |
| | Medio | 11 | 8 | 14 | 11 | 9 | 17 | 14 | 12 | 16 | 14 | 16 | 19 |
| | Alto | 9 | 7 | 12 | 9 | 7 | 14 | 12 | 10 | 14 | 12 | 14 | 17 |
| E | Bajo | 18 | 15 | 21 | 18 | 15 | 24 | 21 | 18 | 23 | 21 | 23 | 26 |
| | Medio | 17 | 13 | 19 | 16 | 13 | 22 | 19 | 16 | 22 | 18 | 22 | 24 |
| | Alto | 13 | 10 | 16 | 13 | 10 | 19 | 16 | 13 | 18 | 16 | 18 | 21 |
| SE | Bajo | 17 | 15 | 19 | 17 | 14 | 23 | 21 | 17 | 23 | 21 | 23 | 26 |
| | Medio | 16 | 12 | 18 | 15 | 12 | 21 | 18 | 15 | 21 | 18 | 21 | 24 |
| | Alto | 12 | 9 | 14 | 12 | 9 | 18 | 15 | 12 | 17 | 15 | 18 | 21 |
| S | Bajo | 14 | 12 | 16 | 14 | 12 | 19 | 17 | 14 | 20 | 18 | 21 | 24 |
| | Medio | 12 | 10 | 14 | 12 | 10 | 17 | 14 | 12 | 17 | 15 | 18 | 21 |
| | Alto | 9 | 6 | 11 | 9 | 7 | 14 | 12 | 9 | 14 | 12 | 15 | 18 |
| SO | Bajo | 22 | 20 | 24 | 22 | 19 | 28 | 26 | 22 | 28 | 26 | 29 | 32 |
| | Medio | 18 | 16 | 21 | 19 | 16 | 24 | 22 | 19 | 25 | 22 | 26 | 29 |
| | Alto | 13 | 10 | 16 | 13 | 11 | 20 | 17 | 14 | 19 | 17 | 20 | 23 |
| O | Bajo | 24 | 23 | 27 | 25 | 22 | 30 | 28 | 26 | 31 | 29 | 32 | 35 |
| | Medio | 21 | 18 | 23 | 21 | 18 | 26 | 23 | 21 | 27 | 24 | 27 | 31 |
| | Alto | 14 | 12 | 17 | 15 | 13 | 21 | 18 | 15 | 21 | 18 | 21 | 24 |
| NO | Bajo | 18 | 17 | 21 | 19 | 17 | 24 | 22 | 19 | 24 | 22 | 25 | 28 |
| | Medio | 16 | 14 | 18 | 16 | 13 | 21 | 18 | 16 | 22 | 19 | 22 | 25 |
| | Alto | 11 | 9 | 14 | 11 | 9 | 17 | 14 | 12 | 17 | 14 | 18 | 21 |
| <i>Tejado y techo</i> Ático o aplaste construir-a | Ligero | 32 | 29 | 36 | 33 | 31 | 39 | 36 | 33 | 39 | 36 | 40 | 43 |
| aplaste construir-a | Mediano o pesado | 12 | 10 | 13 | 12 | 10 | 14 | 13 | 12 | 14 | 13 | 14 | 16 |
| <i>Suelos y techo</i> Bajo o sobre espacios no acondicionados, espacio reducidos | | 5 | 2 | 7 | 5 | 2 | 8 | 7 | 5 | 8 | 7 | 8 | 11 |
| <i>Particiones</i> Internas o sombreadas | | 5 | 2 | 7 | 5 | 2 | 8 | 7 | 5 | 8 | 7 | 8 | 11 |
| ^a Diferencia de temperatura de carga a enfriar (CLTDs) para bajo-alto multi-familiar o uni-familiar independientes dividido en zonas con mando de temperatura para cada zona, K. ^b L denota el rango diario bajo, menos de 9 K; M denota rango diario medio, 9 a 14 K,; y H denota el rango diario alto, mayor que 14 K. ^c Bajo denota baja-densidad; medio denota media-densidad; y alto denota alta densidad de construcción | | | | | | | | | | | | | |

4.3.4.3 Carga a Enfriar causada por la Infiltración

La fuga de aire natural de la infiltración en estructuras residenciales es menor en verano que en invierno, en gran parte porque las velocidades del viento son más bajas en la mayoría de los lugares [17]. Los datos en las tablas 4.10 y 4.11 muestran el cambio de aire del lugar por hora ACH y se aplican a residencias unifamiliares y multifamiliares.

Tabla 4.10: Tasa de Intercambio de Aire de Invierno (ACH) Como Función de la Hermeticidad

| Clase | Diseño de Temperatura Exterior, °C | | | | | | | | | |
|----------|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 4 | -1 | -7 | -12 | -18 | -23 | -29 | -34 | -40 |
| Estrecho | 0.41 | 0.43 | 0.45 | 0.47 | 0.49 | 0.51 | 0.53 | 0.55 | 0.57 | 0.59 |
| Medio | 0.69 | 0.73 | 0.77 | 0.81 | 0.85 | 0.89 | 0.93 | 0.97 | 1.00 | 1.05 |
| Holgado | 1.11 | 1.15 | 1.20 | 1.23 | 1.27 | 1.30 | 1.35 | 1.40 | 1.43 | 1.47 |

Nota: Valores son para 6.7 m/s (24 km/h) viento y temperatura interna de 20°C.

Tabla 4.11: Tasa de Intercambio de Aire de Verano (ACH) Como Función de la Hermeticidad

| Clase | Diseño de Temperatura Exterior, °C | | | | | |
|----------|------------------------------------|------|------|------|------|------|
| | 29 | 32 | 35 | 38 | 41 | 43 |
| Estrecho | 0.33 | 0.34 | 0.35 | 0.36 | 0.37 | 0.38 |
| Medio | 0.46 | 0.48 | 0.50 | 0.52 | 0.54 | 0.56 |
| Holgado | 0.68 | 0.70 | 0.72 | 0.74 | 0.76 | 0.78 |

Nota: Valores son para 3.4 m/s (12 km/h) viento y temperatura interior de 24°C.

De acuerdo al área del lugar a enfriar cuando se habla de infiltración las residencias se clasifican en:

Estrecho. Una buena construcción multifamiliar con puertas, ventanas enmarcadas es considerada en esta categoría. Casas nuevas con retardador de vapor, sin chimenea, ventanas bien ubicadas, puertas dañadas por el tiempo, y menos de 140 m² de superficie de suelo caen dentro de esta categoría [17].

Medio. Las estructuras medias incluyen nuevas casas o casas de más de 10 años que contiene un mantenimiento promedio, una superficie de suelo mayor a 140 m², con un arreglo de ventanas y puertas promedio, y una chimenea con regulador y encierro de cristal. La construcción multifamiliar cae en esta categoría [17].

Holgado. Las estructuras holgadas son poco construidas son residencias unifamiliares o multifamiliares con muy poco arreglo de ventanas y puertas. Los ejemplos incluyen casas de más de 20 años, de mantenimiento medio teniendo una chimenea sin regulador (damper) o encierro de cristal. Las fábricas caen en esta categoría [17].

4.3.4.4 Carga a Enfriar causada por la Ventilación

Los sistemas de aire acondicionado residenciales pueden introducir aire del exterior, aunque no es un requerimiento por norma en la mayoría de los lugares. La ventilación positiva se debe considerar, siempre que, la infiltración sea cercanamente menor a 0.5 ACH. Cuando la media positiva de aire exterior es introducido se utilizan controles, manuales o automáticos, y un dispositivo de recuperación de energía debe ser considerado [17].

4.3.4.5 Carga a Enfriar causada por la Ocupación

Aun cuando la densidad de ocupación sea baja, las cargas por este concepto en un lugar deben ser estimadas. La carga máxima ocurre cuando la mayor parte de los ocupantes están en el área.

4.3.5 Fuentes de calor latentes

La carga latente a enfriar tiene tres fuentes principales: aire externo, personas, y fuentes misceláneas como cocina, lavadora, y duchas. Las cargas latentes misceláneas son cubiertas en gran parte por el aire exterior debido a que la mayoría de las residencias tienen extractores que sacan la mayor parte de la humedad de

estas fuentes. Este tipo de carga está comprendido en el cálculo de la infiltración. La figura 4.7 se puede utilizar para estimar la carga total a enfriar leyendo el factor LF en función del diseño del cociente de la humedad y de la hermeticidad. Entonces $q_{\text{total}} = (\text{LF}) \cdot q_{\text{sensible}}$.

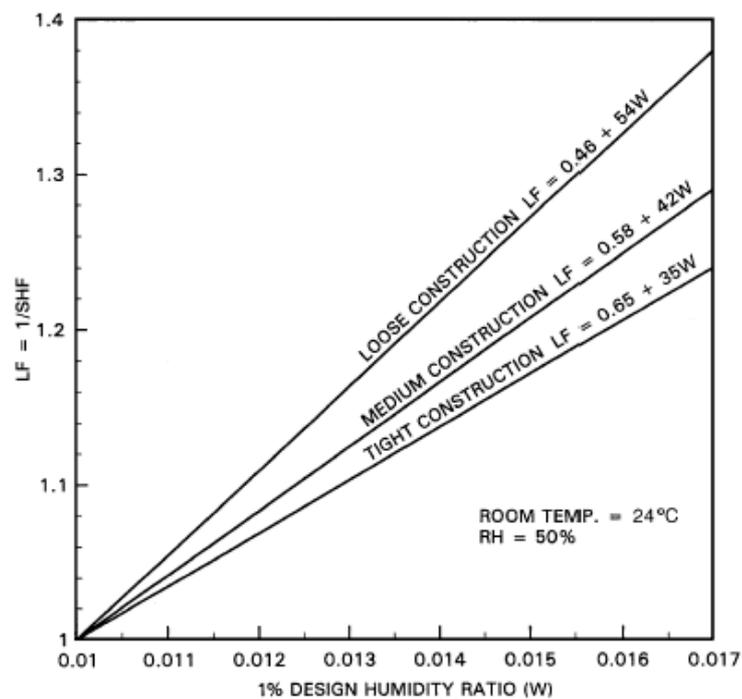


Figura 4.7: Efecto de la Infiltración Sobre el Factor de Carga Latente

4.3.6 Cálculo de Cargas Latentes

La carga latente puede ser estimada aplicando el factor latente LF de la figura 4.7. Para un diseño de cociente de humedad de 0.0136 Kg. vapor por Kg. de aire seco, el LF es igual a 1.15 para una casa de construcción media.

4.3.7 Principios de Cargas de Enfriamiento

Las variables que intervienen para cálculos de enfriamiento de cargas son numerosas, a menudo difíciles de definir exactamente, y siempre intrínsecamente interrelacionadas. Muchos componentes de carga a enfriar varían en magnitud sobre una amplia gama durante las 24 horas, porque estos cambios cíclicos a menudo no están en fase uno con otro, cada uno se debe analizar para establecer la carga máxima a enfriar para una zona. Este debe manejar dicha carga para cada zona en su hora máxima individual.

4.3.8 Determinación de la Carga

En la selección de la capacidad apropiada para el equipo de calefacción o enfriamiento debe seguirse cierto procedimiento de una manera lógica. Las cargas al igual que los equipos de calefacción y enfriamiento para residencias o establecimientos comerciales se calculan en BTU (o en calorías).

Ensamblaje de datos

Características del Edificio: Obtener los materiales de construcción, tamaño de componente, colores de superficies externos, y las formas que generalmente son determinados por planos y especificaciones del edificio.

Configuración: Determinar la localización del edificio, la orientación, y sombras externas de planos y de especificaciones del edificio. Sombras de edificios adyacentes se pueden determinar por un plan de sitio o visitando el sitio propuesto. La posibilidad de radiación solar anormal reflejada desde la tierra (es decir, del agua, arena o estacionamientos) o de edificios reflexivos adyacentes se debe tener en cuenta.

Condiciones de Diseño del Aire Externo: Obtener los datos apropiados del clima, y las condiciones de diseño del medio externo. Utilizar criterios para asegurar de que los resultados sean consistentes con las expectativas. Y, considerar la velocidad del viento predominante.

Condiciones de Diseño de Interior: Seleccionar las condiciones de diseño de interior tales como: temperatura interior, y la tasa de ventilación. Incluir las variaciones y los límites de control permitidos.

Horario de Funcionamiento: Obtener un horario propuesto de iluminación, de ocupación, del equipo interno, de aplicaciones, y de los procesos que contribuyen a la carga térmica interna. Determinar la probabilidad de que el equipo de aire acondicionado estará

funcionado continuamente o apagarlo durante períodos sin ocupar (ejemplo, las noches y/o los fines de semana).

Consideraciones Adicionales

El diseño apropiado y dimensionamiento de sistemas de aire acondicionado centralizados de todo aire o de aire-agua requieren más que solo el cálculo de la carga en el espacio a acondicionar. El tipo de sistema de aire acondicionado, energía y localización del ventilador, pérdida o aumento de calor del conducto, sistemas de extracción de calor por iluminación, y tipo de sistema de aire de retorno todo afecta la carga del sistema y la operación de los componentes.

4.3.9 Fuentes de Calor y Ganancia de Calor

GENTE

La tabla 4.12 muestra los valores en los cuales calor y humedad son emitidos por los seres humanos en diversas actividades [17]. A menudo estos aumentos de calor sensible y latente constituyen un gran aporte de la carga total. Incluso para la ocupación a corto plazo, el calor y la humedad adicionales traídos hacia adentro por personas pueden ser significativos.

Tabla 4.12: Tasas Representativas de Ganancia de Calor y Humedad Entregada por Seres Humanos en Diferentes Actividades

| Grado de Actividad | | Calor Total, W | | Calor, Sensible W | Calor, Latente W | % Calor Sensible que es Radiante ^b | |
|----------------------------------------|---------------------------------|----------------------|----------------------------|-------------------|------------------|-----------------------------------------------|--------|
| | | Adult Masculino | Ajustado, M/F ^a | | | Bajo V | Alto V |
| | | Sentado en el teatro | Teatro, matiné, | 115 | 95 | 65 | 30 |
| Sentado en el teatro, noche | El teatro, noche | 115 | 105 | 70 | 35 | 60 | 27 |
| Sentado, trabajo muy ligero | Oficinas, hoteles, apartamentos | 130 | 115 | 70 | 45 | | |
| Trabajo oficina moderadamente activo | Oficinas, hoteles, apartamentos | 140 | 130 | 75 | 55 | | |
| trabajo de pie ligero; caminando | Tiendas; Ventas pequeñas | 160 | 130 | 75 | 55 | 58 | 38 |
| Camirando, estando de pie | Farmacias, banco | 160 | 145 | 75 | 70 | | |
| Trabajo sedentario | Restaurante ^c | 145 | 160 | 80 | 80 | | |
| Trabajo de banco ligero | Fabrica | 235 | 220 | 80 | 140 | | |
| Baile moderado | Discoteca | 265 | 250 | 90 | 160 | 49 | 35 |
| Camirata 4.8 km/h; Trabajo maq. ligero | Fabrica | 295 | 295 | 110 | 185 | | |
| Bolos ^d | Juego de Bolos | 440 | 425 | 170 | 255 | | |
| Trabajo Pesado | Fabrica | 440 | 425 | 170 | 255 | 54 | 19 |
| Trabajo maq. pesado; levantar | Fabrica | 470 | 470 | 185 | 285 | | |
| Atleticas | Gimnasio | 585 | 525 | 210 | 315 | | |

Notas:

1. Los valores tabulados son basados en 24°C temperatura de bulbo seco de un cuarto. Para 27°C, el resto de calor total es el mismo, pero los valores de calor sensible deben disminuirse por aproximadamente 20%, y los valores de calor latentes aumentan el.
 2. También vea las proporciones adicionales de generación de calor metabólica.
 3. Todos los valores se redondean a 5 W. más cercanos
- ^aGanancia de calor Ajustado es basada en el porcentaje normal de hombres, mujeres, y niños para los valores listados, donde la ganancia de calor de una hembra adulta es,

el 85% de un varón adulto, y que la ganancia de un niño es 75%.

^bLos valores se aproximaron de los datos de la velocidad aérea con límites mostrados en la tabla 6 del capítulo 8 de la norma ASHRAE 200

^cAjustado a la ganancia de calor incluye 18 W de comida por individuo (9 W sensible y 9 W latente)

^dFigura de una persona jugando bolos, y todos otros como estar en conchullas (117 W) o estando de pie o caminando despacio (231 W).

El calor llevado por personas hacia el espacio a enfriar se convierte en calor sensible y este afecta a las condiciones térmicas del lugar, ya que un cierto porcentaje de la carga sensible es energía radiante. Los aumentos latentes del calor se consideran instantáneos.

ILUMINACIÓN

La iluminación es a menudo el mayor componente importante de la carga a enfriar, es necesaria una estimación exacta del aumento de calor que impone al espacio. El cálculo de este componente de la carga no es directo; el índice de la carga debido a la iluminación en cualquier momento dado puede ser absolutamente diferente del equivalente del calor de la energía proveído instantáneamente de esas luces [17]. La fuente primaria del calor de la iluminación viene de elementos luminiscentes o de lámparas, aunque el calor adicional significativo se puede generar de los accesorios asociados que contienen tales lámparas.

La tabla 4.13 muestra valores de cargas térmicas generadas por los diferentes tipos de luminarias y accesorios que estas pueden utilizar [17].

Tabla 4.13: Lámparas Típicas No Incandescentes

| Descripción | Balastro | Watts/Lamp | Lamps/Arreglo | Lamp Watts | Arreglo Watts | Factor de Seguimiento Especial | Descripción | Balastro | Watts/Lamp | Lamps/Arreglo | Lamp Watts | Arreglo Watts | Factor de Seguimiento Especial |
|----------------------------------------|------------|------------|---------------|------------|---------------|--------------------------------|------------------------------|------------|------------|---------------|------------|---------------|--------------------------------|
| Adornos Fluorescentes compactos | | | | | | | | | | | | | |
| Twin, (1) 5 W lamp | Mag-Std | 5 | 1 | 5 | 9 | 1.80 | Twin, (2) 40 W lamp | Mag-Std | 40 | 2 | 80 | 85 | 1.06 |
| Twin, (1) 7 W lamp | Mag-Std | 7 | 1 | 7 | 10 | 1.43 | Quad, (1) 13 W lamp | Electronic | 13 | 1 | 13 | 15 | 1.15 |
| Twin, (1) 9 W lamp | Mag-Std | 9 | 1 | 9 | 11 | 1.22 | Quad, (1) 26 W lamp | Electronic | 26 | 1 | 26 | 27 | 1.04 |
| Quad, (1) 13 W lamp | Mag-Std | 13 | 1 | 13 | 17 | 1.31 | Quad, (2) 18 W lamp | Electronic | 18 | 2 | 36 | 38 | 1.06 |
| Quad, (2) 18 W lamp | Mag-Std | 18 | 2 | 36 | 45 | 1.25 | Quad, (2) 26 W lamp | Electronic | 26 | 2 | 52 | 50 | 0.96 |
| Quad, (2) 22 W lamp | Mag-Std | 22 | 2 | 44 | 48 | 1.09 | Twin or multi, (2) 32 W lamp | Electronic | 32 | 2 | 64 | 62 | 0.97 |
| Quad, (2) 26 W lamp | Mag-Std | 26 | 2 | 52 | 66 | 1.27 | | | | | | | |
| Adornos fluorescentes | | | | | | | | | | | | | |
| (1) 450 mm, T8 lamp | Mag-Std | 15 | 1 | 15 | 19 | 1.27 | (4) 1200 mm, T8 lamp | Electronic | 32 | 4 | 128 | 120 | 0.94 |
| (1) 450 mm, T12 lamp | Mag-Std | 15 | 1 | 15 | 19 | 1.27 | (1) 1500 mm, T12 lamp | Mag-Std | 50 | 1 | 50 | 63 | 1.26 |
| (2) 450 mm, T8 lamp | Mag-Std | 15 | 2 | 30 | 36 | 1.20 | (2) 1500 mm, T12 lamp | Mag-Std | 50 | 2 | 100 | 128 | 1.28 |
| (2) 450 mm, T12 lamp | Mag-Std | 15 | 2 | 30 | 36 | 1.20 | (1) 1500 mm, T12 HO lamp | Mag-Std | 75 | 1 | 75 | 92 | 1.23 |
| (1) 600 mm, T8 lamp | Mag-Std | 17 | 1 | 17 | 24 | 1.41 | (2) 1500 mm, T12 HO lamp | Mag-Std | 75 | 2 | 150 | 168 | 1.12 |
| (1) 600 mm, T12 lamp | Mag-Std | 20 | 1 | 20 | 28 | 1.40 | (1) 1500 mm, T12 ES VHO lamp | Mag-Std | 135 | 1 | 135 | 165 | 1.22 |
| (2) 600 mm, T12 lamp | Mag-Std | 20 | 2 | 40 | 56 | 1.40 | (2) 1500 mm, T12 ES VHO lamp | Mag-Std | 135 | 2 | 270 | 310 | 1.15 |
| (1) 600 mm, T12 HO lamp | Mag-Std | 35 | 1 | 35 | 62 | 1.77 | (1) 1500 mm, T12 HO lamp | Mag-ES | 75 | 1 | 75 | 88 | 1.17 |
| (2) 600 mm, T12 HO lamp | Mag-Std | 35 | 2 | 70 | 90 | 1.29 | (2) 1500 mm, T12 HO lamp | Mag-ES | 75 | 2 | 150 | 176 | 1.17 |
| (1) 600 mm, T8 lamp | Electronic | 17 | 1 | 17 | 16 | 0.94 | (1) 1500 mm, T12 lamp | Electronic | 50 | 1 | 50 | 44 | 0.88 |
| (2) 600 mm, T8 lamp | Electronic | 17 | 2 | 34 | 31 | 0.91 | (2) 1500 mm, T12 lamp | Electronic | 50 | 2 | 100 | 88 | 0.88 |
| (1) 900 mm, T12 lamp | Mag-Std | 30 | 1 | 30 | 46 | 1.53 | (1) 1500 mm, T12 HO lamp | Electronic | 75 | 1 | 75 | 69 | 0.92 |
| (2) 900 mm, T12 lamp | Mag-Std | 30 | 2 | 60 | 81 | 1.35 | (2) 1500 mm, T12 HO lamp | Electronic | 75 | 2 | 150 | 138 | 0.92 |
| (1) 900 mm, T12 ES lamp | Mag-Std | 25 | 1 | 25 | 42 | 1.68 | (1) 1500 mm, T8 lamp | Electronic | 40 | 1 | 40 | 36 | 0.90 |
| (2) 900 mm, T12 ES lamp | Mag-Std | 25 | 2 | 50 | 73 | 1.46 | (2) 1500 mm, T8 lamp | Electronic | 40 | 2 | 80 | 72 | 0.90 |
| (1) 900 mm, T12 HO lamp | Mag-Std | 50 | 1 | 50 | 70 | 1.40 | (3) 1500 mm, T8 lamp | Electronic | 40 | 3 | 120 | 106 | 0.88 |
| (2) 900 mm, T12 HO lamp | Mag-Std | 50 | 2 | 100 | 114 | 1.14 | (4) 1500 mm, T8 lamp | Electronic | 40 | 4 | 160 | 134 | 0.84 |
| (2) 900 mm, T12 lamp | Mag-ES | 30 | 2 | 60 | 74 | 1.23 | (1) 1800 mm, T12 lamp | Mag-Std | 55 | 1 | 55 | 76 | 1.38 |
| (2) 900 mm, T12 ES lamp | Mag-ES | 25 | 2 | 50 | 66 | 1.32 | (2) 1800 mm, T12 lamp | Mag-Std | 55 | 2 | 110 | 122 | 1.11 |
| (1) 900 mm, T12 lamp | Electronic | 30 | 1 | 30 | 31 | 1.03 | (3) 1800 mm, T12 lamp | Mag-Std | 55 | 3 | 165 | 202 | 1.22 |
| (1) 900 mm, T12 ES lamp | Electronic | 25 | 1 | 25 | 26 | 1.04 | (4) 1800 mm, T12 lamp | Mag-Std | 55 | 4 | 220 | 244 | 1.11 |
| (1) 900 mm, T8 lamp | Electronic | 25 | 1 | 25 | 24 | 0.96 | (1) 1800 mm, T12 HO lamp | Mag-Std | 85 | 1 | 85 | 120 | 1.41 |
| (2) 900 mm, T12 lamp | Electronic | 30 | 2 | 60 | 58 | 0.97 | (2) 1800 mm, T12 HO lamp | Mag-Std | 85 | 2 | 170 | 220 | 1.29 |
| (2) 900 mm, T12 ES lamp | Electronic | 25 | 2 | 50 | 50 | 1.00 | (1) 1800 mm, T12 VHO lamp | Mag-Std | 160 | 1 | 160 | 180 | 1.13 |
| (2) 900 mm, T8 lamp | Electronic | 25 | 2 | 50 | 46 | 0.92 | (2) 1800 mm, T12 VHO lamp | Mag-Std | 160 | 2 | 320 | 330 | 1.03 |
| (2) 900 mm, T8 HO lamp | Electronic | 25 | 2 | 50 | 50 | 1.00 | (2) 1800 mm, T12 lamp | Mag-ES | 55 | 2 | 110 | 122 | 1.11 |
| (2) 900 mm, T8 VHO lamp | Electronic | 25 | 2 | 50 | 70 | 1.40 | (4) 1800 mm, T12 lamp | Mag-ES | 55 | 4 | 220 | 244 | 1.11 |
| (1) 1200 mm, T12 lamp | Mag-Std | 40 | 1 | 40 | 55 | 1.38 | (2) 1800 mm, T12 HO lamp | Mag-ES | 85 | 2 | 170 | 194 | 1.14 |
| (2) 1200 mm, T12 lamp | Mag-Std | 40 | 2 | 80 | 92 | 1.15 | (4) 1800 mm, T12 HO lamp | Mag-ES | 85 | 4 | 340 | 388 | 1.14 |
| (3) 1200 mm, T12 lamp | Mag-Std | 40 | 3 | 120 | 140 | 1.17 | (1) 1800 mm, T12 lamp | Electronic | 55 | 1 | 55 | 68 | 1.24 |
| (4) 1200 mm, T12 lamp | Mag-Std | 40 | 4 | 160 | 184 | 1.15 | (2) 1800 mm, T12 lamp | Electronic | 55 | 2 | 110 | 108 | 0.98 |
| (1) 1200 mm, T12 ES lamp | Mag-Std | 34 | 1 | 34 | 48 | 1.41 | (3) 1800 mm, T12 lamp | Electronic | 55 | 3 | 165 | 176 | 1.07 |
| (2) 1200 mm, T12 ES lamp | Mag-Std | 34 | 2 | 68 | 82 | 1.21 | (4) 1800 mm, T12 lamp | Electronic | 55 | 4 | 220 | 216 | 0.98 |
| (3) 1200 mm, T12 ES lamp | Mag-Std | 34 | 3 | 102 | 100 | 0.98 | (1) 2400 mm, T12 ES lamp | Mag-Std | 60 | 1 | 60 | 75 | 1.25 |
| (4) 1200 mm, T12 ES lamp | Mag-Std | 34 | 4 | 136 | 164 | 1.21 | (2) 2400 mm, T12 ES lamp | Mag-Std | 60 | 2 | 120 | 128 | 1.07 |
| (1) 1200 mm, T12 ES lamp | Mag-ES | 34 | 1 | 34 | 43 | 1.26 | (3) 2400 mm, T12 ES lamp | Mag-Std | 60 | 3 | 180 | 203 | 1.13 |
| (2) 1200 mm, T12 ES lamp | Mag-ES | 34 | 2 | 68 | 72 | 1.06 | (4) 2400 mm, T12 ES lamp | Mag-Std | 60 | 4 | 240 | 256 | 1.07 |
| (3) 1200 mm, T12 ES lamp | Mag-ES | 34 | 3 | 102 | 115 | 1.13 | (1) 2400 mm, T12 ES HO lamp | Mag-Std | 95 | 1 | 95 | 112 | 1.18 |
| (4) 1200 mm, T12 ES lamp | Mag-ES | 34 | 4 | 136 | 144 | 1.06 | (2) 2400 mm, T12 ES HO lamp | Mag-Std | 95 | 2 | 190 | 227 | 1.19 |
| (1) 1200 mm, T8 lamp | Mag-ES | 32 | 1 | 32 | 35 | 1.09 | (3) 2400 mm, T12 ES HO lamp | Mag-Std | 95 | 3 | 285 | 380 | 1.33 |
| (2) 1200 mm, T8 lamp | Mag-ES | 32 | 2 | 64 | 71 | 1.11 | (4) 2400 mm, T12 ES HO lamp | Mag-Std | 95 | 4 | 380 | 454 | 1.19 |
| (3) 1200 mm, T8 lamp | Mag-ES | 32 | 3 | 96 | 110 | 1.15 | (1) 2400 mm, T12 ES VHO lamp | Mag-Std | 185 | 1 | 185 | 205 | 1.11 |
| (4) 1200 mm, T8 lamp | Mag-ES | 32 | 4 | 128 | 142 | 1.11 | (2) 2400 mm, T12 ES VHO lamp | Mag-Std | 185 | 2 | 370 | 380 | 1.03 |
| (1) 1200 mm, T12 ES lamp | Electronic | 34 | 1 | 34 | 32 | 0.94 | (3) 2400 mm, T12 ES VHO lamp | Mag-Std | 185 | 3 | 555 | 585 | 1.05 |
| (2) 1200 mm, T12 ES lamp | Electronic | 34 | 2 | 68 | 60 | 0.88 | (4) 2400 mm, T12 ES VHO lamp | Mag-Std | 185 | 4 | 740 | 760 | 1.03 |
| (3) 1200 mm, T12 ES lamp | Electronic | 34 | 3 | 102 | 92 | 0.90 | (2) 2400 mm, T12 ES lamp | Mag-ES | 60 | 2 | 120 | 123 | 1.03 |
| (4) 1200 mm, T12 ES lamp | Electronic | 34 | 4 | 136 | 120 | 0.88 | (3) 2400 mm, T12 ES lamp | Mag-ES | 60 | 3 | 180 | 210 | 1.17 |
| (1) 1200 mm, T8 lamp | Electronic | 32 | 1 | 32 | 32 | 1.00 | (4) 2400 mm, T12 ES lamp | Mag-ES | 60 | 4 | 240 | 246 | 1.03 |
| (2) 1200 mm, T8 lamp | Electronic | 32 | 2 | 64 | 60 | 0.94 | (2) 2400 mm, T12 ES HO lamp | Mag-ES | 95 | 2 | 190 | 207 | 1.09 |
| (3) 1200 mm, T8 lamp | Electronic | 32 | 3 | 96 | 93 | 0.97 | (4) 2400 mm, T12 ES HO lamp | Mag-ES | 95 | 4 | 380 | 414 | 1.09 |

Tabla 4.13: Lámparas Típicas No Incandescentes (Continuación)

| Descripción | Balastro | Watts/Lamp | Lamps/ Arreglo | Lamp Watts | Arreglo Watts | Factor de Seguimiento Especial | Descripción | Balastro | Watts/Lamp | Lamps/ Arreglo | Lamp Watts | Arreglo Watts | Factor de Seguimiento Especial |
|-----------------------------------------|------------|------------|----------------|------------|---------------|--------------------------------|--------------------------|------------|------------|----------------|------------|---------------|--------------------------------|
| (1) 2400 mm, T12 ES lamp | Electronic | 60 | 1 | 60 | 69 | 1.15 | (1) 2400 mm, T8 H0 lamp | Electronic | 59 | 1 | 59 | 68 | 1.15 |
| (2) 2400 mm, T12 ES lamp | Electronic | 60 | 2 | 120 | 110 | 0.92 | (1) 2400 mm, T8 VHO lamp | Electronic | 59 | 1 | 59 | 71 | 1.20 |
| (3) 2400 mm, T12 ES lamp | Electronic | 60 | 3 | 180 | 179 | 0.99 | (2) 2400 mm, T8 lamp | Electronic | 59 | 2 | 118 | 109 | 0.92 |
| (4) 2400 mm, T12 ES lamp | Electronic | 60 | 4 | 240 | 220 | 0.92 | (3) 2400 mm, T8 lamp | Electronic | 59 | 3 | 177 | 167 | 0.94 |
| (1) 2400 mm, T12 ES H0 lamp | Electronic | 95 | 1 | 95 | 80 | 0.84 | (4) 2400 mm, T8 lamp | Electronic | 59 | 4 | 236 | 219 | 0.93 |
| (2) 2400 mm, T12 ES H0 lamp | Electronic | 95 | 2 | 190 | 173 | 0.91 | (2) 2400 mm, T8 H0 lamp | Electronic | 86 | 2 | 172 | 160 | 0.93 |
| (4) 2400 mm, T12 ES H0 lamp | Electronic | 95 | 4 | 380 | 346 | 0.91 | (4) 2400 mm, T8 H0 lamp | Electronic | 86 | 4 | 344 | 320 | 0.93 |
| (1) 2400 mm, T8 lamp | Electronic | 59 | 1 | 59 | 58 | 0.98 | | | | | | | |
| Adornos Fluorescentes redondos | | | | | | | | | | | | | |
| CircLite, (1) 20 W lamp | Mag-PH | 20 | 1 | 20 | 20 | 1.00 | (2) 200 mm circular lamp | Mag-RS | 22 | 2 | 44 | 52 | 1.18 |
| CircLite, (1) 22 W lamp | Mag-PH | 22 | 1 | 22 | 20 | 0.91 | (1) 300 mm circular lamp | Mag-RS | 32 | 1 | 32 | 31 | 0.97 |
| CircLine, (1) 32 W lamp | Mag-PH | 32 | 1 | 32 | 40 | 1.25 | (2) 300 mm circular lamp | Mag-RS | 32 | 2 | 64 | 62 | 0.97 |
| (1) 150 mm circular lamp | Mag-RS | 20 | 1 | 20 | 25 | 1.25 | (1) 400 mm circular lamp | Mag-Std | 40 | 1 | 40 | 35 | 0.88 |
| (1) 200 mm circular lamp | Mag-RS | 22 | 1 | 22 | 26 | 1.18 | | | | | | | |
| Adornos De sodio de alta presión | | | | | | | | | | | | | |
| (1) 35 W lamp | HID | 35 | 1 | 35 | 46 | 1.31 | (1) 250 W lamp | HID | 250 | 1 | 250 | 295 | 1.18 |
| (1) 50 W lamp | HID | 50 | 1 | 50 | 66 | 1.32 | (1) 310 W lamp | HID | 310 | 1 | 310 | 365 | 1.18 |
| (1) 70 W lamp | HID | 70 | 1 | 70 | 95 | 1.36 | (1) 360 W lamp | HID | 360 | 1 | 360 | 414 | 1.15 |
| (1) 100 W lamp | HID | 100 | 1 | 100 | 138 | 1.38 | (1) 400 W lamp | HID | 400 | 1 | 400 | 465 | 1.16 |
| (1) 150 W lamp | HID | 150 | 1 | 150 | 188 | 1.25 | (1) 1000 W lamp | HID | 1000 | 1 | 1000 | 1100 | 1.10 |
| (1) 200 W lamp | HID | 200 | 1 | 200 | 250 | 1.25 | | | | | | | |
| Adornos de Haluro de metal | | | | | | | | | | | | | |
| (1) 32 W lamp | HID | 32 | 1 | 32 | 43 | 1.34 | (1) 250 W lamp | HID | 250 | 1 | 250 | 295 | 1.18 |
| (1) 50 W lamp | HID | 50 | 1 | 50 | 72 | 1.44 | (1) 400 W lamp | HID | 400 | 1 | 400 | 458 | 1.15 |
| (1) 70 W lamp | HID | 70 | 1 | 70 | 95 | 1.36 | (2) 400 W lamp | HID | 400 | 2 | 800 | 916 | 1.15 |
| (1) 100 W lamp | HID | 100 | 1 | 100 | 128 | 1.28 | (1) 750 W lamp | HID | 750 | 1 | 750 | 850 | 1.13 |
| (1) 150 W lamp | HID | 150 | 1 | 150 | 190 | 1.27 | (1) 1000 W lamp | HID | 1000 | 1 | 1000 | 1080 | 1.08 |
| (1) 175 W lamp | HID | 175 | 1 | 175 | 215 | 1.23 | (1) 1500 W lamp | HID | 1500 | 1 | 1500 | 1610 | 1.07 |
| Adornos Vapor Mercurio | | | | | | | | | | | | | |
| (1) 40 W lamp | HID | 40 | 1 | 40 | 50 | 1.25 | (1) 250 W lamp | HID | 250 | 1 | 250 | 290 | 1.16 |
| (1) 50 W lamp | HID | 50 | 1 | 50 | 74 | 1.48 | (1) 400 W lamp | HID | 400 | 1 | 400 | 455 | 1.14 |
| (1) 75 W lamp | HID | 75 | 1 | 75 | 93 | 1.24 | (2) 400 W lamp | HID | 400 | 2 | 800 | 910 | 1.14 |
| (1) 100 W lamp | HID | 100 | 1 | 100 | 125 | 1.25 | (1) 700 W lamp | HID | 700 | 1 | 700 | 780 | 1.11 |
| (1) 175 W lamp | HID | 175 | 1 | 175 | 205 | 1.17 | (1) 1000 W lamp | HID | 1000 | 1 | 1000 | 1075 | 1.08 |

Abreviaciones: Mag = electromagnético; ES = ahorrador de energía; Std = normal; HID = descarga de alta intensidad; H0 = rendimiento alto; VHO = muy alto rendimiento; el PH = precaliente; RS = rápida arranque

MOTORES ELÉCTRICOS

El aumento instantáneo de calor de equipos operados por motores eléctricos dentro de un espacio se calcula

$$q_{em} = (P/E_M) F_{UM} F_{LM}$$

Donde:

q_{em} = calor equivalente de operación del equipo, W

P = grado de energía del motor, W

E_M = Eficiencia del motor, fracción decimal < 1.0

F_{UM} = factor de uso del motor, 1.0 o fracción decimal < 1.0

F_{LM} = factor de carga del motor, 1.0 o fracción decimal < 1.0

El F_{UM} puede ser aplicado cuando se conoce el tiempo de uso del motor en aplicaciones intermitentes. Para usos permanentes, su valor será 1.0 [17].

El F_{LM} es la fracción de la carga que es entregada bajo condiciones de estimación de la carga que se enfría [17]. En la ecuación dada, se asume que el motor y el equipo manejado están dentro del espacio condicionado. Si el motor está fuera.

$$q_{em} = PF_{UM}F_{LM}$$

Cuando el motor esta en el espacio interior condicionado pero la máquina conducida está afuera,

$$q_{em} = P \left(\frac{1.0 - E_M}{E_M} \right) F_{UM} F_{LM}$$

Esta ecuación también se aplica a un ventilador o a una bomba en el espacio acondicionado. Las tablas 4.14 y 4.15 muestran los promedios de eficiencia y los datos relacionados que son representativos de motores eléctricos típicos, derivado generalmente de los rendimientos más bajos dados por varios fabricantes de pruebas abiertas de goteo en los motores.

Tabla 4.14: Eficiencia de Motores y Datos Relacionados con Motores Eléctricos

| Potencia nominal o valor de placa KW | Tipo Motor | rpm Nominal | Eficiencia motor a plena carga % | Locación del Motor y Manejo del Equipo con respecto a Espacio Condicionado o Corriente de aire | | |
|--------------------------------------|-------------------|-------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| | | | | A | B | C |
| | | | | Motor entrada Manejado con equipo de entrada W | Motor entrada Manejado con equipo de entrada de W | Motor salida Manejado con equipo de salida W |
| 0.05 (0.04) | Polos Oscurecidos | 1500 | 35 | 105 | 35 | 70 |
| 0.08 (0.06) | Polos Oscurecidos | 1500 | 35 | 170 | 59 | 110 |
| 0.125 (0.09) | Polos Oscurecidos | 1500 | 35 | 264 | 94 | 173 |
| 0.16 (0.12) | Polos Oscurecidos | 1500 | 35 | 340 | 117 | 223 |
| 0.25 (0.19) | Polos Divididos | 1750 | 54 | 346 | 188 | 158 |
| 0.33 (0.25) | Polos Divididos | 1750 | 56 | 439 | 246 | 194 |
| 0.50 (0.37) | Polos Divididos | 1750 | 60 | 621 | 372 | 249 |
| 0.75 (0.56) | 3- fase | 1750 | 72 | 776 | 557 | 217 |
| 1 (0.75) | 3- fase | 1750 | 75 | 993 | 747 | 249 |
| 1.5 (1.1) | 3- fase | 1750 | 77 | 1453 | 1119 | 334 |
| 2 (1.5) | 3- fase | 1750 | 79 | 1887 | 1491 | 396 |
| 3 (2.2) | 3- fase | 1750 | 81 | 2763 | 2238 | 525 |
| 5 (3.7) | 3- fase | 1750 | 82 | 4541 | 3721 | 817 |
| 7.5 (5.6) | 3- fase | 1750 | 84 | 6651 | 5596 | 1066 |
| 10 (7.5) | 3- fase | 1750 | 85 | 8760 | 7178 | 1315 |
| 15 (11.2) | 3- fase | 1750 | 86 | 13 009 | 11 192 | 1820 |
| 20 (14.9) | 3- fase | 1750 | 87 | 17 140 | 14 913 | 2230 |
| 25 (18.6) | 3- fase | 1750 | 88 | 21 184 | 18 635 | 2545 |
| 30 (22.4) | 3- fase | 1750 | 89 | 25 110 | 22 370 | 2765 |
| 40 (30) | 3- fase | 1750 | 89 | 33 401 | 29 885 | 3690 |
| 50 (37) | 3- fase | 1750 | 89 | 41 900 | 37 210 | 4600 |
| 60 (45) | 3- fase | 1750 | 89 | 50 395 | 44 829 | 5538 |
| 75 (56) | 3- fase | 1750 | 90 | 62 115 | 55 962 | 6210 |
| 100 (75) | 3- fase | 1750 | 90 | 82 918 | 74 719 | 8290 |
| 125 (93) | 3- fase | 1750 | 90 | 103 430 | 93 172 | 10 342 |
| 150 (110) | 3- fase | 1750 | 91 | 123 060 | 111 925 | 11 075 |
| 200 (150) | 3- fase | 1750 | 91 | 163 785 | 149 135 | 14 738 |
| 250 (190) | 3- fase | 1750 | 91 | 204 805 | 186 346 | 18 430 |

Tabla 4.15: Límites Típicos de Sobrecarga de Motores Estándares

| Tipo de Motor | Watts | | | |
|---------------------------|----------|-----------|-----------|-----------------|
| | 40 a 190 | 120 a 250 | 500 a 560 | 750 en adelante |
| AC | 1.4 | 1.35 | 1.25 | 1.15 |
| AC TEFC ^a y DC | — | 1.0 | 1.0 | 1.0 |

^a TEFC totally enclosed fan-cooled

EQUIPO DE LABORATORIOS

Comúnmente, la ganancia de calor debido a equipos de laboratorio esta en un rango de 50 a 220 W/m² y laboratorios con exposición al aire externo con una ganancia como máximo de 4 veces la ganancia de calor de otras fuentes combinadas [17].

Equipos en laboratorios son similares a equipos médicos en la variación perceptible de espacio a espacio. El capítulo 13 del Manual del Usuario ASHRAE 1999 expone una ganancia de calor del equipo, indicando que puede extenderse desde 50 hasta 270 W/m² en laboratorios altamente automatizados. La tabla 4.16 enumera algunos valores para equipos de laboratorio, pero estos valores son solo una guía, valores reales pueden ser consultados al fabricante [17].

Tabla 4.16: Ganancia de Calor Generada por Equipos de Laboratorio

| Equipo | Dato p laca, W | Pico, W | Promedio, W |
|----------------------------|---------------------------|--------------------|------------------------|
| Equilibrio analítico | 7 | 7 | 7 |
| Centrifuga | 138 | 89 | 87 |
| Centrifuga | 288 | 136 | 132 |
| Centrifuga | 5500 | 1176 | 730 |
| Analizador Electromecánico | 50 | 45 | 44 |
| Analizador Electromecánico | 100 | 85 | 84 |
| Fotómetro de llama | 180 | 107 | 105 |
| Microscopio fluorescente | 150 | 144 | 143 |
| Microscopio fluorescente | 200 | 205 | 178 |
| Generador de funciones | 58 | 29 | 29 |
| Incubador | 515 | 461 | 451 |
| Incubador | 600 | 479 | 264 |
| Incubador | 3125 | 1335 | 1222 |
| El temblador orbital | 100 | 16 | 16 |
| Osciloscopio | 72 | 38 | 38 |
| Osciloscopio | 345 | 99 | 97 |
| Evaporador rotatorio | 75 | 74 | 73 |
| Evaporador rotatorio | 94 | 29 | 28 |
| espectrónicos | 36 | 31 | 31 |
| Espectómetro | 575 | 106 | 104 |
| Espectómetro | 200 | 122 | 121 |
| Espectómetro | N/A | 127 | 125 |
| Espectro fluorómetro | 340 | 405 | 395 |
| Termociclo | 1840 | 965 | 641 |
| Termociclo | N/A | 233 | 198 |
| Cultura del tejido | 475 | 132 | 46 |
| Cultura del tejido | 2346 | 1178 | 1146 |

EQUIPOS DE OFICINA

Las computadoras, impresoras, copadoras, máquinas de fax, etc., pueden generar de 9 a 13 W/m² para oficinas generales o 18 a 22 W/m² para servicios de compras y departamentos de contabilidad. El análisis de datos obtenidos por la ASHRAE demostró que los resultados para mobiliario de oficinas pueden ser generalizados, lo que no ocurre con los equipos médicos y de laboratorio.

Los datos de placa raramente reflejan el consumo de energía real del equipo de oficina. Generalmente, si el valor de placa es la única información conocida y no hay datos reales de ganancia de calor disponibles para estos equipos, sería conservador utilizar solo el 50% del valor de placa como ganancia de calor. El mobiliario de oficinas se agrupa en categorías tales como computadoras, monitores, impresoras, faxes, y copiadoras, con resultados de ganancia de calor de cada grupo analizado que establecen patrones.

Computadoras. Los valores de placa en computadoras deben ser ignorados para realizar cálculos de la carga. La tabla 4.17 presenta valores típicos de ganancia de calor para computadoras [17].

Tabla 4.17: Ganancia de Calor Generada por Equipos de Computación

| | Continuo, W | Modo Ahorr Energía W |
|---------------------------------|----------------|-------------------------|
| Computadoras^a | | |
| Valor Promedio | 55 | 20 |
| Valor Conservativo | 65 | 25 |
| Valor de alta conservación | 75 | 30 |
| Monitores^b | | |
| Monitor pequeño (330 a 380 mm) | 55 | 0 |
| Monitor Mediano (400 a 460 mm) | 70 | 0 |
| Monitor Grande (480 a 510 mm) | 80 | 0 |

^aBasado en procesadores 386, 486, y sistemas Pentiums.

^bValores típicos para monitores mostrando ambientes Windows.

Monitores. De acuerdo a la norma ASHRAE 2001, la ganancia de calor está relacionada con el tamaño de pantalla como:

$$q_{\text{mon}} = 0.2S - 20$$

Donde:

q_{mon} = ganancia de calor del monitor, W

S = tamaño de pantalla, mm

Se probó que en diez monitores (330 a 480 milímetros), encontrando un valor promedio de ganancia de calor de 60 W.

Impresoras láser. De acuerdo a estudios realizados por la ASHRAE encontraron que la energía consumida por las impresoras láser, y por lo tanto la ganancia de calor, dependían en gran parte al nivel de rendimiento de procesamiento para el cual la impresora fue diseñada. La tabla 4.18 presenta datos sobre las impresoras láser [17].

Tabla 4.18: Ganancia de Calor Generada por Impresoras a Láser y Copiadoras

| | Continuo, W | 1 pag. por min., W | Sin Uso, W |
|-------------------------|----------------|-----------------------|---------------|
| Impresoras Laser | | | |
| Escritorio pequeño | 130 | 75 | 10 |
| Escritorio | 215 | 100 | 35 |
| Oficina pequeña | 320 | 160 | 70 |
| Oficina Grande | 550 | 275 | 125 |
| Copiadoras | | | |
| Copiadoras | 400 | 85 | 20 |
| Copiadora de oficina | 1,100 | 400 | 300 |

Equipos de oficina misceláneos. La tabla 4.19 presenta datos de equipos misceláneos tales como maquinas de vender y equipos de correo [17].

Tabla 4.19: Ganancia de Calor Generada por Equipos de Oficina Misceláneos

| Equipo | Maxima Entrada W | Tasa Recomendada de Ganancia Calor, W |
|----------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------|
| Equipo procesador de correo | | |
| Máquina plegadura | 125 | 80 |
| La máquina insertando, 3,600 a 6,800 piezas/h | 600 a 3300 | 390 a 2150 |
| Maquinas etiquetadoras, 1,500 a 30,000 piezas/h | 600 a 6600 | 390 a 4300 |
| De estampilla | 230 | 150 |
| Maquinas vendedoras | | |
| Cigarrillos | 72 | 72 |
| Comida y bebida fria | 1150 a 1920 | 575 a 960 |
| Bebidas calientes | 1725 | 862 |
| Bocados | 240 a 275 | 240 a 275 |
| Otros | | |
| Impresoras de código de barras | 440 | 370 |
| Registradoras | 60 | 48 |
| Puesto de trabajo de proceso de 12 cubículos | 4800 | 2470 |
| Venta de Café, 10 tasas | 1500 | 1050 sensible 450 latente |
| Lector de micro afiches | 85 | 85 |
| Lector de micro filmes | 520 | 520 |
| Lector/Impresion Micro filmes | 1150 | 1150 |
| Horno Microondas, 28 L | 600 | 400 |
| Cortadoras de papel | 250 un 3000 | 200 un 2420 |
| Enfriador de Agua, 30 L/h | 700 | 350 |

Diversidad. Se entiende por diversidad a la amplia gama de equipos eléctricos que se pueden tener. Una oficina pequeña de una o dos personas contienen equipos listados en las tablas 4.17 a 4.19 que generan calor al espacio de trabajo [17]. Progresivamente en áreas más grandes con más equipos experimentará algún aumento gradual resultado de equipos que no estén operando en algún momento dado.

Reparto convección-radiante. La ASHRAE 2001 expresa que el reparto por calor de convección-radiante para el equipo era bastante uniforme, la característica más importante que se distingue es si el equipo tiene o no un ventilador. La tabla 4.20 resume estos resultados [17].

Tabla 4.20: Factores de Carga Recomendados para Varios Tipos de Oficinas

| Dispositivo | Vent. | Radiante | Convectiva |
|-----------------------------|--------------|-----------------|-------------------|
| Computador | Si | 10 to 15% | 85 to 90% |
| Monitor | No | 35 to 40% | 60 to 65% |
| Computador y monitor | – | 20 to 30% | 70 to 80% |
| Impresora Láser | Si | 10 to 20% | 80 to 90% |
| Copiadora | Si | 20 to 25% | 75 to 80% |
| Fax | No | 30 to 35% | 65 to 70% |

4.3.10 Cálculo de Carga Térmica en los Laboratorios

De acuerdo a lo expuesto anteriormente se procede a realizar el cálculo de carga térmica para los diferentes laboratorios que integran el edificio, cálculo que servirá para establecer la dimensión del equipo acondicionador, el cual generará el confort de los estudiantes al momento de realizar sus prácticas o actividades académicas y mantener la eficiencia laboral de estos en todo momento.

Este cálculo estará basado principalmente en las transferencias o ganancias de calor de paredes, techo y puertas, infiltración del aire, ocupación, computadoras, iluminación y equipos varios en los cuales se consideran como parte de este grupo: Motores eléctricos, equipos eléctricos y electrónicos, tales como sensores, PLC, proyectores, osciloscopios, fuentes de voltaje, generadores de funciones, etc., de acuerdo a lo que cada laboratorio tenga en sus instalaciones.

Ganancias de calor a través de ventanas no están consideradas en el cálculo debido a que en el sistema contra incendio desarrollado también en este proyecto de tesis, el uso de ventanas no es

recomendado para una eficiencia mayor de dicho sistema, por lo tanto debido a esta condición no se han considerado ventanas.

El procedimiento a seguir es obtener las ganancias de calor debido a puertas, paredes, y techo que se lo hace por medio de la ecuación:

$$q = A \cdot CLTD \cdot U_x$$

Donde:

q = Ganancia de calor sensible, W

A = Área del elemento considerado, m^2

$CLTD$ = Diferencia de temperatura de carga a enfriar, K

U_x = Factor U del elemento, W/m^2K

El subíndice "x" es para dar a entender que el factor U es diferente para paredes, puerta y techo y se lo ha utilizado de acuerdo al valor dado en la tabla respectiva.

El cálculo debido a infiltración se lo realiza mediante la siguiente relación:

$$q = 1.2 \cdot ACH \cdot V^{(5/8)} \cdot (T_{ext} - T_{int})$$

Donde:

q = Ganancia de calor debido a infiltración, W

ACH = Factor de Cambio del aire por hora

V = Volumen del espacio, m³

T_{ext} = Temperatura promedio de aire externo, °C

T_{int} = Temperatura promedio de aire interno, °C

En lo que respecta a ganancias de calor generadas por concepto de ocupación, iluminación y equipos varios, el procedimiento a seguir es, multiplicar el número de personas por el factor de calor generado que varía de acuerdo a la actividad que se esté realizando. Lo mismo se hace para la iluminación y equipos, se estima el número de objetos presentes y se lo multiplica por el respectivo factor de ganancia.

Se realiza la sumatoria de todas las ganancias y se multiplica por un factor de 1.15 debido a que generalmente el 15% del valor de calor sensible representa la ganancia de calor latente y este es el valor total (sensible mas latente) de la carga térmica, expresada en BTU, debido a que comercialmente es esta la unidad relacionada para la adquisición del equipo de aire acondicionado. Finalmente se multiplica este valor por 1.10, para compensar las pérdidas por ductos. En la tabla 4.20 se presenta un resumen de cálculo de carga térmica para cada Laboratorio.

Tabla 4.21: Resumen de Cálculo de Ganancias de Calor

| Ganancias de | Ecuación | Referencia |
|--------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Techos | $q = A \cdot CLTD \cdot U_t$ | Tabla 4.7 a 4.9 |
| Paredes | $q = A \cdot CLTD \cdot U_p$ | Tabla 4.7 a 4.9 |
| Puertas | $q = A \cdot CLTD \cdot U_p$ | Tabla 4.7 a 4.9 |
| Infiltración | $q = 1.2 \cdot ACH \cdot V \cdot (5/8) \cdot (T_{ext} - T_{int})$ | Tabla 4.10 y 4.11 |
| Ocupación | $q = \# \text{ personas} \cdot F_p$ | Tabla 4.12 |
| Iluminación | $q = \# \text{ luminarias} \cdot F_L$ | Tabla 4.13 |
| Equipos | $q = \sum (\text{Clase Equipo} \cdot F_E)$ | Tablas 4.14 a 4.19 |
| Total | $Q_T = (\sum (q) \cdot 1.15) \cdot 1.10$ | |

Todos los laboratorios se los ha considerado como espacio unifamiliar debido a que cada recinto posee su propio equipo de aire acondicionado y es un solo ambiente, a excepción del laboratorio de Redes Eléctricas el cual se lo ha considerado como multifamiliar debido a que está dividido en dos secciones en las cuales los estudiantes realizan sus labores académicas y estas están aisladas una de otra, es por esto que se considera un equipo centralizado que realiza el acondicionamiento a ambas área. En las tablas 4.22 a 4.33 se presenta el cálculo específico por cada laboratorio.

Tabla 4.22: Cálculo de carga térmica para el Laboratorio de Electrónica de Potencia

| | Longitud (m) | Ancho (m) | Altura (m) | Area (m ²) | A. Puerta (m ²) | Factor U (W/m ² *K) | CLTD (K) | Volumen (m ³) | ACH | Temp. Ext. (°C) | Temp. Int. (°C) | Cantidad | Carga (KW) | Carga Total (KW) |
|----------------|--------------|-----------|------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------|---------------------------|------|-----------------|-----------------|----------|--------------------|------------------|
| Pared E | 10,70 | NA | 3,30 | 35,31 | 0,00 | 2,00 | 11,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,78 | 0,78 |
| Pared NE | 13,20 | NA | 3,30 | 43,56 | 0,00 | 2,00 | 9,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,78 | 0,78 |
| Pared SE | 13,20 | NA | 3,30 | 43,56 | 2,88 | 2,00 | 10,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,81 | 0,81 |
| Techo | 13,20 | 10,70 | NA | 141,24 | 0,00 | 0,67 | 24,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 2,27 | 2,27 |
| Puerta NE | 1,20 | NA | 2,40 | 2,88 | 0,00 | 1,20 | 9,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,03 | 0,03 |
| Infiltracion | 13,20 | 10,70 | 3,30 | NA | NA | NA | NA | 466,09 | 0,34 | 33,00 | 23,00 | 1,00 | 0,53 | 0,53 |
| Equipos Varios | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 10,00 | 1,50 | 15,00 |
| Computadoras | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 5,00 | 0,16 | 0,78 |
| Iluminacion | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 6,00 | 0,04 | 0,21 |
| Personas | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 10,00 | 0,13 | 1,30 |
| | | | | | | | | | | | | | Total | 22,49 |
| | | | | | | | | | | | | | 15% C.L | 26,99 |
| | | | | | | | | | | | | | 10% P.D. | 29,69 |
| | | | | | | | | | | | | | Total (BTU) | 103903,71 |

Tabla 4.23: Cálculo de carga térmica para el Laboratorio de Sistemas de Potencia

| | Longitud (m) | Ancho (m) | Altura (m) | Area (m ²) | A. Puerta (m ²) | Factor U (W/m ² *K) | CLTD (K) | Volumen (m ³) | ACH | Temp. Ext. (°C) | Temp. Int. (°C) | Cantidad | Carga (KW) | Carga Total (KW) |
|----------------|--------------|-----------|------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------|---------------------------|------|-----------------|-----------------|----------|--------------------|------------------|
| Pared NE | 11,00 | NA | 3,30 | 36,30 | 0,00 | 2,00 | 9,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,65 | 0,65 |
| Pared SE | 11,00 | NA | 3,30 | 36,30 | 2,88 | 2,00 | 10,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,67 | 0,67 |
| Techo | 11,00 | 7,20 | NA | 79,20 | 0,00 | 0,67 | 24,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 1,27 | 1,27 |
| Puerta NE | 1,20 | NA | 2,40 | 2,88 | 0,00 | 1,20 | 9,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,03 | 0,03 |
| Infiltracion | 11,00 | 7,20 | 3,30 | NA | NA | NA | NA | 261,36 | 0,34 | 33,00 | 23,00 | 1,00 | 0,30 | 0,30 |
| Equipos Varios | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 10,00 | 1,00 | 10,00 |
| Computadoras | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 5,00 | 0,16 | 0,78 |
| Iluminacion | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 9,00 | 0,04 | 0,32 |
| Personas | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 10,00 | 0,13 | 1,30 |
| | | | | | | | | | | | | | Total | 15,31 |
| | | | | | | | | | | | | | 15% C.L | 18,38 |
| | | | | | | | | | | | | | 10% P.D. | 20,21 |
| | | | | | | | | | | | | | Total (BTU) | 70744,43 |

Tabla 4.24: Cálculo de carga térmica para el Laboratorio de Máquinas y Controles Industriales.

| | Longitud (m) | Ancho (m) | Altura (m) | Area (m ²) | A. Puerta (m ²) | Factor U (W/m ² *K) | CLTD (K) | Volumen (m ³) | ACH | Temp. Ext. (°C) | Temp. Int. (°C) | Cantidad | Carga (KW) | Carga Total (KW) |
|----------------|--------------|-----------|------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------|---------------------------|------|-----------------|-----------------|----------|--------------------|------------------|
| Pared E | 26,40 | NA | 3,30 | 87,12 | 2,88 | 2,00 | 11,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 1,85 | 1,85 |
| Pared NE | 10,20 | NA | 3,30 | 33,66 | 0,00 | 2,00 | 9,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,61 | 0,61 |
| Pared O | 26,40 | NA | 3,30 | 87,12 | 2,88 | 2,00 | 11,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 1,85 | 1,85 |
| Techo | 26,40 | 10,20 | NA | 269,28 | 0,00 | 0,67 | 24,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 4,33 | 4,33 |
| Puerta NE | 1,20 | NA | 2,40 | 2,88 | 0,00 | 1,20 | 9,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,03 | 0,03 |
| Infiltracion | 26,40 | 10,20 | 3,30 | NA | NA | NA | NA | 888,62 | 0,34 | 33,00 | 23,00 | 1,00 | 1,01 | 1,01 |
| Equipos Varios | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 15,00 | 3,00 | 45,00 |
| Computadoras | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 0,00 | 0,16 | 0,00 |
| Iluminacion | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 12,00 | 0,04 | 0,42 |
| Personas | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 15,00 | 0,13 | 1,95 |
| | | | | | | | | | | | | | Total | 57,05 |
| | | | | | | | | | | | | | 15% C.L | 68,46 |
| | | | | | | | | | | | | | 10% P.D. | 75,31 |
| | | | | | | | | | | | | | Total (BTU) | 263574,11 |

Tabla 4.25: Cálculo de carga térmica para el Laboratorio de Computación Sistemas de Potencia.

| | Longitud (m) | Ancho (m) | Altura (m) | Area (m ²) | A. Puerta (m ²) | Factor U (W/m ² *K) | CLTD (K) | Volumen (m ³) | ACH | Temp. Ext. (°C) | Temp. Int. (°C) | Cantidad | Carga (KW) | Carga Total (KW) |
|----------------|--------------|-----------|------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------|---------------------------|------|-----------------|-----------------|----------|--------------------|------------------|
| Pared NE | 6,00 | NA | 3,30 | 19,80 | 0,00 | 2,00 | 9,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,36 | 0,36 |
| Pared SE | 6,00 | NA | 3,30 | 19,80 | 2,88 | 2,00 | 10,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,34 | 0,34 |
| Techo | 11,00 | 6,00 | NA | 66,00 | 0,00 | 0,67 | 24,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 1,06 | 1,06 |
| Puerta NE | 1,20 | NA | 2,40 | 2,88 | 0,00 | 1,20 | 9,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,03 | 0,03 |
| Infiltracion | 11,00 | 6,00 | 3,30 | NA | NA | NA | NA | 217,80 | 0,34 | 33,00 | 23,00 | 1,00 | 0,25 | 0,25 |
| Equipos Varios | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 3,00 | 0,50 | 1,50 |
| Computadoras | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 30,00 | 0,16 | 4,65 |
| Iluminacion | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 6,00 | 0,04 | 0,21 |
| Personas | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 30,00 | 0,13 | 3,90 |
| | | | | | | | | | | | | | Total | 12,29 |
| | | | | | | | | | | | | | 15% C.L | 14,75 |
| | | | | | | | | | | | | | 10% P.D. | 16,23 |
| | | | | | | | | | | | | | Total (BTU) | 56798,39 |

Tabla 4.26: Cálculo de carga térmica para el Laboratorio de Simulación.

| | Longitud (m) | Ancho (m) | Altura (m) | Area (m ²) | A. Puerta (m ²) | Factor U (W/m ² *K) | CLTD (K) | Volumen (m ³) | ACH | Temp. Ext. (°C) | Temp. Int. (°C) | Cantidad | Carga (KW) | Carga Total (KW) |
|----------------|--------------|-----------|------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------|---------------------------|------|-----------------|-----------------|----------|--------------------|------------------|
| Pared E | 11,00 | NA | 3,30 | 36,30 | 0,00 | 2,00 | 11,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,80 | 0,80 |
| Pared NE | 6,00 | NA | 3,30 | 19,80 | 0,00 | 2,00 | 9,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,36 | 0,36 |
| Pared SE | 6,00 | NA | 3,30 | 19,80 | 2,88 | 2,00 | 10,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,34 | 0,34 |
| Techo | 6,00 | 11,00 | NA | 66,00 | 0,00 | 0,67 | 24,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 1,06 | 1,06 |
| Puerta NE | 1,20 | NA | 2,40 | 2,88 | 0,00 | 1,20 | 9,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,03 | 0,03 |
| Infiltracion | 11,00 | 6,00 | 3,30 | NA | NA | NA | NA | 217,80 | 0,34 | 33,00 | 23,00 | 1,00 | 0,25 | 0,25 |
| Equipos Varios | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 3,00 | 0,50 | 1,50 |
| Computadoras | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 30,00 | 0,16 | 4,65 |
| Iluminacion | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 6,00 | 0,04 | 0,21 |
| Personas | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 30,00 | 0,13 | 3,90 |
| | | | | | | | | | | | | | Total | 13,09 |
| | | | | | | | | | | | | | 15% C.L | 15,71 |
| | | | | | | | | | | | | | 10% P.D. | 17,28 |
| | | | | | | | | | | | | | Total (BTU) | 60487,92 |

Tabla 4.27: Cálculo de carga térmica para el Laboratorio de Redes Eléctricas.

| | Longitud (m) | Ancho (m) | Altura (m) | Area (m ²) | A. Puerta (m ²) | Factor U (W/m ² *K) | CLTD (K) | Volumen (m ³) | ACH | Temp. Ext. (°C) | Temp. Int. (°C) | Cantidad | Carga (KW) | Carga Total (KW) |
|----------------|--------------|-----------|------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------|---------------------------|------|-----------------|-----------------|----------|--------------------|------------------|
| Pared E | 6,60 | NA | 3,30 | 21,78 | 0,00 | 2,00 | 17,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,74 | 0,74 |
| Pared O | 13,20 | NA | 3,30 | 43,56 | 5,76 | 2,00 | 22,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 1,66 | 1,66 |
| Techo | 10,38 | 10,50 | NA | 108,99 | 0,00 | 0,67 | 34,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 2,48 | 2,48 |
| Puerta O | 2,40 | NA | 2,40 | 5,76 | 0,00 | 1,20 | 17,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,12 | 0,12 |
| Infiltracion | 10,38 | 10,50 | 3,30 | NA | NA | NA | NA | 359,67 | 0,34 | 33,00 | 23,00 | 1,00 | 0,41 | 0,41 |
| Equipos Varios | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 15,00 | 1,00 | 15,00 |
| Computadoras | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 8,00 | 0,16 | 1,24 |
| Iluminacion | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 5,00 | 0,04 | 0,18 |
| Personas | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 15,00 | 0,13 | 1,95 |
| | | | | | | | | | | | | | Total | 23,78 |
| | | | | | | | | | | | | | 15% C.L | 28,53 |
| | | | | | | | | | | | | | 10% P.D. | 31,39 |
| | | | | | | | | | | | | | Total (BTU) | 109848,07 |

Tabla 4.28: Cálculo de carga térmica para el Laboratorio de Electrónica A/B.

| | Longitud (m) | Ancho (m) | Altura (m) | Area (m2) | A. Puerta (m2) | Factor U (W/m2*K) | CLTD (K) | Volumen (m3) | ACH | Temp. Ext. (°C) | Temp. Int. (°C) | Cantidad | Carga (KW) | Carga Total (KW) |
|----------------|--------------|-----------|------------|-----------|----------------|-------------------|----------|--------------|------|-----------------|-----------------|----------|--------------------|------------------|
| Pared NE | 11,06 | NA | 3,30 | 36,50 | 5,76 | 2,00 | 9,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,55 | 0,55 |
| Pared SE | 11,06 | NA | 3,30 | 36,50 | 0,00 | 2,00 | 10,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,73 | 0,73 |
| Puerta NE | 2,40 | NA | 2,40 | 5,76 | 0,00 | 1,20 | 9,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,06 | 0,06 |
| Infiltracion | 11,06 | 10,00 | 3,30 | NA | NA | NA | NA | 364,98 | 0,34 | 33,00 | 23,00 | 1,00 | 0,41 | 0,41 |
| Equipos Varios | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 15,00 | 0,40 | 6,00 |
| Computadoras | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 7,00 | 0,16 | 1,09 |
| Iluminacion | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 9,00 | 0,04 | 0,32 |
| Personas | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 20,00 | 0,13 | 2,60 |
| | | | | | | | | | | | | | Total | 11,76 |
| | | | | | | | | | | | | | 15% C.L. | 14,11 |
| | | | | | | | | | | | | | 10% P.D. | 15,52 |
| | | | | | | | | | | | | | Total (BTU) | 54327,02 |

Tabla 4.29: Cálculo de carga térmica para el Laboratorio de Automatización I.

| | Longitud (m) | Ancho (m) | Altura (m) | Area (m2) | A. Puerta (m2) | Factor U (W/m2*K) | CLTD (K) | Volumen (m3) | ACH | Temp. Ext. (°C) | Temp. Int. (°C) | Cantidad | Carga (KW) | Carga Total (KW) |
|----------------|--------------|-----------|------------|-----------|----------------|-------------------|----------|--------------|------|-----------------|-----------------|----------|--------------------|------------------|
| Pared NE | 5,30 | NA | 3,30 | 17,49 | 0,00 | 2,00 | 9,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,31 | 0,31 |
| Pared SE | 5,30 | NA | 3,30 | 17,49 | 0,00 | 2,00 | 10,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,35 | 0,35 |
| Techo | 5,30 | 10,00 | NA | 53,00 | 0,00 | 0,67 | 24,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,85 | 0,85 |
| Infiltracion | 5,30 | 10,00 | 3,30 | NA | NA | NA | NA | 174,90 | 0,34 | 33,00 | 23,00 | 1,00 | 0,20 | 0,20 |
| Equipos Varios | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 18,00 | 0,05 | 0,90 |
| Computadoras | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 15,00 | 0,16 | 2,33 |
| Iluminacion | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 6,00 | 0,04 | 0,21 |
| Personas | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 17,00 | 0,13 | 2,21 |
| | | | | | | | | | | | | | Total | 7,05 |
| | | | | | | | | | | | | | 15% C.L. | 8,45 |
| | | | | | | | | | | | | | 10% P.D. | 9,30 |
| | | | | | | | | | | | | | Total (BTU) | 32549,10 |

Tabla 4.30: Cálculo de carga térmica para el Laboratorio de Automatización II.

| | Longitud (m) | Ancho (m) | Altura (m) | Area (m ²) | A. Puerta (m ²) | Factor U (W/m ² *K) | CLTD (K) | Volumen (m ³) | ACH | Temp. Ext. (°C) | Temp. Int. (°C) | Cantidad | Carga (KW) | Carga Total (KW) |
|----------------|--------------|-----------|------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------|---------------------------|------|-----------------|-----------------|----------|--------------------|------------------|
| Pared NE | 9,71 | NA | 3,30 | 32,04 | 5,76 | 2,00 | 9,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,47 | 0,47 |
| Pared SE | 9,71 | NA | 3,30 | 32,04 | 0,00 | 2,00 | 10,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,64 | 0,64 |
| Techo | 9,71 | 10,00 | NA | 97,10 | 0,00 | 0,67 | 24,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 1,56 | 1,56 |
| Puerta NE | 2,40 | NA | 2,40 | 5,76 | 0,00 | 1,20 | 9,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,06 | 0,06 |
| Infiltracion | 9,71 | 10,00 | 3,30 | NA | NA | NA | NA | 320,43 | 0,34 | 33,00 | 23,00 | 1,00 | 0,36 | 0,36 |
| Equipos Varios | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 18,00 | 0,05 | 0,90 |
| Computadoras | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 15,00 | 0,16 | 2,33 |
| Iluminacion | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 9,00 | 0,04 | 0,32 |
| Personas | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 40,00 | 0,13 | 5,20 |
| | | | | | | | | | | | | | Total | 11,37 |
| | | | | | | | | | | | | | 15% C.L | 13,64 |
| | | | | | | | | | | | | | 10% P.D. | 15,01 |
| | | | | | | | | | | | | | Total (BTU) | 52518,27 |

Tabla 4.31: Cálculo de carga térmica para el Laboratorio de Electrónica Médica.

| | Longitud (m) | Ancho (m) | Altura (m) | Area (m ²) | A. Puerta (m ²) | Factor U (W/m ² *K) | CLTD (K) | Volumen (m ³) | ACH | Temp. Ext. (°C) | Temp. Int. (°C) | Cantidad | Carga (KW) | Carga Total (KW) |
|----------------|--------------|-----------|------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------|---------------------------|------|-----------------|-----------------|----------|--------------------|------------------|
| Pared E | 9,90 | NA | 3,30 | 32,67 | 0,00 | 2,00 | 11,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,72 | 0,72 |
| Pared NE | 6,60 | NA | 3,30 | 21,78 | 5,76 | 2,00 | 9,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,29 | 0,29 |
| Pared SE | 6,60 | NA | 3,30 | 21,78 | 0,00 | 2,00 | 10,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,44 | 0,44 |
| Techo | 6,60 | 10,00 | NA | 66,00 | 0,00 | 0,67 | 24,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 1,06 | 1,06 |
| Puerta NE | 2,40 | NA | 2,40 | 5,76 | 0,00 | 1,20 | 9,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,06 | 0,06 |
| Infiltracion | 6,60 | 10,00 | 3,30 | NA | NA | NA | NA | 217,80 | 0,34 | 33,00 | 23,00 | 1,00 | 0,25 | 0,25 |
| Equipos Varios | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 5,00 | 0,10 | 0,50 |
| Computadoras | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 2,00 | 0,16 | 0,31 |
| Iluminacion | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 6,00 | 0,04 | 0,21 |
| Personas | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 35,00 | 0,13 | 4,55 |
| | | | | | | | | | | | | | Total | 8,38 |
| | | | | | | | | | | | | | 15% C.L | 10,06 |
| | | | | | | | | | | | | | 10% P.D. | 11,07 |
| | | | | | | | | | | | | | Total (BTU) | 38729,59 |

Tabla 4.32: Cálculo de carga térmica para el Laboratorio de Sistemas Digitales.

| | Longitud (m) | Ancho (m) | Altura (m) | Area (m ²) | A. Puerta (m ²) | Factor U (W/m ² *K) | CLTD (K) | Volumen (m ³) | ACH | Temp. Ext. (°C) | Temp. Int. (°C) | Cantidad | Carga (KW) | Carga Total (KW) |
|----------------|--------------|-----------|------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------|---------------------------|------|-----------------|-----------------|----------|--------------------|------------------|
| Pared O | 10,00 | NA | 3,30 | 33,00 | 0,00 | 2,00 | 11,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,73 | 0,73 |
| Pared NE | 6,60 | NA | 3,30 | 21,78 | 5,76 | 2,00 | 9,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,29 | 0,29 |
| Pared SE | 6,60 | NA | 3,30 | 21,78 | 0,00 | 2,00 | 10,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,44 | 0,44 |
| Techo | 6,60 | 10,00 | NA | 66,00 | 0,00 | 0,67 | 24,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 1,06 | 1,06 |
| Puerta NE | 2,40 | NA | 2,40 | 5,76 | 0,00 | 1,20 | 9,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,06 | 0,06 |
| Infiltracion | 6,60 | 10,00 | 3,30 | NA | NA | NA | NA | 217,80 | 0,34 | 33,00 | 23,00 | 1,00 | 0,25 | 0,25 |
| Equipos Varios | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 5,00 | 0,10 | 0,50 |
| Computadoras | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 15,00 | 0,16 | 2,33 |
| Iluminacion | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 6,00 | 0,04 | 0,21 |
| Personas | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 20,00 | 0,13 | 2,60 |
| | | | | | | | | | | | | | Total | 8,46 |
| | | | | | | | | | | | | | 15% C.L | 10,15 |
| | | | | | | | | | | | | | 10% P.D. | 11,16 |
| | | | | | | | | | | | | | Total (BTU) | 39063,43 |

Tabla 4.33: Cálculo de carga térmica para el Laboratorio de Control Automático.

| | Longitud (m) | Ancho (m) | Altura (m) | Area (m ²) | A. Puerta (m ²) | Factor U (W/m ² *K) | CLTD (K) | Volumen (m ³) | ACH | Temp. Ext. (°C) | Temp. Int. (°C) | Cantidad | Carga (KW) | Carga Total (KW) |
|----------------|--------------|-----------|------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------|---------------------------|------|-----------------|-----------------|----------|--------------------|------------------|
| Pared O | 7,00 | NA | 3,30 | 23,10 | 0,00 | 2,00 | 11,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,51 | 0,51 |
| Pared NE | 16,39 | NA | 3,30 | 54,09 | 0,00 | 2,00 | 9,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,97 | 0,97 |
| Pared SE | 16,39 | NA | 3,30 | 54,09 | 5,76 | 2,00 | 10,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,97 | 0,97 |
| Techo | 16,39 | 7,00 | NA | 114,73 | 0,00 | 0,67 | 24,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 1,84 | 1,84 |
| Puerta NE | 2,40 | NA | 2,40 | 5,76 | 0,00 | 1,20 | 9,00 | NA | NA | NA | NA | 1,00 | 0,06 | 0,06 |
| Infiltracion | 17,60 | 7,00 | 3,30 | NA | NA | NA | NA | 406,56 | 0,34 | 33,00 | 23,00 | 1,00 | 0,46 | 0,46 |
| Equipos Varios | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 5,00 | 1,50 | 7,50 |
| Computadoras | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 10,00 | 0,16 | 1,55 |
| Iluminacion | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 9,00 | 0,04 | 0,32 |
| Personas | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 30,00 | 0,13 | 3,90 |
| | | | | | | | | | | | | | Total | 18,08 |
| | | | | | | | | | | | | | 15% C.L | 21,70 |
| | | | | | | | | | | | | | 10% P.D. | 23,87 |
| | | | | | | | | | | | | | Total (BTU) | 83534,87 |

4.4 CRITERIOS PARA SELECCIÓN DE SENSORES DE PRESENCIA

PARA EL AHORRO DE ENERGÍA

Existen diversos tipos de sensores de presencia que funcionan con diferentes tecnologías:

- PIR (rayos infrarrojos pasivos)
- Ultrasónica
- Dual

Tecnología PIR: Los detectores PIR reaccionan sólo ante determinadas fuentes de energía tales como el cuerpo humano. Estos captan la presencia detectando la diferencia entre el calor emitido por el cuerpo humano y el espacio alrededor como se puede apreciar en la figura 4.8.

Los sensores PIR utilizan un lente de Fresnel que distribuye los rayos infrarrojos en diferentes zonas, los cuales tienen diferentes longitudes e inclinaciones. Cuando se da un cambio de temperatura en alguno de estas zonas, se detecta la presencia y se acciona la carga [21]. Con objeto de lograr total confiabilidad, esta tecnología integra además, un filtro especial de luz que elimina toda posibilidad de falsas detecciones causadas por la luz visible (rayos solares), así como circuitos especiales que dan mayor inmunidad a ondas de radio frecuencia. La tecnología PIR permite definir con precisión al 100% el área de cobertura requerida.

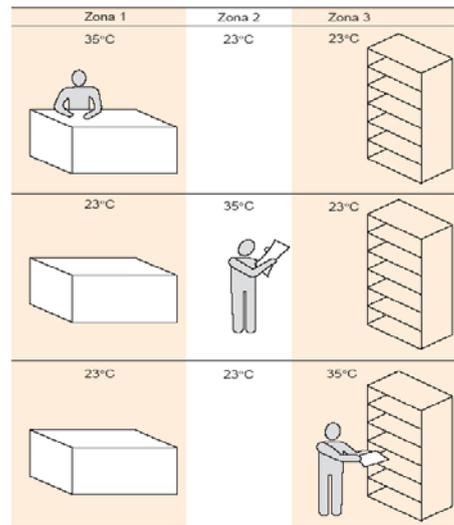


Figura 4.8: Funcionamiento de sensor de presencia tecnología PIR

Al instalar un sensor de presencia de tecnología PIR, se debe tener presente algunas consideraciones:

- No debe existir objetos que obstruyan la visión del sensor en el área a sensor.
- No existe interferencia entre las coberturas de dos o más sensores.
- Las puertas al abrir no deben interferir en la línea de vista del sensor.
- El sensor no puede ver a través de los vidrios.
- En algunas aplicaciones, el sensor con tecnología PIR puede venir con una fotocelda incorporada para lugares donde se tiene un nivel de luz natural para trabajar.

Tecnología Ultrasónica: Son sensores de movimiento volumétricos que utilizan el principio Doppler. Los sensores emiten ondas de sonido ultrasónico hacia el área a controlar, las cuales rebotan en los objetos presentes y regresan al receptor del detector [21]. El movimiento de una persona (figura 4.9) en el área provoca que las ondas de sonido regresen con una frecuencia diferente a la cual fue emitida, lo cual es interpretado como detección de presencia.

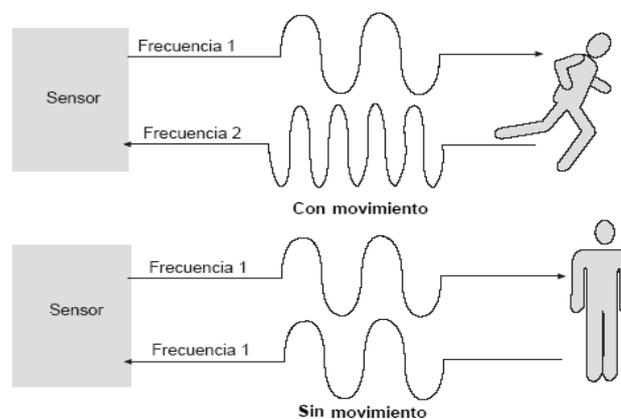


Figura 4.9: Frecuencias Emitidas y Receptadas por Movimientos de Personas

Los sensores ultrasónicos contienen un transmisor y uno o varios receptores. Estos transmiten las ondas sonoras a una alta frecuencia generada por un oscilador de cristal de cuarzo. Dicha frecuencia es tan alta que no alcanza a ser percibida por el hombre. Dado que la cobertura ultrasónica puede “ver” a través de puertas y divisiones, es necesario darle una ubicación adecuada al sensor para evitar así, posibles detecciones fuera de la zona deseada. Las áreas con alfombra gruesa y

materiales antiacústicos absorben el sonido ultrasónico y pueden reducir la cobertura.

La eficiencia del sensor también puede verse alterada por flujo excesivo de aire provocado por aires acondicionados, ventiladores, calefacción, etc. Para estos casos es recomendable a una distancia mayor de 1.8 m de los sistemas de extracción de aire y a una distancia mayor de 1.2 m de un sistema de abastecimiento de aire.

Tecnología Dual: Es una combinación de las tecnologías PIR y Ultrasónica, proporcionando así un mejor control de iluminación y ahorro de energía en áreas donde sensores de una sola tecnología pudieran presentar deficiencias en la detección. La combinación de PIR y Ultrasónica permite que el sensor aproveche las mejores características de ambas tecnologías, ofreciendo así mayor sensibilidad y exactitud de operación [21].

Esta tecnología presenta diferentes configuraciones de operación. La configuración estándar energiza la carga cuando las dos tecnologías detectan ocupación de forma simultánea, la mantiene encendida mientras una de las dos siga detectando presencia y la apaga cuando el área se

desocupa. Según las condiciones específicas de la zona a controlar, es posible cambiar dicha configuración.

La tecnología dual ayuda en casos donde pueden presentarse diferentes situaciones en las cuales sensores de una sola tecnología no son capaces de discriminarlas. El flujo de aire generado por el aire acondicionado podría provocar falsos encendidos para un sensor ultrasónico, mientras que la falta de actividad en el área pudiera provocar falsos apagones con un PIR. Este tipo de problemas se pueden resolver con la tecnología Dual, ya que para el encendido de la carga (luces y acondicionadores de aire), el detector, en su configuración estándar, necesita detección de presencia de las dos tecnologías, mientras que para mantener dicha carga, sólo es necesario que alguna de las dos tecnologías detecte movimiento por mínimo que éste sea.

Para el caso de los laboratorios, se seleccionó la tecnología dual, ya que cuenta con muchas prestaciones y además ofrece mayor confianza al momento de sensar la presencia de personas en los laboratorios. En cada laboratorio, se cuenta con un sensor de presencia de tecnología dual con una cobertura de 360° y en el caso de contar con secciones divididas se colocará un sensor en dicha sección con cobertura de 90°.

CAPÍTULO V

CONTROL Y MONITOREO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO, CLIMATIZACIÓN Y SEGURIDAD

5.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

5.1.1 Definición de PLC

Un PLC es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales [22].

5.1.2 Arquitectura del PLC

En su estructura, el PLC básicamente está conformado por los siguientes elementos [23]:

- Fuente de alimentación
- CPU
- Módulos de Entradas y Salidas digitales
- Módulos de Entradas y Salidas analógicas
- Módulos Especiales

En la figura 5.1 se muestra la arquitectura básica de un PLC.

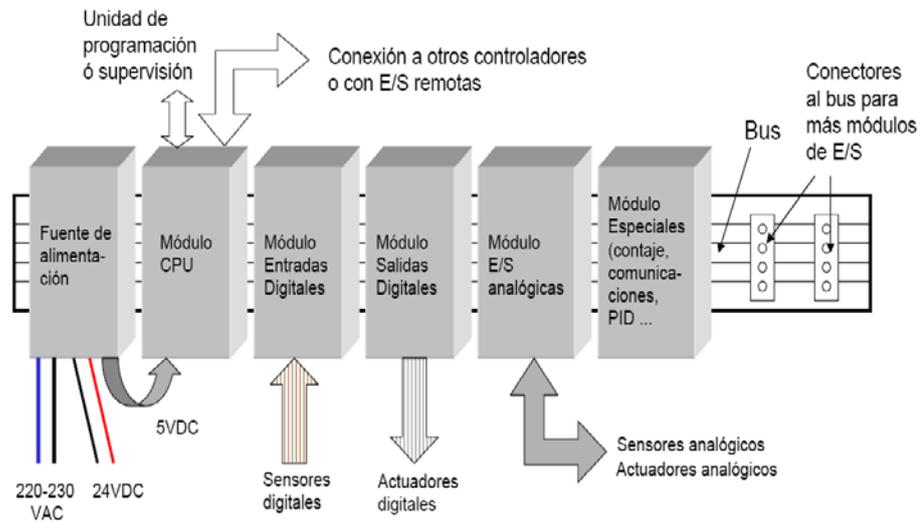


Figura 5.1: Arquitectura Básica del PLC

5.1.3 Selección de un PLC

Para la selección del PLC se debe tomar en cuenta algunas consideraciones [22] [23], las cuales son:

- Características de entradas y salidas.
- Capacidad de entradas y salidas.
- Ciclo de ejecución.
- Comunicaciones.
- Conjunto de Instrucciones.
- Módulos funcionales.
- Memoria de programa.

5.1.4 PLC VersaMax Nano Micro

La familia de PLCs VersaMax incluye una extensa gama de autómatas programables compactos con prestaciones de PLCs grandes. Conocidos como NanoPLCs y MicroPLCs, estos autómatas ofrecen potentes características de programación tales como funcionalidad de contador rápido integrada, la posibilidad de asignar contraseñas y niveles de privilegio para controlar el acceso y la posibilidad de anular o corregir funciones [24].

5.1.5 Características del PLC VersaMax Micro 23 puntos

El MicroPLC VersaMax de 23 puntos acepta trece entradas DC y dos entradas analógicas. Proporciona una salida DC, nueve salidas por relé de 2 A normalmente abiertas y una salida analógica. Además, posee un selector de modo Marcha/Paro. Este selector puede configurarse como interruptor de marcha/parada, como interruptor de protección de la memoria y puede utilizarse para cancelar fallos cuando se produce un fallo fatal. Cuenta también con regletas de bornes extraíbles y leds de estado [24].

Otras características importantes son:

- Alimentación de entrada nominal de 100VAC hasta 240VAC.

- Alimentación de salida de +24VDC disponible para dispositivos de campo.
- Las entradas DC pueden ser configurables para utilizarse como entradas estándar de lógica positiva o lógica negativa o de entradas de contador rápido.
- Una salida DC que puede utilizarse como salida estándar de contador rápido, de modulación de anchura de impulsos o de tren de impulsos.
- Nueve salidas por relé.
- Ampliable hasta 79 puntos empleando hasta cuatro unidades de ampliación de 14 puntos.
- Dos puertos de comunicaciones Serie. El puerto 1 (RS-232) soporta los protocolos esclavo SNP/SNPX. El puerto 2 (RS-485) soporta los protocolos esclavo y maestro SNP/ SNPX y el protocolo esclavo RTU y Serial I/O.
- Reloj de hora del día.
- Dos potenciómetros analógicos.
- Juego de Instrucciones de Programación repleto de características con matemática de coma flotante. El programa de aplicación puede crearse bien en formato de esquema de contactos (LD o EDC) o lista de instrucciones (IL o LDI).

- 9K palabras de memoria para programas, 2048 palabras de registros.
- Memoria Flash (ROM) para almacenamiento de programas no volátiles y para firmware del sistema.
- Configurable para leer la configuración al conectar la corriente bien desde memoria RAM o desde memoria flash (ROM). También puede configurarse para leer un programa de aplicación desde flash al conectar la corriente.
- El condensador protege los datos en la RAM y el reloj de hora del día durante al menos 30 minutos.
- Protección de datos opcional por pila de litio para la RAM y el reloj en tiempo real.

La figura 5.2 muestra el PLC VersaMax Micro de 23 puntos con algunas de sus características.

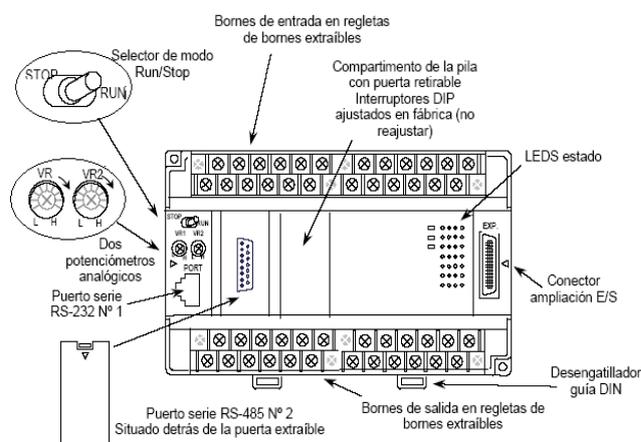


Figura 5.2: PLC VersaMax Micro de 23 puntos

5.1.6 El software Cimplicity Machine Edition

Cimplicity Machine Edition es el nombre del software que sirve para programar los PLC VersaMax Micro de 23 puntos. Este software provee todas las herramientas necesarias para crear un control potente y aplicaciones HMI para todo tipo de aplicaciones [25].

El software contiene las siguientes características:

- Un ambiente totalmente integrado.
- Logic Developer-PC, un computador basado en software de control que incluye un set completo de editores estándar IEC.
- Logic Developer-PLC, una herramienta de software para programar PLCs de GE FANUC.
- View, un sistema completo para crear un HMI para unidades Windows NT, Windows CE y Quick Panel.
- Motion Developer, para desarrollar aplicaciones de control Whedco motion.
- Local Manager, una versión para la auditoría, control y seguridad del sistema para el desarrollo de procesos de automatización y control.
- Características de acceso web que permite obtener datos del HMI en tiempo real en cualquier parte.

5.1.7 Descripción del Proceso

El proceso como se desarrolla el control del Sistema Contra Incendio, Climatización y Seguridad es el siguiente.

Las cerraduras eléctricas de cada laboratorio se activarán y desactivarán de acuerdo a un horario de apertura y cierre. Este horario solo será válido para días laborables, es decir de lunes a viernes. Los fines de semana este horario queda sin efecto por tanto las cerraduras estarán activadas. Para poder acceder a cualquiera de los laboratorios en horarios en los que la cerradura esté activada, se cuenta con un acceso por teclado el cual si el código ingresado es el correcto enviará al PLC la señal para desactivar la cerradura eléctrica. Además se cuenta con un contacto auxiliar en la programación llamado acceso_virtual para la apertura de la puerta, el cual puede activarse desde el programa de monitoreo.

En cada uno de los 12 laboratorios, se supervisaran las mismas variables las cuales son:

- El estado del relé del teclado de acceso en los diferentes laboratorios.

- La presencia de personas en los laboratorios por medio de sensores de presencia ubicados en cada ambiente de los laboratorios.
- La advertencia de un posible incendio por medio de 2 tipos de detectores de humo, el fotoeléctrico y el iónico.
- El estado de las puertas por medio de sensores magnéticos ubicados en los marcos de las diferentes puertas de acceso de los laboratorios.
- La temperatura del laboratorio para el control de la climatización por medio de un sensor de temperatura.

De acuerdo al estado de las variables anteriormente mencionadas, el programa de control activará las siguientes salidas:

- Las cerraduras eléctricas serán desactivadas solo cuando el teclado de acceso envíe la señal de código ingresado es el correcto. Además se cuenta con otro medio de desactivar las cerraduras eléctricas el cual es por medio de un contacto auxiliar llamado acceso_virtual el cual es activo desde el programa de monitoreo.
- Los relés de luces se energizarán solo cuando el sensor de presencia envíe la señal de personas presentes.

- Las luces estroboscópicas y las sirenas serán activadas por la misma señal de salida del PLC. Estas se activarán solo cuando los 2 tipos de detectores se hayan activado.
- La válvula de descarga del gas será activada sólo cuando después de haber transcurrido 20 segundos en que los 2 tipos de detectores hayan enviado la señal al PLC. En caso de que uno de los detectores se desactive antes de llegar a los 20 segundos, la válvula no se energizará y en caso de que vuelva a activarse la cuenta regresiva será siempre de 20 segundos.
- El compresor será activado solo cuando la señal análoga de temperatura proveniente de un laboratorio específico supere por 2° C el valor de referencia y se desactivará solo cuando la temperatura del laboratorio este 2° C por debajo del valor de referencia. Cabe recalcar que lo anteriormente descrito, solo sucederá cuando los sensores de presencia envíen la señal al PLC de presencia de personas presentes en el lugar.

Además deberá tenerse en cuenta algunas consideraciones en el caso de presentarse un posible incendio y de la activación de la válvula de descarga de gas:

- Se cuenta con un pulsador ubicado cerca de cada puerta de los laboratorios, el cual sirve como aborto para la descarga de gas. La señal que envía este pulsador solo será reconocida por el PLC en el caso de tener activados los 2 tipos de detectores de humo y dará un retardo en la descarga del gas de 10 segundos. En el caso de que alguna persona mantenga presionado el pulsador, la señal recibida por el PLC es un pulso y dará el mismo tiempo de retardo.
- La cerradura eléctrica se activará 10 segundos antes de la descarga del gas siempre y cuando en el laboratorio no exista la presencia de personas. Con la cerradura eléctrica se desactivarán los relés de luces y el compresor sin importar la presencia de personas en el laboratorio.
- Una vez iniciada la cuenta regresiva de descarga de gas y en el caso de que la puerta sea abierta y se la mantuviera en ese estado antes de completar la descarga, la cuenta regresiva será detenida mientras el sensor magnético no detecte que la puerta ha sido cerrada.
- En caso de requerir ingresar a alguno de los laboratorios y de encontrarse activada la cerradura eléctrica, el acceso por teclado o el acceso por medio del programa de monitoreo no quedan restringidos.

- La válvula de descarga de gas solo estará activada por 10 segundos. Este es el tiempo estimado que dura la descarga total del gas.
- Después de la descarga del gas, la cerradura eléctrica permanecerá activada durante 60 segundos tiempo para el cual la concentración del gas es alcanzado y se logra extinguir el fuego.

5.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO

5.2.1 Sistemas SCADA

Son sistemas de adquisición de datos y control de supervisión. Se trata de una aplicación software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (sensores, actuadores, autómatas programables, etc.) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador [23]. Además, proveen de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como de otros supervisores dentro de la empresa: control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc. En este tipo de sistemas usualmente existe un ordenador, que efectúa tareas de

supervisión y gestión de alarmas, así como el tratamiento de datos y control de procesos.

5.2.2 Prestaciones de un Sistema SCADA

Un paquete SCADA debe estar en disposición de ofrecer las siguientes prestaciones:

- Posibilidad de crear paneles de alarma, que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o situación de alarma, con registro de incidencias.
- Generación de históricos de señal de planta, que pueden ser volcados para su proceso sobre una hoja de cálculo.
- Ejecución de programas, que modifican la ley de control, o incluso anular o modificar las tareas asociadas al autómeta, bajo ciertas condiciones.
- Posibilidad de programación numérica, que permite realizar cálculos aritméticos de elevada resolución sobre la CPU del ordenador.

Con todas las prestaciones anteriormente mencionadas, se pueden desarrollar aplicaciones para ordenadores, con captura de datos,

análisis de señales, presentaciones en pantalla, envío de resultados a disco e impresora, etc.

5.2.3 Requisitos de un SCADA

Un SCADA debe cumplir varios objetivos para que su instalación sea perfectamente aprovechada:

- Deben ser sistemas de arquitectura abierta, capaces de crecer o adaptarse según las necesidades cambiantes de la empresa.
- Deben comunicarse con total facilidad y de forma transparente al usuario con el equipo de planta y con el resto de la empresa (redes locales y de gestión).
- Deben ser programas sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware, y fáciles de utilizar, con interfases amigables con el usuario.

5.2.4 Componentes de un SCADA

Los componentes de un sistema SCADA son:

Unidades Terminales Remotas o RTU: La RTU puede leer el estado de los datos digitales o medidas de datos analógicos y envía comandos digitales de salida o puntos de ajuste analógicos [23].

Una de las partes más importantes de la implementación de SCADA son las alarmas. Una alarma es un punto de estado digital que tiene cada valor NORMAL o ALARMA. La alarma se puede crear en cada paso que los requerimientos lo necesiten.

Estación Maestra: El término "Estación Maestra" se refiere a los servidores y el software responsable que se comunica con el equipo localizado en el cuarto de control (RTUs, PLCs, etc). En esta clasificación esta el software HMI (Intouch, WinCC, RSView, etc.) [23].

El sistema SCADA usualmente presenta la información al personal operativo de manera gráfica, en la forma de un diagrama de representación. Esto significa que el operador puede ver un esquema que representa la planta que está siendo controlada.

Infraestructura de Comunicación: Los sistemas SCADA tienen tradicionalmente una combinación de radios y señales directas seriales o conexiones de modem para conocer los requerimientos de comunicaciones, incluso Ethernet e IP [23].

5.2.5 El Software de monitoreo InTouch

El software InTouch provee una forma rápida y sencilla de crear Interfaz hombre-máquina (HMI) para aplicaciones en sistemas operativos bajo plataforma Windows. Posee una aplicación llamada SmartSymbols que representa un enorme avance en la creación, despliegue y modificación de elementos gráficos dentro de una aplicación. Cualquier gráfico en una ventana de InTouch puede convertirse en un SmartSymbol con solo un clic. Además, posee el QuickScript que permite ejecutar comandos y operaciones lógicas basados en criterios específicos [26] [27].

También, Intouch provee dos tipos de gráficos de tendencias de variables, el Real-time y el Historical, en los cuales se pueden observar el comportamiento de hasta 8 variables en la misma gráfica. InTouch se compone de tres programas: el InTouch Application Manager, WindowMarker y WindowViewer.

5.2.6 Desarrollo de las Pantallas de Monitoreo

5.2.6.1 Descripción de Pantallas de Monitoreo

Pantalla Inicio

En esta pantalla se muestra los diferentes accesos a otras pantallas. En ella se puede acceder a la pantalla de registro

de Fecha/Hora, pantalla Registro de Cerraduras/Temperatura, pantalla Mímico, pantalla Históricos Sección I, Históricos Sección II, Históricos Sección III, Laboratorio Electrónica de Potencia, Laboratorio Sistemas de Potencia, Laboratorio Máquinas/Controles Industriales, Laboratorio Simulación Sistemas de Potencia, Laboratorio de Simulación, Laboratorio Redes Eléctricas, Laboratorio Electrónica A/B, Laboratorio Electrónica Médica, Laboratorio Automatización I, Laboratorio Automatización II, Laboratorio Sistemas Digitales, Laboratorio Control Automático.

Pantalla Registro de Datos Fecha/Hora

En esta pantalla se puede registrar el día, mes y año así como la hora, los minutos y los segundos. En esta pantalla se cuenta con las botoneras Start, Stop y Set. Primero se debe llenar los campos requeridos (hora, minutos, etc.) luego de lo cual se presiona la botonera Set para cargar los datos en el PLC después de esto se volverá a presionar la botonera Set, para posteriormente presionar la botonera Start para dar inicio al reloj. Si se desea realizar cambios en alguno de los campos, se debe presionar la botonera Stop y

ahí llenar los campos con los nuevos valores, luego de lo cual se presionará la botonera Set dos veces para cargar los nuevos valores en el PLC, después de esto se deberá presionar la botonera Start.

Pantalla Registro de Datos Cerradura/Temperatura

En esta pantalla se puede llenar los campos Hora Apertura, Hora Cierre y Temperatura establecidos por el operador. Además se puede observar el estado de las puertas y cerraduras, así como el estado de las luces en los distintos laboratorios. Se puede observar el estado de la cerradura por medio de un indicador, si el indicador se encuentra de color rojo, esto quiere decir que la cerradura esta activa, si el indicador se encuentra de color verde, quiere decir que la cerradura esta desactivada. Se cuenta también con una botonera que permite el acceso por medio del PC llamada Acceso Virtual.

Además, se puede observar la temperatura medida y el estado del compresor de cada uno de los laboratorios.

En esta pantalla se puede acceder a cualquiera de los laboratorios para ver de una manera específica el estado de cada uno de ellos.

Pantalla Mímico

En esta pantalla se puede observar las diferentes alarmas que puede presentarse en cada laboratorio. En forma general se muestra todos los laboratorios desde una vista superior. Además, dando un clic sobre cualquiera de los laboratorios, se puede acceder al estado de cada uno de ellos.

En el caso de que algunos de los detectores de humo se activen, ya sea los fotoeléctricos o los iónicos, se mostrará una alerta naranja parpadeante sobre el laboratorio en el cual se halla activado uno de estos detectores.

En el caso de que los dos detectores se activen, se mostrará una alerta roja parpadeante sobre el laboratorio en el cual se han activado los dos detectores.

Además se presenta una tercera alarma la cual es la de apertura de puerta sin autorización. Esta alarma se presentará cuando la cerradura se encuentre activa y sensor de la puerta detecte que ella ha sido abierta. Esta alarma se presentará de color verde parpadeante.

Pantalla de Históricos Sección I

Aquí se presentan el estado de algunas variables en cada uno de los laboratorios de una manera gráfica. En esta pantalla se muestra los históricos de los laboratorios de Electrónica de Potencia, Sistemas de Potencia y de Máquinas/Controles Industriales. Las variables presentadas para cada uno de los laboratorios son el estado de los detectores de humo (fotoeléctrico e iónico), los sensores de presencia, el sensor magnético de estado de puerta, la apertura por teclado, estado de válvula de descarga de gas, estado de cerradura y estado de compresor.

Pantalla de Históricos Sección II

En esta pantalla se muestra el estado de las variables de los laboratorios de Simulación de Sistemas de Potencia, Simulación, Redes Eléctricas y Electrónica A/B. Para esta

sección se muestra las mismas variables que para los de la sección I.

Pantalla de Históricos Sección III

También se muestra el estado de las variables de los laboratorios de Electrónica Médica, Automatización I, Automatización II, Sistemas Digitales y Control Automático. Para esta sección se muestra las mismas variables para las secciones anteriores.

Pantalla Laboratorios

En todos los laboratorios se muestra una ventana que está dividida en tres partes. Cada una de estas divisiones muestra diferentes tipos de información del sistema. En una de estas divisiones se presenta la fecha y la hora del sistema, la hora de apertura y la hora de cierre del laboratorio.

En la segunda de estas divisiones se muestra la información general del todo el laboratorio. En ella se presenta el estado de el compresor del Aire Acondicionado, la temperatura medida y la temperatura requerida, el estado de las luces,

estado de la cerradura, estado de la puerta de ingreso al laboratorio, si existen personas presentes y el estado de los detectores fotoeléctricos e iónicos del laboratorio.

En la tercera división de la ventana, se muestra el mímico todos los laboratorios. En el caso activarse uno ó los dos detectores de humo de otro u otros laboratorios, se presentarán las alertas naranja y roja respectivamente y dando clic sobre la alerta, se podrá acceder al laboratorio con dicha alerta. En caso de no presentarse ningún tipo de alerta, dando clic sobre cualquiera de las secciones se accederá a la pantalla Mímico.

Además se presenta en forma visual el estado de la válvula de descarga del gas, tiempo de descarga del gas, el estado de la luz estroboscópica y de la sirena así como el estado de los detectores de humo, el estado de las luces, estado de cerradura y estado de la puerta de ingreso.

En caso de que se requiera realizar un cambio en los campos de la pantalla Registro de Cerradura/Temperatura, se lo podrá realizar por medio de un clic sobre la cerradura.

5.2.6.2 Application Script

```
{-----Fecha / Hora -----}
```

```
IF Ini == 1 THEN
  S1 = segund MOD 10;
  S2 = segund / 10;
  MI1 = minuto MOD 10;
  M2 = minuto / 10;
  H1 = hora MOD 10;
  H2 = hora / 10;
  DI1 = diames MOD 10;
  D2 = diames / 10;

  A1 = años MOD 10;
  A2 = (años MOD 100) / 10;
  A3 = (años MOD 1000) / 100;
  A4 = años / 1000;

ELSE
  S1 = 0;
  S2 = 0;
  MI1 = 0;
  M2 = 0;
  H1 = 0;
  H2 = 0;
ENDIF;

IF dom == 1 THEN
  dia = 0;
ELSE
  IF lun == 1 THEN
    dia = 1;
  ELSE
    IF mar == 1 THEN
      dia = 2;
    ELSE
      IF mie == 1 THEN
        dia = 3;
      ELSE
        IF jue == 1 THEN
          dia = 4;
        ELSE
```



```

        mes = 10;
    ELSE
        IF dic == 1 THEN
            mes = 11;
        ENDIF;
    ENDIF;
ENDIF;
ENDIF;
ENDIF;
ENDIF;
ENDIF;
ENDIF;
ENDIF;
ENDIF;
ENDIF;
ENDIF;

```

```

IF Sete == 1 THEN
    Se = 1;
ELSE
    Se = 0;
ENDIF;

```

```

IF diame >= 30 AND M22 == 1 AND mes == 1 THEN
    diame = 29;
ENDIF;

```

```

IF diame >= 30 AND M22 == 0 AND mes == 1 THEN
    diame = 28;
ENDIF;

```

{----- Lab. Automatización Ind. I-----}

```

IF fotosecA == 1 OR ionsecA == 1 THEN
    cont = cont + 1;
ELSE
    cont = 0;
ENDIF;

```

```

IF cont == 55 THEN
    cont = 0;
ENDIF;

```

```

IF fotosecA == 1 AND ionsecA == 1 THEN

```

```
    descarga = 20 - timedes;
ELSE
    descarga = 20;
ENDIF;

IF descarga <= 0 THEN
    descarga = 0;
ENDIF;

IF vala1==1 THEN
    cont2 = cont2 + 1;
ENDIF;

IF predescarga_a1 == 0 THEN
    cont2 = 0;
    gasa1 = 0;
    cont3 = 0;
ENDIF;

IF cont2 >= 40 THEN
    cont2 = 40;
    gasa1 = 1;
ENDIF;
IF gasa1 == 1 AND predescarga_a1 == 1 THEN
    cont3 = cont3 + 1;
    IF cont3 == 60 THEN
        cont2 = cont2 - 4;
    ENDIF;
    IF cont3 == 120 THEN
        cont2 = cont2 - 4;
    ENDIF;
    IF cont3 == 180 THEN
        cont2 = cont2 - 4;
    ENDIF;
    IF cont3 == 240 THEN
        cont2 = cont2 - 4;
    ENDIF;
    IF cont3 == 300 THEN
        cont2 = cont2 - 4;
    ENDIF;
    IF cont3 == 360 THEN
        cont2 = cont2 - 4;
    ENDIF;
    IF cont3 == 420 THEN
```

```

    cont2 = cont2 - 4;
ENDIF;
IF cont3 == 480 THEN
    cont2 = cont2 - 4;
ENDIF;
IF cont3 == 520 THEN
    cont2 = cont2 - 4;
ENDIF;
ENDIF;

```

{----- Lab. Automatización Ind. II-----}

```

IF fotoa2 == 1 OR iona2 == 1 THEN
    cont2a2 = cont2a2 + 1;
ELSE
    cont2a2 = 0;
ENDIF;

```

```

IF cont2a2 == 55 THEN
    cont2a2 = 0;
ENDIF;

```

```

IF fotoa2 == 1 AND iona2 == 1 THEN
    descargaa2 = 20 - timedesa2;
ELSE
    descargaa2 = 20;
ENDIF;

```

```

IF descargaa2 <= 0 THEN
    descargaa2 = 0;
ENDIF;

```

```

IF vala2==1 THEN
    cont1a2 = cont1a2 + 1;
ENDIF;

```

```

IF predescarga_a2 == 0 THEN
    cont1a2 = 0;
    gasa2 = 0;
    cont3a2 = 0;
ENDIF;

```

```

IF cont1a2 >= 40 THEN

```

```
    cont1a2 = 40;
    gasa2 = 1;
ENDIF;

IF gasa2 == 1 AND predescarga_a2 == 1 THEN
    cont3a2 = cont3a2 + 1;
    IF cont3a2 == 60 THEN
        cont1a2 = cont1a2 - 4;
    ENDIF;
    IF cont3a2 == 120 THEN
        cont1a2 = cont1a2 - 4;
    ENDIF;
    IF cont3a2 == 180 THEN
        cont1a2 = cont1a2 - 4;
    ENDIF;
    IF cont3a2 == 240 THEN
        cont1a2 = cont1a2 - 4;
    ENDIF;
    IF cont3a2 == 300 THEN
        cont1a2 = cont1a2 - 4;
    ENDIF;
    IF cont3a2 == 360 THEN
        cont1a2 = cont1a2 - 4;
    ENDIF;
    IF cont3a2 == 420 THEN
        cont1a2 = cont1a2 - 4;
    ENDIF;
    IF cont3a2 == 480 THEN
        cont1a2 = cont1a2 - 4;
    ENDIF;
    IF cont3a2 == 540 THEN
        cont1a2 = cont1a2 - 4;
    ENDIF;
ENDIF;
```

```
{----- Lab. Electrónica Médica-----}
```

```
IF fotom == 1 OR ionm == 1 THEN
    cont2m = cont2m + 1;
ELSE
    cont2m = 0;
ENDIF;
```

```
IF cont2m == 55 THEN
```

```
    cont2m = 0;
ENDIF;

IF fotom == 1 AND ionm == 1 THEN
    descargam = 20 - timedesm;
ELSE
    descargam = 20;
ENDIF;

IF descargam <= 0 THEN
    descargam = 0;
ENDIF;

IF valm==1 THEN
    cont1m = cont1m + 1;
ENDIF;

IF predescarga_m == 0 THEN
    cont1m = 0;
    gasm = 0;
    cont3m = 0;
ENDIF;

IF cont1m >= 40 THEN
    cont1m = 40;
    gasm = 1;
ENDIF;

IF gasm == 1 AND predescarga_m == 1 THEN
    cont3m = cont3m +1;
    IF cont3m == 60 THEN
        cont1m = cont1m - 4;
    ENDIF;
    IF cont3m == 120 THEN
        cont1m = cont1m - 4;
    ENDIF;
    IF cont3m == 180 THEN
        cont1m = cont1m - 4;
    ENDIF;
    IF cont3m == 240 THEN
        cont1m = cont1m - 4;
    ENDIF;
    IF cont3m == 300 THEN
        cont1m = cont1m - 4;
    ENDIF;
ENDIF;
```

```

ENDIF;
IF cont3m == 360 THEN
    cont1m = cont1m - 4;
ENDIF;
IF cont3m == 420 THEN
    cont1m = cont1m - 4;
ENDIF;
IF cont3m == 480 THEN
    cont1m = cont1m - 4;
ENDIF;
IF cont3m == 520 THEN
    cont1m = cont1m - 4;
ENDIF;
ENDIF;

```

{----- Lab. Sistemas Digitales -----}

```

IF fotodi == 1 OR iondi == 1 THEN
    cont2di = cont2di + 1;
ELSE
    cont2di = 0;
ENDIF;

IF cont2di == 55 THEN
    cont2di = 0;
ENDIF;

IF fotodi == 1 AND iondi == 1 THEN
    descargadi = 20 - timedesdi;
ELSE
    descargadi = 20;
ENDIF;

IF descargadi <= 0 THEN
    descargadi = 0;
ENDIF;

IF valdi==1 THEN
    cont1di = cont1di + 1;
ENDIF;

IF predescarga_di == 0 THEN
    cont1di = 0;
    gasdi = 0;

```

```

    cont3di = 0;
ENDIF;

```

```

IF cont1di >= 40 THEN
    cont1di = 40;
    gasdi = 1;
ENDIF;

```

```

IF gasdi == 1 AND predescarga_di == 1 THEN
    cont3di = cont3di + 1;
    IF cont3di == 60 THEN
        cont1di = cont1di - 4;
    ENDIF;
    IF cont3di == 120 THEN
        cont1di = cont1di - 4;
    ENDIF;
    IF cont3di == 180 THEN
        cont1di = cont1di - 4;
    ENDIF;
    IF cont3di == 240 THEN
        cont1di = cont1di - 4;
    ENDIF;
    IF cont3di == 300 THEN
        cont1di = cont1di - 4;
    ENDIF;
    IF cont3di == 360 THEN
        cont1di = cont1di - 4;
    ENDIF;
    IF cont3di == 420 THEN
        cont1di = cont1di - 4;
    ENDIF;
    IF cont3di == 480 THEN
        cont1di = cont1di - 4;
    ENDIF;
    IF cont3di == 520 THEN
        cont1di = cont1di - 4;
    ENDIF;
ENDIF;

```

```

{----- Lab. Control Automático -----}

```

```

IF fotoca == 1 OR ionca == 1 THEN
    cont2ca = cont2ca + 1;
ELSE

```

```
    cont2ca = 0;
ENDIF;

IF cont2ca == 55 THEN
    cont2ca = 0;
ENDIF;

IF fotoca == 1 AND ionca == 1 THEN
    descargaca = 20 - timedesca;
ELSE
    descargaca = 20;
ENDIF;

IF descargaca <= 0 THEN
    descargaca = 0;
ENDIF;

IF valca==1 THEN
    cont1ca = cont1ca + 1;
ENDIF;

IF predescarga_ca == 0 THEN
    cont1ca = 0;
    gasca = 0;
    cont3ca = 0;
ENDIF;

IF cont1ca >= 40 THEN
    cont1ca = 40;
    gasca = 1;
ENDIF;

IF gasca == 1 AND predescarga_ca == 1 THEN
    cont3ca = cont3ca +1;
    IF cont3ca == 60 THEN
        cont1ca = cont1ca - 4;
    ENDIF;
    IF cont3ca == 120 THEN
        cont1ca = cont1ca - 4;
    ENDIF;
    IF cont3ca == 180 THEN
        cont1ca = cont1ca - 4;
    ENDIF;
    IF cont3ca == 240 THEN
```

```

        cont1ca = cont1ca - 4;
    ENDIF;
    IF cont3ca == 300 THEN
        cont1ca = cont1ca - 4;
    ENDIF;
    IF cont3ca == 360 THEN
        cont1ca = cont1ca - 4;
    ENDIF;
    IF cont3ca == 420 THEN
        cont1ca = cont1ca - 4;
    ENDIF;
    IF cont3ca == 480 THEN
        cont1ca = cont1ca - 4;
    ENDIF;
    IF cont3ca == 540 THEN
        cont1ca = cont1ca - 4;
    ENDIF;
ENDIF;

```

{----- Lab. Electrónica de Potencia-----}

```

IF fotoep == 1 OR ionep == 1 THEN
    cont2ep = cont2ep + 1;
ELSE
    cont2ep = 0;
ENDIF;

```

```

IF cont2ep == 55 THEN
    cont2ep = 0;
ENDIF;

```

```

IF fotoep == 1 AND ionep == 1 THEN
    descargaep = 20 - timedesep;
ELSE
    descargaep = 20;
ENDIF;

```

```

IF descargaep <= 0 THEN
    descargaep = 0;
ENDIF;

```

```

IF valep==1 THEN
    cont1ep = cont1ep + 1;
ENDIF;

```

```
IF predescarga_ep == 0 THEN
    cont1ep = 0;
    gasep = 0;
    cont3ep = 0;
ENDIF;

IF cont1ep >= 40 THEN
    cont1ep = 40;
    gasep = 1;
ENDIF;

IF gasep == 1 AND predescarga_ep == 1 THEN
    cont3ep = cont3ep + 1;
    IF cont3ep == 60 THEN
        cont1ep = cont1ep - 4;
    ENDIF;
    IF cont3ep == 120 THEN
        cont1ep = cont1ep - 4;
    ENDIF;
    IF cont3ep == 180 THEN
        cont1ep = cont1ep - 4;
    ENDIF;
    IF cont3ep == 240 THEN
        cont1ep = cont1ep - 4;
    ENDIF;
    IF cont3ep == 300 THEN
        cont1ep = cont1ep - 4;
    ENDIF;
    IF cont3ep == 360 THEN
        cont1ep = cont1ep - 4;
    ENDIF;
    IF cont3ep == 420 THEN
        cont1ep = cont1ep - 4;
    ENDIF;
    IF cont3ep == 480 THEN
        cont1ep = cont1ep - 4;
    ENDIF;
    IF cont3ep == 540 THEN
        cont1ep = cont1ep - 4;
    ENDIF;
ENDIF;
ENDIF;
```

{----- Lab. Sistema de Potencia-----}

```
IF fotosp == 1 OR ionsp == 1 THEN
    cont2sp = cont2sp + 1;
ELSE
    cont2sp = 0;
ENDIF;

IF cont2sp == 55 THEN
    cont2sp = 0;
ENDIF;

IF fotosp == 1 AND ionsp == 1 THEN
    descargasp = 20 - timedessp;
ELSE
    descargasp = 20;
ENDIF;

IF descargasp <= 0 THEN
    descargasp = 0;
ENDIF;

IF valsp==1 THEN
    cont1sp = cont1sp + 1;
ENDIF;

IF predescarga_sp == 0 THEN
    cont1sp = 0;
    gassp = 0;
    cont3sp = 0;
ENDIF;

IF cont1sp >= 40 THEN
    cont1sp = 40;
    gassp = 1;
ENDIF;

IF gassp == 1 AND predescarga_sp == 1 THEN
    cont3sp = cont3sp +1;
    IF cont3sp == 60 THEN
        cont1sp = cont1sp - 4;
    ENDIF;
    IF cont3sp == 120 THEN
        cont1sp = cont1sp - 4;
    ENDIF;
ENDIF;
```

```

IF cont3sp == 180 THEN
    cont1sp = cont1sp - 4;
ENDIF;
IF cont3sp == 240 THEN
    cont1sp = cont1sp - 4;
ENDIF;
IF cont3sp == 300 THEN
    cont1sp = cont1sp - 4;
ENDIF;
IF cont3sp == 360 THEN
    cont1sp = cont1sp - 4;
ENDIF;
IF cont3sp == 420 THEN
    cont1sp = cont1sp - 4;
ENDIF;
IF cont3sp == 480 THEN
    cont1sp = cont1sp - 4;
ENDIF;
IF cont3sp == 540 THEN
    cont1sp = cont1sp - 4;
ENDIF;
ENDIF;

```

{----- Lab. Máquinas/Controles Industriales-----}

```

IF fotomc == 1 OR ionmc == 1 THEN
    cont2mc = cont2mc + 1;
ELSE
    cont2mc = 0;
ENDIF;

```

```

IF cont2mc == 55 THEN
    cont2mc = 0;
ENDIF;

```

```

IF fotomc == 1 AND ionmc == 1 THEN
    descargamc = 20 - timedesmc;
ELSE
    descargamc = 20;
ENDIF;

```

```

IF descargamc <= 0 THEN
    descargamc = 0;

```

```
ENDIF;

IF valmc==1 THEN
    cont1mc = cont1mc + 1;
ENDIF;

IF predescarga_mc == 0 THEN
    cont1mc = 0;
    gasmc = 0;
    cont3mc = 0;
ENDIF;

IF cont1mc >= 40 THEN
    cont1mc = 40;
    gasmc = 1;
ENDIF;

IF gasmc == 1 AND predescarga_mc == 1 THEN
    cont3mc = cont3mc + 1;
    IF cont3mc == 60 THEN
        cont1mc = cont1mc - 4;
    ENDIF;
    IF cont3mc == 120 THEN
        cont1mc = cont1mc - 4;
    ENDIF;
    IF cont3mc == 180 THEN
        cont1mc = cont1mc - 4;
    ENDIF;
    IF cont3mc == 240 THEN
        cont1mc = cont1mc - 4;
    ENDIF;
    IF cont3mc == 300 THEN
        cont1mc = cont1mc - 4;
    ENDIF;
    IF cont3mc == 360 THEN
        cont1mc = cont1mc - 4;
    ENDIF;
    IF cont3mc == 420 THEN
        cont1mc = cont1mc - 4;
    ENDIF;
    IF cont3mc == 480 THEN
        cont1mc = cont1mc - 4;
    ENDIF;
    IF cont3mc == 540 THEN
```

```

        cont1mc = cont1mc - 4;
    ENDIF;
ENDIF;

{----- Lab. Simulación Sistema de Potencia-----}

IF fotocp == 1 OR ioncp == 1 THEN
    cont2cp = cont2cp + 1;
ELSE
    cont2cp = 0;
ENDIF;

IF cont2cp == 55 THEN
    cont2cp = 0;
ENDIF;

IF fotocp == 1 AND ioncp == 1 THEN
    descargacp = 20 - timedescp;
ELSE
    descargacp = 20;
ENDIF;

IF descargacp <= 0 THEN
    descargacp = 0;
ENDIF;

IF valcp==1 THEN
    cont1cp = cont1cp + 1;
ENDIF;

IF predescarga_cp == 0 THEN
    cont1cp = 0;
    gascp = 0;
    cont3cp = 0;
ENDIF;

IF cont1cp >= 40 THEN
    cont1cp = 40;
    gascp = 1;
ENDIF;

IF gascp == 1 AND predescarga_cp == 1 THEN
    cont3cp = cont3cp + 1;
    IF cont3cp == 60 THEN

```

```

    cont1cp = cont1cp - 4;
ENDIF;
IF cont3cp == 120 THEN
    cont1cp = cont1cp - 4;
ENDIF;
IF cont3cp == 180 THEN
    cont1cp = cont1cp - 4;
ENDIF;
IF cont3cp == 240 THEN
    cont1cp = cont1cp - 4;
ENDIF;
IF cont3cp == 300 THEN
    cont1cp = cont1cp - 4;
ENDIF;
IF cont3cp == 360 THEN
    cont1cp = cont1cp - 4;
ENDIF;
IF cont3cp == 420 THEN
    cont1cp = cont1cp - 4;
ENDIF;
IF cont3cp == 480 THEN
    cont1cp = cont1cp - 4;
ENDIF;
IF cont3cp == 540 THEN
    cont1cp = cont1cp - 4;
ENDIF;
ENDIF;

```

{----- Lab. Simulación -----}

```

IF fotos == 1 OR ions == 1 THEN
    cont2s = cont2s + 1;
ELSE
    cont2s = 0;
ENDIF;

```

```

IF cont2s == 55 THEN
    cont2s = 0;
ENDIF;

```

```

IF fotos == 1 AND ions == 1 THEN
    descargas = 20 - timedess;
ELSE
    descargas = 20;

```

```
ENDIF;

IF descargas <= 0 THEN
  descargas = 0;
ENDIF;

IF vals==1 THEN
  cont1s = cont1s + 1;
ENDIF;

IF predescarga_s == 0 THEN
  cont1s = 0;
  gass = 0;
  cont3s = 0;
ENDIF;

IF cont1s >= 40 THEN
  cont1s = 40;
  gass = 1;
ENDIF;

IF gass == 1 AND predescarga_s == 1 THEN
  cont3s = cont3s +1;
  IF cont3s == 60 THEN
    cont1s = cont1s - 4;
  ENDIF;
  IF cont3s == 120 THEN
    cont1s = cont1s - 4;
  ENDIF;
  IF cont3s == 180 THEN
    cont1s = cont1s - 4;
  ENDIF;
  IF cont3s == 240 THEN
    cont1s = cont1s - 4;
  ENDIF;
  IF cont3s == 300 THEN
    cont1s = cont1s - 4;
  ENDIF;
  IF cont3s == 360 THEN
    cont1s = cont1s - 4;
  ENDIF;
  IF cont3s == 420 THEN
    cont1s = cont1s - 4;
  ENDIF;

```

```

ENDIF;
IF cont3s == 480 THEN
    cont1s = cont1s - 4;
ENDIF;
IF cont3s == 540 THEN
    cont1s = cont1s - 4;
ENDIF;
ENDIF;

```

```
{----- Lab. Redes Eléctricas -----}
```

```

IF fotore == 1 OR ionre == 1 THEN
    cont2re = cont2re + 1;
ELSE
    cont2re = 0;
ENDIF;

```

```

IF cont2re == 55 THEN
    cont2re = 0;
ENDIF;

```

```

IF fotore == 1 AND ionre == 1 THEN
    descargare = 20 - timedesre;
ELSE
    descargare = 20;
ENDIF;

```

```

IF descargare <= 0 THEN
    descargare = 0;
ENDIF;

```

```

IF valre==1 THEN
    cont1re = cont1re + 1;
ENDIF;

```

```

IF predescarga_re == 0 THEN
    cont1re = 0;
    gasre = 0;
    cont3re = 0;
ENDIF;

```

```

IF cont1re >= 40 THEN
    cont1re = 40;
    gasre = 1;

```

ENDIF;

```

IF gasre == 1 AND predescarga_re == 1 THEN
  cont3re = cont3re + 1;
  IF cont3re == 60 THEN
    cont1re = cont1re - 4;
  ENDIF;
  IF cont3re == 120 THEN
    cont1re = cont1re - 4;
  ENDIF;
  IF cont3re == 180 THEN
    cont1re = cont1re - 4;
  ENDIF;
  IF cont3re == 240 THEN
    cont1re = cont1re - 4;
  ENDIF;
  IF cont3re == 300 THEN
    cont1re = cont1re - 4;
  ENDIF;
  IF cont3re == 360 THEN
    cont1re = cont1re - 4;
  ENDIF;
  IF cont3re == 420 THEN
    cont1re = cont1re - 4;
  ENDIF;
  IF cont3re == 480 THEN
    cont1re = cont1re - 4;
  ENDIF;
  IF cont3re == 540 THEN
    cont1re = cont1re - 4;
  ENDIF;
ENDIF;

```

{----- Lab. Electrónica A/B-----}

```

IF fotoeab == 1 OR ioneab == 1 THEN
  cont2eab = cont2eab + 1;
ELSE
  cont2eab = 0;
ENDIF;

```

```

IF cont2eab == 55 THEN
  cont2eab = 0;
ENDIF;

```

```
IF fotoeab == 1 AND ioneab == 1 THEN
    descargaeab = 20 - timedeseab;
ELSE
    descargaeab = 20;
ENDIF;

IF descargaeab <= 0 THEN
    descargaeab = 0;
ENDIF;

IF valeab==1 THEN
    cont1eab = cont1eab + 1;
ENDIF;

IF predescarga_eab == 0 THEN
    cont1eab = 0;
    gaseab = 0;
    cont3eab = 0;
ENDIF;

IF cont1eab >= 40 THEN
    cont1eab = 40;
    gaseab = 1;
ENDIF;

IF gaseab == 1 AND predescarga_eab == 1 THEN
    cont3eab = cont3eab + 1;
    IF cont3eab == 60 THEN
        cont1eab = cont1eab - 4;
    ENDIF;
    IF cont3eab == 120 THEN
        cont1eab = cont1eab - 4;
    ENDIF;
    IF cont3eab == 180 THEN
        cont1eab = cont1eab - 4;
    ENDIF;
    IF cont3eab == 240 THEN
        cont1eab = cont1eab - 4;
    ENDIF;
    IF cont3eab == 300 THEN
        cont1eab = cont1eab - 4;
    ENDIF;
    IF cont3eab == 360 THEN
```

```
        cont1eab = cont1eab - 4;  
    ENDIF;  
    IF cont3eab == 420 THEN  
        cont1eab = cont1eab - 4;  
    ENDIF;  
    IF cont3eab == 480 THEN  
        cont1eab = cont1eab - 4;  
    ENDIF;  
    IF cont3eab == 540 THEN  
        cont1eab = cont1eab - 4;  
    ENDIF;  
ENDIF;
```

```
{-----}
```

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Mediante el desarrollo de este proyecto se ha podido integrar diferentes sistemas tales como el de climatización, contra incendio y seguridad, todos ellos controlados por un único dispositivo como es el PLC.
- También se ha logrado crear una interfase de fácil aplicación y operación que permite monitorear variables como temperatura, presencia de personas en los locales de los laboratorios, estado de sensores. Cada laboratorio tiene su respectiva representación gráfica en la cual se han generado animaciones que dan una idea clara y precisa de lo que esta aconteciendo.
- Una pantalla desarrollada en el Intouch permite acceder de forma inmediata a otra pantalla cuando suceda un evento, es decir, que cuando se presente un acontecimiento el sistema dará una alerta visible al operador que al momento de elegir dicha alerta el programa lo direccionara hacia el lugar donde se esta dando el evento. Lo que permite tener un sistema de rápida acción de revisión de estado de variables.
- Así mismo el proyecto cuenta con un histórico de datos, el cual registra cualquier novedad que se haya presentado durante cualquier

instante de tiempo y lo deja guardado en un archivo de Excel registrando hora, fecha de cuando el evento sucedió.

- Una vez que este sistema sea implementado disminuirá en gran medida pérdidas materiales y de bienes que representarían para una institución enormes cantidades de dinero y lo que es mejor resguardar la integridad física de las personas que llegaren a estar presentes en un posible siniestro.
- La utilización de un PLC facilita la interacción de diferentes sistemas aplicados a una locación o proceso en la industria (por ejemplo control de luces, control de climatización y control de encendido/apagado en secuencia de motores) ventaja que no tienen otras unidades de control, que a lo mucho solo pueden controlar dos tipos de sistemas.
- El uso del gas FM200 como agente extintor contra incendio, se sustenta en sus múltiples ventajas frente a otros agentes extintores y en especial frente a los gases inertes. Aunque en el futuro el FM200 también desaparezca por su impacto en el calentamiento global, debe considerarse como una buena alternativa en sistemas de inundación total en áreas normalmente ocupadas, frente a otros sistemas que no cumplen con estas dos características antes mencionadas.

- Para el cálculo de cantidad de agente extintor FM200, se consideró que cada área a proteger no presentaba fugas. Esto debido a que para encontrar dicho valor era necesario utilizar software y equipos especiales para medir el nivel de estanquidad de un área a proteger.
- El uso de ventanas no es recomendado para el desarrollo del sistema contra incendio basado en gas FM200, debido a que por medio de ellas existen fugas. De acuerdo a esto en el sistema de climatización no son consideradas ventanas en la cuantificación de cargas térmicas, pero si estas son inevitables se recomienda el uso de cortinas y persianas para reducir la ganancia de calor considerablemente y hacer prácticamente nulo la generación de calor por parte de vidrios de ventanas.
- Encontrar un sistema ideal de climatización es imposible de hacer, no existe sistema de enfriamiento de carga térmica perfecto pero si muy buenas estimaciones de cálculo de ganancia de calor que permiten tener un funcionamiento aceptable del sistema y determinar capacidades de equipos de aire acondicionado que generen y mantengan una temperatura agradable con el fin de obtener el máximo desarrollo de actividades humanas, es decir, generar confort.

ANEXO A

Instrumentación

Hoja de especificación de Sensor de Humo Iónico System Sensor Serie 400

Los detectores de Humo Iónico Serie 400 incluyen una fuente dual única, cámara de detección dual unipolar diseñada para que sense la presencia de partículas de humo producidas por combustión rápida tanto como fuegos lentos. Esta cámara de exposición incrementa la estabilidad, reduce significativamente las alarmas y provee mejores características para altas velocidades de aire.

La serie 400 reúne los criterios de ejecución requeridos por UL. Entre las características adicionales incluye un LED el cual parpadea en modo stand by y se mantiene encendido para indicar una alarma. El modelo 1400 incluye un LED anunciador remoto usando RA400Z.



Especificaciones:

| | |
|------------------------------------|--------------------------------|
| Altura: | 8.1 cm. (3.12 pulg.) |
| Diámetro: | 13.9 cm. (5.5 pulg.) |
| Rango de operación de temperatura: | 0° C a 49° C (32° F a 120° F). |

| | |
|--------------------------------|-----------------------------|
| Rango de operación de humedad: | 10% a 93% humedad relativa. |
| Tasa de velocidad de aire: | 1200 fpm máximo. |
| Sensibilidad: | 1.9 ± 0.6%/ ft nominal |
| Cableado: | 12-22 AWG |
| Montaje: | caja octogonal de 3½" o 4" |

Especificaciones Eléctricas

| | |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Voltaje de operación: | 12VDC (11.3-17.3 VDC) |
| Consumo de corriente en stand by: | 120uA max |
| Consumo de corriente en Alarma: | 77mA |

Especificaciones Contactos Relé:

| | |
|----------------------------|---------------------------------------|
| 1 alarma forma A: | 2A 30VAC / DC |
| 1 alarma auxiliar forma B: | 2A 30VAC / DC; 6A 110 VDC; 1A 125 VAC |

Información de Pedido:

| | |
|----------|-----------------------------------------------------------------|
| 1412B | Detector de ionización 4 hilos, 12 VDC para paneles de control. |
| A77-716B | Módulo de relé de fin de línea, 12/24 VDC. |
| RA400Z | Anunciador remoto (LED). |

Hoja de especificación de Sensor de Humo fotoeléctrico System Sensor Serie 400

Los detectores fotoeléctricos System Sensor serie 400 son específicamente diseñados para reunir las características requeridas para la detección de fuegos industriales y comerciales. El diseño de estos detectores destaca su fácil instalación y mantenimiento. La serie 400 ofrece diferentes tipos de detectores fotoeléctricos con una variedad de voltaje, configuraciones de cableado y opciones térmicas.



Especificaciones:

| | |
|------------------------------------|--------------------------------|
| Altura: | 8.1 cm. (3.12 pulg.) |
| Diámetro: | 13.9 cm. (5.5 pulg.) |
| Rango de operación de temperatura: | 0° C a 49° C (32° F a 120° F). |
| Rango de operación de humedad: | 10% a 93% humedad relativa. |
| Tasa de velocidad de aire: | 3000 fpm máximo. |
| Sensibilidad: | 3% ± 0.7 ft nominal |
| Cableado: | 12-22 AWG |
| Montaje: | caja octogonal de 3½" o 4" |

Especificaciones Eléctricas

| | |
|---------------------------------|-----------|
| Voltaje de operación: | 12VDC |
| Consumo de corriente stand by: | 120uA max |
| Consumo de corriente en Alarma: | 77mA |

Especificaciones Contactos Relé:

| | |
|----------------------------|---------------------------------------|
| 1 alarma forma A: | 2A 30VAC / DC |
| 1 alarma auxiliar forma B: | 2A 30VAC / DC; 6A 110 VDC; 1A 125 VAC |

Tiempos

| | |
|-------------------|--------------|
| Tiempo de reset: | 0.3 sec max. |
| Tiempo de inicio: | 34 sec max. |

Información de Pedido:

| | |
|----------|--------------------------------------------------------------------|
| 2412B | Detector fotoeléctrico de 4 hilos, 12VDC con contactos auxiliares. |
| A77-716B | Módulo de relé de fin de línea, 12/24 VDC. |
| RA400Z | Anunciador remoto (LED). |

Sirena y Luz estroboscópica serie EspectrAlert Advance PC4R

La serie EspectrAlert Advance de aplicaciones de notificación fue diseñada para simplificar la instalación, con 11 campos seleccionables de candelas para pared y techos.

Los campos seleccionables para el estrobo son: 15, 15/75, 30, 75, 95, 110, 115, 135, 150, 177, 185 cd.

Los campos seleccionables para la sirena son desde 71 a 101 dB.



Especificaciones Eléctricas/Físicas:

| | |
|------------------------------------|-----------------------------------------|
| Temperatura de operación estándar: | 32° F a 120° F (0° C 49° C) |
| Rango de Humedad: | 10 – 93% no condensado |
| Tasa de cambio del flash: | 1 flash por segundo |
| Voltaje nominal: | regulado a 12VDC ó 24VDC |
| Rango de voltaje de operación: | 8-17.5VDC ó 16-33VDC |
| Cableado: | 12 – 18 AWG |
| Consumo de corriente: | 295mA (dependiendo de la configuración) |

Sistema contra incendio FM-200 Chemetron Serie Gamma

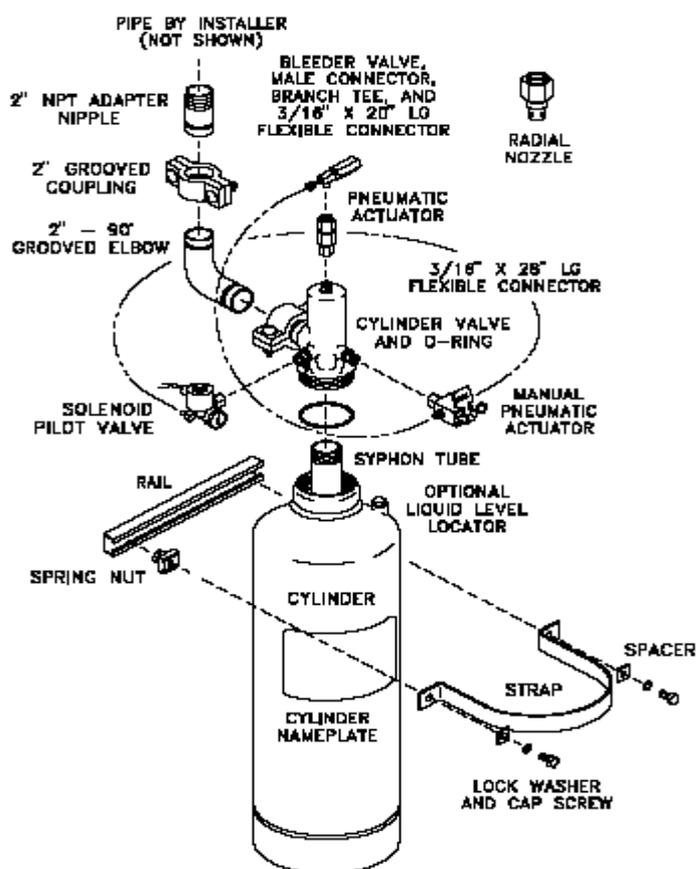
Los sistemas contra incendio Chemetron son sistemas de supresión automático que usan agente químico FM-200.

El sistema y sus componentes son probados para aplicaciones de inundación total y deben ser usados acorde a la NFPA 2001. El diseño de cada sistema requiere que el agente químico FM-200 sea descargado de su cilindro en 10 segundos y debe ser completamente mezclado a través del volumen protegido, con una mínima concentración de 6.25% pero no exceder el 9% en áreas normalmente ocupadas.

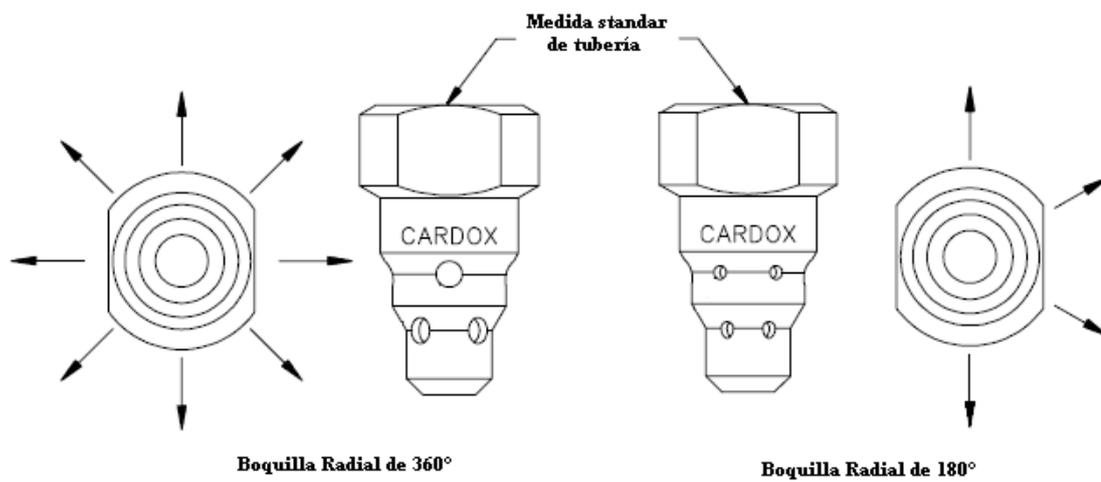
Los cilindros de la serie Gamma están disponibles en 4 diferentes capacidades y son cargados con FM-200 a densidades de llenado superiores a 70 lb/ft³ (1121 Kg/m³) de volumen de cilindro. Todos los cilindros son presurizados con nitrógeno seco a presiones de 360 psig (2482 kPa), a 70° F (21° C). El ensamblaje del cilindro está compuesto de un cilindro, un tubo inmerso y una válvula de cilindro.

| Cilindro | Capacidad de llenado | | | |
|----------|----------------------|-------|--------|-------|
| | Mínimo | | Máximo | |
| | lbs | kg | lb | kg |
| 150 lb. | 82 | 37.2 | 163 | 73.9 |
| 250 lb. | 138 | 62.6 | 274 | 124.3 |
| 400 lb. | 211 | 95.7 | 421 | 191.0 |
| 550 lb. | 282 | 127.9 | 500 | 226.8 |

El sistema también utiliza una válvula piloto solenoide que provee presión piloto por actuación. El solenoide puede ser eléctricamente supervisado por un sistema de control contra incendio. La válvula solenoide puede ser utilizada a 120 VAC o 24 VDC.



Además como equipo adicional, se pueden adquirir las boquillas de descarga para el sistema de extinción. Estas boquillas son utilizadas para el control del flujo del FM-200, asegurar una descarga en 10 segundos y una apropiada distribución del gas en el área protegida.



Sensor de presencia dual BTicino

Las tecnologías PIR y ultrasónica ofrecen un control óptimo en una amplia variedad de espacios. Los sensores de presencia duales, a través de una tecnología propia toman las ventajas de los atributos de la detección PIR y ultrasónica, ofreciendo una mayor sensibilidad y exactitud de operación.

La configuración básica (modificable) enciende la iluminación cuando las dos tecnologías detectan presencia en forma simultánea, y la mantiene encendida mientras una de las dos siga detectando ocupación del área a controlar.

La mejor aplicación de los sensores duales es:

- Salas de clases
- Auditorios de gran tamaño
- Oficinas de gran tamaño



Especificaciones:

| | |
|---------------------------------|------------------------------------|
| Tipo: | Sensor PIR y ultrasónico integrado |
| Tiempo de retardo: | 15 segundos a 30 minutos |
| Voltaje de operación: | 24VDC |
| Corriente de operación: | 27mA |
| Cobertura: | 186m ² / 90° |
| Unidades permitidas Power Pack: | 3 |
| Instalación: | Con brazo cielo-pared |
| Dimensiones: | 110x86x50 mm |

Especificaciones Power Pack

| | |
|----------------------------|------------------------------------------------|
| Voltaje de entrada/salida: | 220-24VAC / 24VDC |
| Corriente de salida: | 150mA (114mA con relé conectado) |
| Cargas máximas: | 20A balastro 13A incandescente 1HP motor |
| Dimensiones: | 41x70x41 mm |

Sensor magnético de puerta

Sensor magnético de seguridad para puertas BNS 250 viene en una caja termoplástica, protección IP 67. Además de poseer una larga vida sin desgaste mecánico, es insensible a desalineaciones transversales, con un montaje oculto.

Datos Técnicos:

| | |
|----------------------------------|----------------------------------------|
| Normas: | IEC 60947-5-3 |
| Diseño: | rectangular |
| Caja: | termoplástico reforzado con fiberglass |
| Protección: | IP 67 según EN 60529 |
| Sección de cable: | 4x0.25mm ² |
| Modo de operación: | magnético |
| Actuador magnético: | BPS 250 codificado |
| Tensión máxima de conmutación: | 24 VDC |
| Corriente máxima de conmutación: | 100mA |
| Temperatura de funcionamiento: | -25° C a 70° C |

Teclado de Control de acceso autónomo SK-983 A100

El SK-983 A 100 es un teclado autónomo con dos reles, uno de 5 A y otro de 1 A incorporados, para comandar cerraduras, dar señales de alarma, etc. En su memoria EEPROM, los datos programados se mantienen almacenados en caso de pérdida de alimentación. Tiene más de 100 millones de combinaciones posibles de los códigos Maestro, Usuario, Asalto y Acceso rápido. Para comodidad del usuario, también ofrece la posibilidad de egreso por medio de un botón pulsador a instalar dentro del área protegida. Posee tres leds indicadores de estado.

OPCIONES DE CONFIGURACIÓN:

Usuario único o multiusuario. Cambio de estado de cada relay. Opcional código rápido de Usuario. Tamper NC para fijar el teclado en su caja. Código Maestro de 4 a 8 dígitos para cada relay. Código de asalto disponible para todas las claves. Señal de asalto o bloqueo, después de 10 entradas de código equivocadas. Después de 10 entradas de código equivocadas cancelación de código. Códigos de Usuarios entre 4 y 8 dígitos para usuarios múltiples para cada relay.

Bloquear por 30 segundos el teclado después de 10 ingresos de clave incorrectos.

Configuración de la salida de cada relays (momentáneo o permanente) y el tiempo de salida (de 1 á 999 seg.) si se opta por el modo momentáneo.



Caja Trasera

ESPECIFICACIONES:

| | |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Voltaje: | 12 VDC (10-14VDC) |
| Consumo: | 4-40 mA cuando se activa un relè y 80 mA si se activan los 2 relès |
| Salida de asalto: | Masa de transistor NPN 100 mA, 25 V màx. |
| Combinaciones de còdigos: | 111.111.100 posibilidades |
| Salida de relè: | El relè 1 tiene 5 A, NA, 30 V màx. El relè 2, 1 A, NA, 30 V màx |
| Còdigos disponibles: | Maestro y usuario (100 y 10), asalto y rápido |

ANEXO B

Pantallas desarrolladas en InTouch



Seteo Fecha/Hora

SETEO DE FECHA Y HORA DEL SISTEMA

13:32:01 -JUE -01 -NOV -2007

Hora(s) Minuto(s) Segundo(s)

13 + - 26 + - 00 + -

Día 01 + -

Lun Mar Mie Jue Vie Sab Dom

Mes

| | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| ENE | FEB | MAR | ABR |
| MAY | JUN | JUL | AGO |
| SEP | OCT | NOV | DIC |

AÑO 2007 + -

Start Stop

Set

Salir

Seteo Cerraduras/Temperatura

SETEO DE CERRADURA DE PUERTAS

| Hora Apertura | Cerradura Eléctrica | Hora Cierre | Acceso Virtual | Puerta | Luces |
|---------------|--------------------------------------|-------------|----------------|---------|-----------|
| 09 : 30 | ■ | 15 : 15 | | CERRADA | ENCENDIDA |
| 09 : 00 | ■ | 17 : 00 | | CERRADA | ENCENDIDA |
| 10 : 00 | ■ | 18 : 00 | | CERRADA | APAGADA |
| 09 : 30 | ■ | 18 : 00 | | ABIERTA | ENCENDIDA |
| 08 : 30 | ■ | 15 : 00 | | CERRADA | APAGADA |
| 07 : 30 | ■ | 20 : 00 | | CERRADA | ENCENDIDA |
| 07 : 30 | ■ | 20 : 00 | | ABIERTA | ENCENDIDA |
| 10 : 00 | ■ | 12 : 00 | | CERRADA | APAGADA |
| 09 : 30 | ■ | 17 : 30 | | CERRADA | APAGADA |
| 09 : 30 | ■ | 17 : 30 | | CERRADA | APAGADA |
| 15 : 09 | ■ | 18 : 00 | | CERRADA | ENCENDIDA |
| 15 : 07 | ■ | 19 : 00 | | CERRADA | APAGADA |

01 / 09 / 2007

16 : 05 : 35

SECCION I

Electrónica Potencia: 26 ■ 23

Sistemas de Potencia: 25 ■ 24

Máquinas y Controles Industriales: 26 ■ 25

SECCION II

Computación Potencia: 26 ■ 24

Simulación: 25 ■ 23

Redes Eléctricas: 27 ■ 22

Electrónica A/B: 21 ■ 23

SECCION III

Electrónica Médica: 26 ■ 23

Automatización I: 27 ■ 24

Automatización II: 26 ■ 23

Control Automático: 25 ■ 22

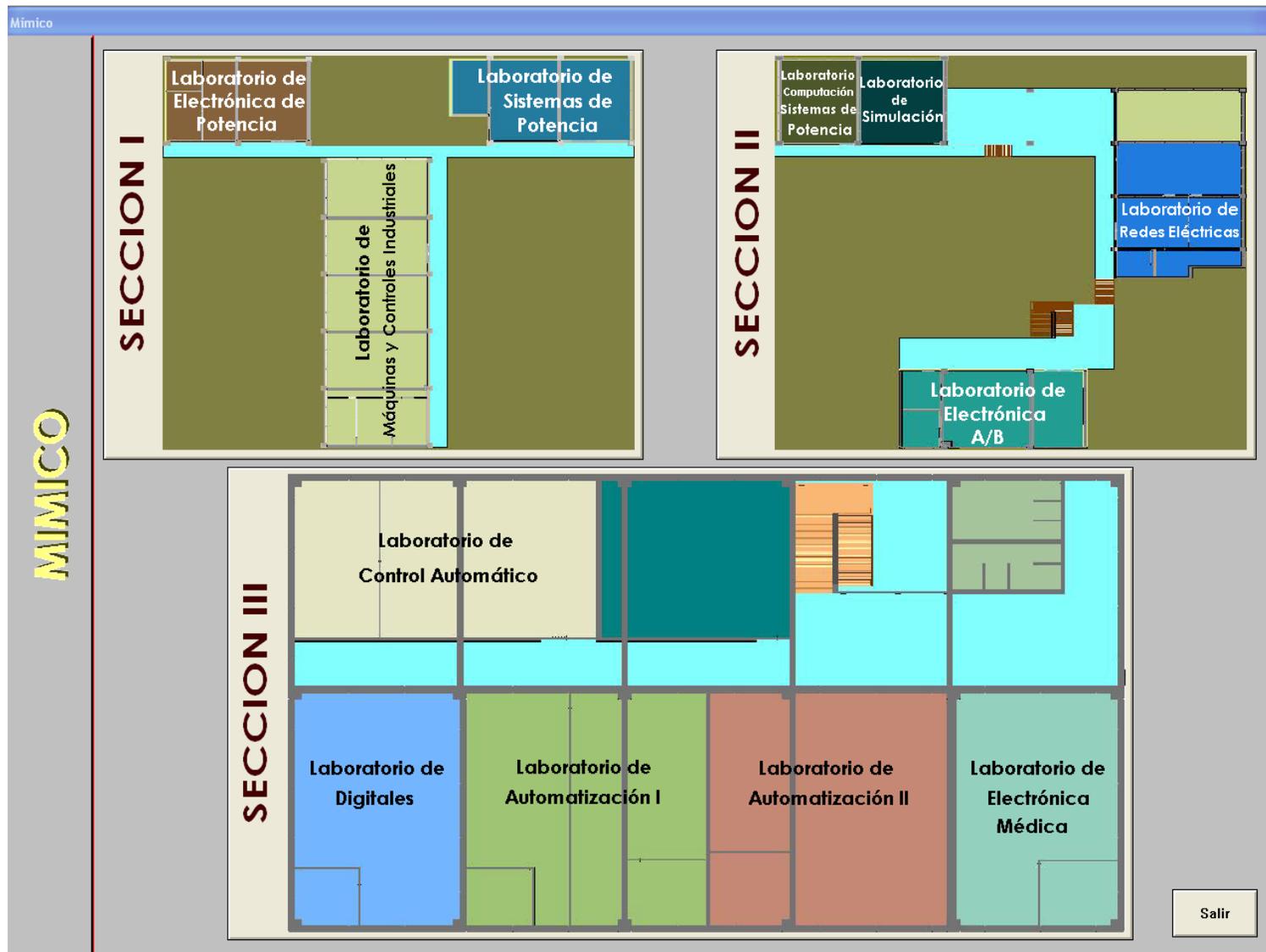
Sistemas Digitales: 00 ■ 22

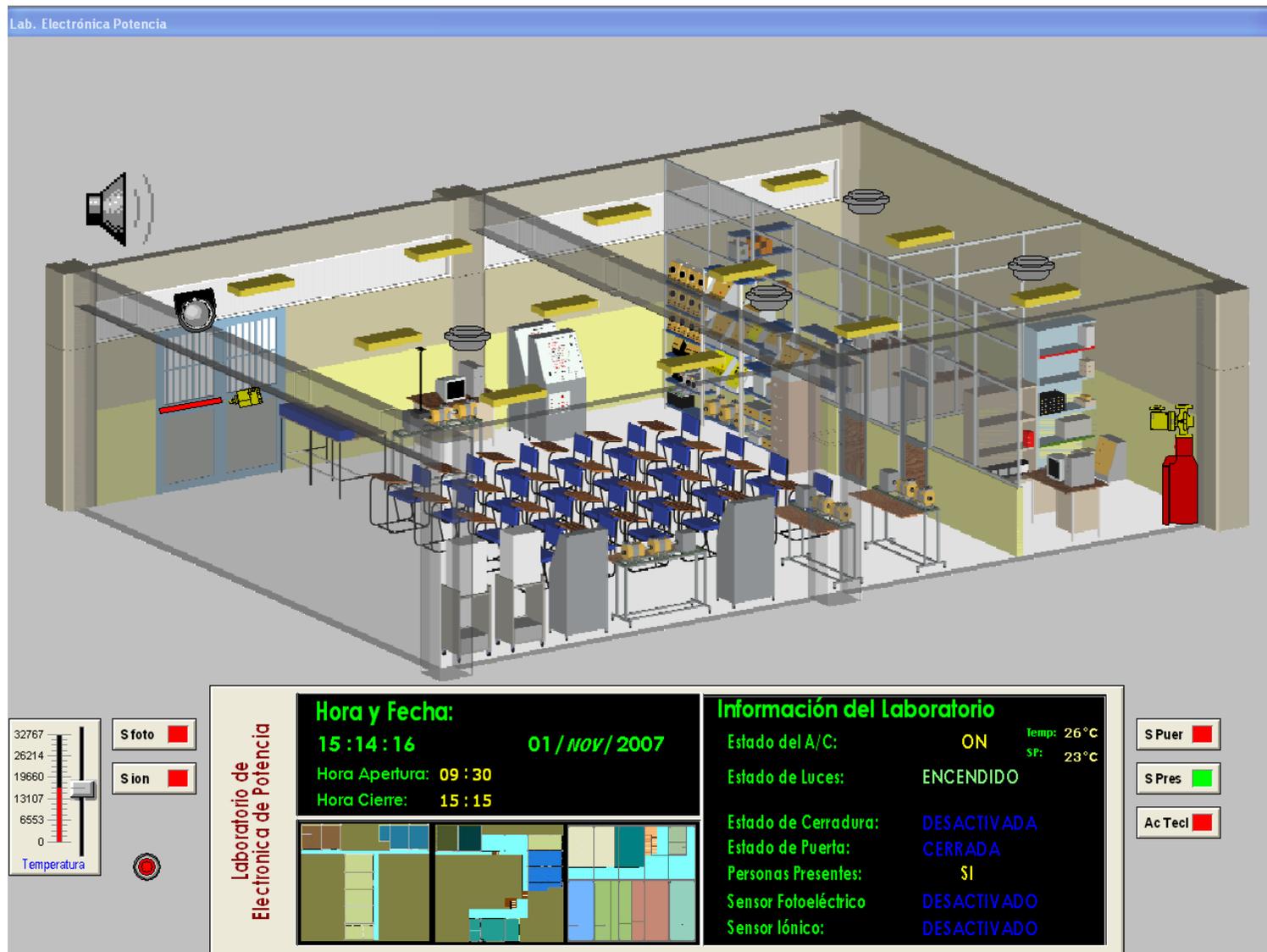
SETEO DE TEMPERATURA

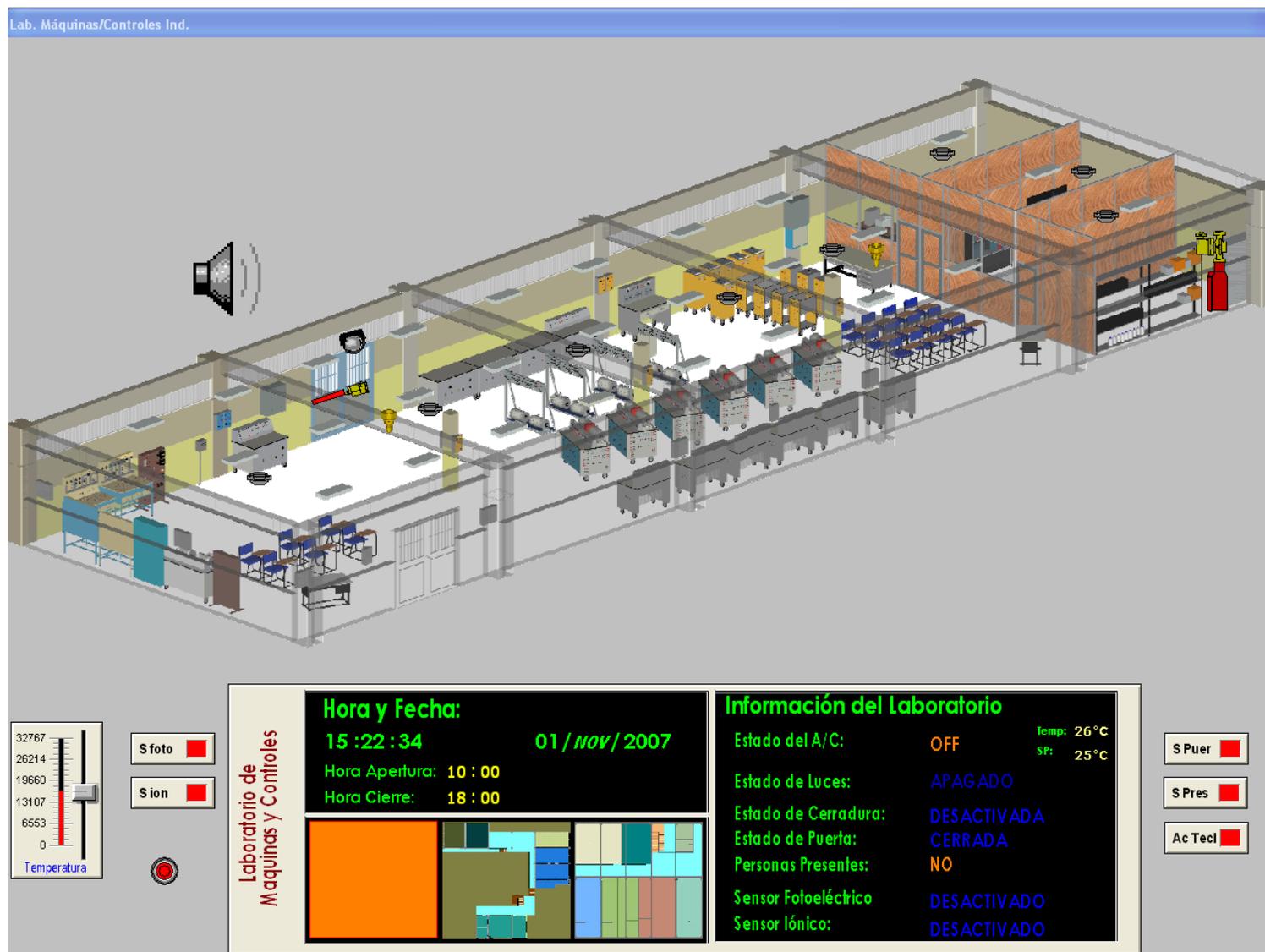
| Temperatura medida | Temperatura seteada |
|--------------------|-----------------------------------------|
| 26 | ■ 23 |
| 25 | ■ 24 |
| 26 | ■ 25 |
| 26 | ■ 24 |
| 25 | ■ 23 |
| 27 | ■ 22 |
| 21 | ■ 23 |
| 26 | ■ 23 |
| 27 | ■ 24 |
| 26 | ■ 23 |
| 25 | ■ 22 |
| 00 | ■ 22 |

Salir

SETEO DE CERRADURAS Y TEMPERATURA







Lab. Computación Sist Potencia

A D V E R T E N C I A

Temperatura

S foto ■

S ion ■

Hora y Fecha:
15 : 25 : 45 01 / NOV / 2007

Hora Apertura: 09 : 30
 Hora Cierre: 18 : 00

Información del Laboratorio

Estado del A/C: ON Temp: 26 °C
 SP: 24 °C

Estado de Luces: ENCENDIDO

Estado de Cerradura: DESACTIVADA

Estado de Puerta: ABIERTA

Personas Presentes: SI

Sensor Fotoeléctrico: DESACTIVADO

Sensor Iónico: ACTIVADO

S Puer ■

S Pres ■

Ac Tect ■

Lab. Simulación



32767
26214
19660
13107
6553
0
Temperatura

S foto

S ion

Laboratorio de Simulación

Hora y Fecha:
15 : 36 : 47 **01 / NOV / 2007**
 Hora Apertura: 08 : 30
 Hora Cierre: 15 : 00

Información del Laboratorio
 Estado del A/C: OFF Temp: 25 °C
 Estado de Luces: APAGADO SP: 23 °C
 Estado de Cerradura: ACTIVADA
 Estado de Puerta: CERRADA
 Personas Presentes: NO
 Sensor Fotoeléctrico: DESACTIVADO
 Sensor Iónico: DESACTIVADO

S Puer

S Pres

Ac Tecl

Lab. Redes Eléctricas

ADVERTENCIA

Tiempo restante de descarga del gas: 13 seg.



32767
26214
19660
13107
6553
0
Temperatura

S foto

S ion

Laboratorio de Redes Eléctricas

Hora y Fecha:
15 :43 :04 01 / NOV / 2007

Hora Apertura: 07 : 30
Hora Cierre: 20 : 00

Información del Laboratorio

Estado del A/C: ON Temp: 27 °C
SP: 22 °C

Estado de Luces: ENCENDIDO

Estado de Cerradura: DESACTIVADA

Estado de Puerta: CERRADA

Personas Presentes: SI

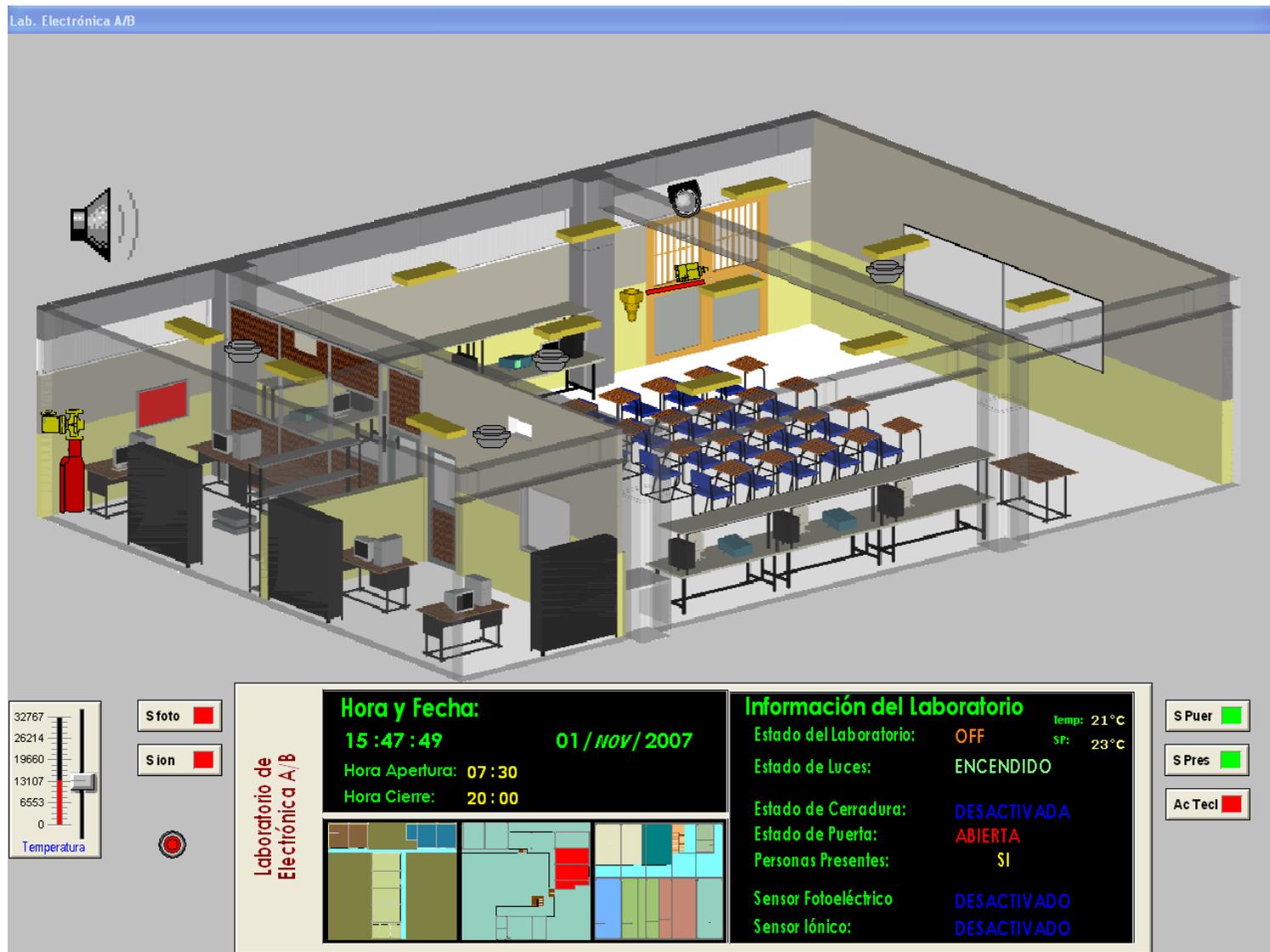
Sensor Fotoeléctrico: ACTIVADO

Sensor Iónico: ACTIVADO

S Puer

S Pres

Ac Tecl



Lab. Electrónica Médica

A D V E R T E N C I A

Tiempo restante de descarga del gas: 00 seg.

Laboratorio de Electrónica Médica

Hora y Fecha:
15 : 52 : 02 **01 / NOV / 2007**

Hora Apertura: 10 : 00
 Hora Cierre: 12 : 00

Información del Laboratorio

Estado del A/C: OFF Temp: 26 °C
 Estado de Luces: APAGADO SP: 23 °C

Estado de Cerradura: ACTIVADA
 Estado de Puerta: CERRADA
 Personas Presentes: NO

Sensor Fotoeléctrico: ACTIVADO
 Sensor Iónico: ACTIVADO

S Puer

S Pres

Ac Tecl

Lab. Automatización Ind. I

32767
26214
19660
13107
6553
0

Temperatura

S foto

S ion

Laboratorio de Automatización I

Hora y Fecha:
15:56:18 01 / NOV / 2007

Hora Apertura: 09:30
 Hora Cierre: 17:30

Información del Laboratorio

| | | |
|----------------------|-------------|------------|
| Estado del A/C: | OFF | Temp: 27°C |
| Estado de Luces: | APAGADO | SP: 24°C |
| Estado de Cerradura: | DESACTIVADA | |
| Estado de Puerta: | CERRADA | |
| Personas Presentes: | NO | |
| Sensor Fotoeléctrico | DESACTIVADO | |
| Sensor Iónico: | DESACTIVADO | |

S Puer

S Pres

Ac Tecl

Lab. Automatización Ind. II



Laboratorio de Automatización II

| Hora y Fecha: | |
|------------------------|-----------------|
| 15 : 58 : 34 | 01 / NOV / 2007 |
| Hora Apertura: 09 : 30 | |
| Hora Cierre: 17 : 30 | |

| Información del Laboratorio | | |
|-----------------------------|-------------|------------|
| Estado del A/C | OFF | Temp: 26°C |
| Estado de Luces: | APAGADO | SP: 23°C |
| Estado de Cerradura: | ACTIVADA | |
| Estado de Puerta: | CERRADA | |
| Personas Presentes: | NO | |
| Sensor Fotoeléctrico | DESACTIVADO | |
| Sensor Iónico: | DESACTIVADO | |

Lab. Control Automático

Horario y Fecha:
16:03:08 **01 / NOV / 2007**

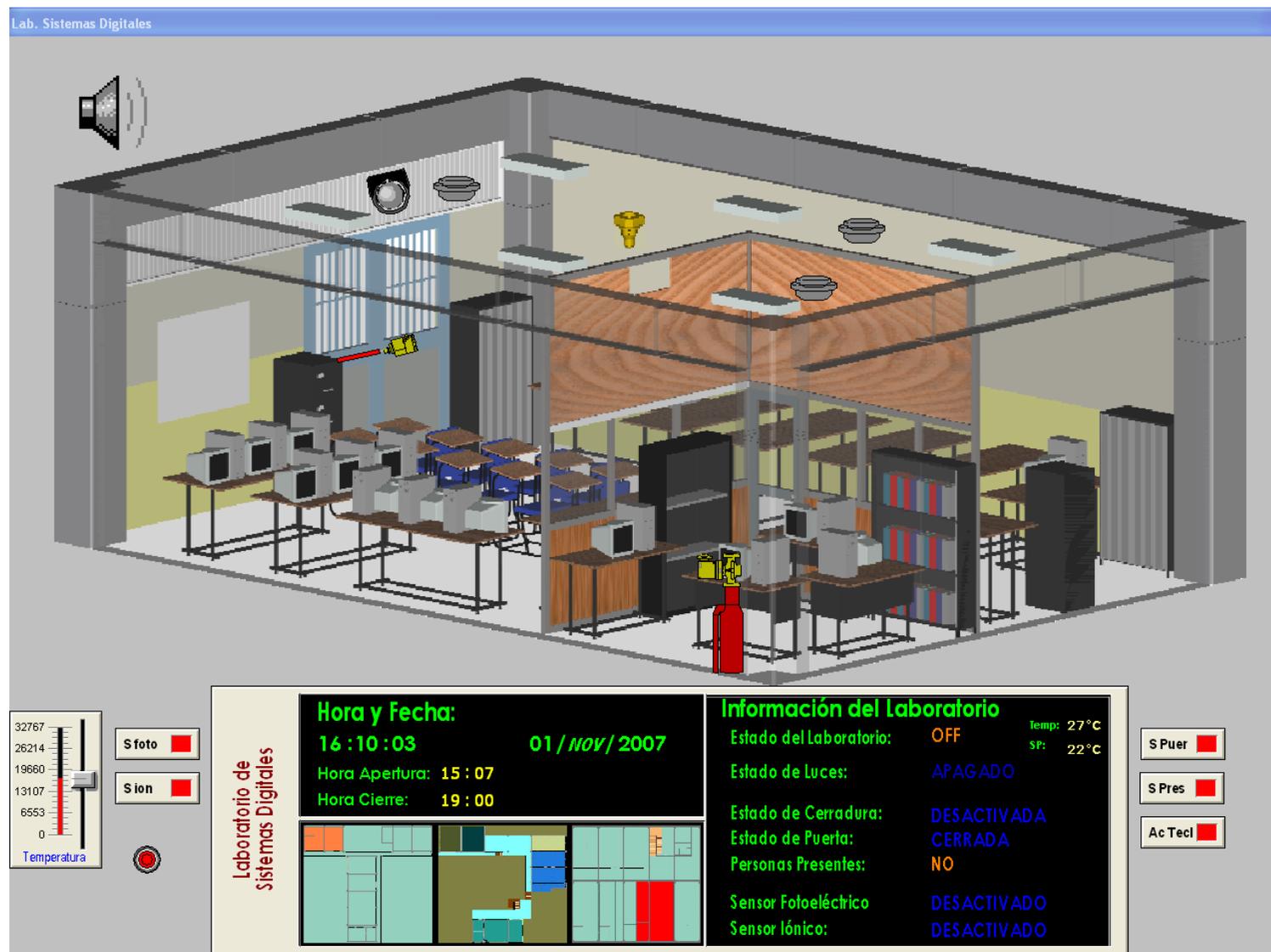
Hora Apertura: **15:09**
 Hora Cierre: **18:00**

Temp: 25 °C
SP: 22 °C

S Puer ■
S Pres ■
Ac Tecl ■

| | |
|------------------------------------------|------------------------------------------|
| Laboratorio de Control Automático | Estado del A/C: ON |
| | Estado de Luces: ENCENDIDO |
| | Estado de Cerradura: DESACTIVADO |
| | Estado de Puerta: CERRADA |
| | Personas Presentes: SI |
| | Sensor Fotoeléctrico: DESACTIVADO |
| | Sensor Iónico: DESACTIVADO |
| | Temp: 25 °C SP: 22 °C |

| | |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Temperatura | S foto ■ S ion ■ |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|



HISTORICOS SECCION I

Historicos Sección I

ELECTRONICA DE POTENCIA

Nov 01 15:12:35 Nov 01 15:27:35 Nov 01 15:42:35 Nov 01 15:57:35 Nov 01 16:12:35

1
0

15:12:35 16:12:35

17:12:35 1h 14:12:35

+ 1 hora 1 hora 30 minutos 10 minutos

Save To File Filename:C:\DOCUMENTOS AND SETTINGS\ADMINISTRADOR\MIS DOCUMENTOS\ELECTR_POT.CSV

SISTEMAS DE POTENCIA

Nov 01 16:02:31 Nov 01 16:05:31 Nov 01 16:07:31 Nov 01 16:10:31 Nov 01 16:12:31

1
0

16:02:31 16:12:31

14:02:31 10m 14:12:31

+ 1 hora 1 hora 30 minutos 10 minutos

Save To File Filename:C:\DOCUMENTOS AND SETTINGS\ADMINISTRADOR\MIS DOCUMENTOS\ELECTR.PC

MAQUINAS / CONTROLES

Nov 01 15:42:33 Nov 01 15:50:33 Nov 01 15:57:33 Nov 01 16:05:33 Nov 01 16:12:33

1
0

15:42:33 16:12:33

17:42:33 30m 14:12:33

+ 1 hora 1 hora 30 minutos 10 minutos

Save To File Filename:C:\DOCUMENTOS AND SETTINGS\ADMINISTRADOR\MIS DOCUMENTOS\ELECTR_POT.CSV

01/NOV/2007 16:12:27

Salir

HISTORICOS SECCION II

Históricos Sección II

SISTEMAS DE POTENCIA

15:38:55 15:43:19

15:38:55 15:43:19

Save To File Filename:C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\ADMINISTRADOR\MIS DOCUMENTOS\SELECTR_POT.CSV

SIMULACION

14:55:23 15:47:33

14:55:23 15:47:33

Save To File Filename:C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\ADMINISTRADOR\MIS DOCUMENTOS\SELECTR_POT.CSV

REDES ELECTRICAS

15:41:05 15:47:39

15:41:05 15:47:39

Save To File Filename:C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\ADMINISTRADOR\MIS DOCUMENTOS\SELECTR_POT.CSV

ELECTRONICA A/B

15:44:29 15:47:47

15:44:29 15:47:47

Save To File Filename:C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\ADMINISTRADOR\MIS DOCUMENTOS\SELECTR_POT.CSV

01/NOV/2007 16:15:08

Salir

HISTORICOS SECCION III

Históricos Sección III

ELECTRONICA MEDICA

Save To File Filename:C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\ADMINISTRADOR\MIS DOCUMENTOS\SELECTR_POT.CSV

AUTOMATIZACION II

Save To File Filename:C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\ADMINISTRADOR\MIS DOCUMENTOS\SELECTR_POT.CSV

AUTOMATIZACION I

Save To File Filename:C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\ADMINISTRADOR\MIS DOCUMENTOS\SELECTR_POT.CSV

CONTROL AUTOMATICO

Save To File Filename:C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\ADMINISTRADOR\MIS DOCUMENTOS\SELECTR_POT.CSV

SISTEMAS DIGITALES

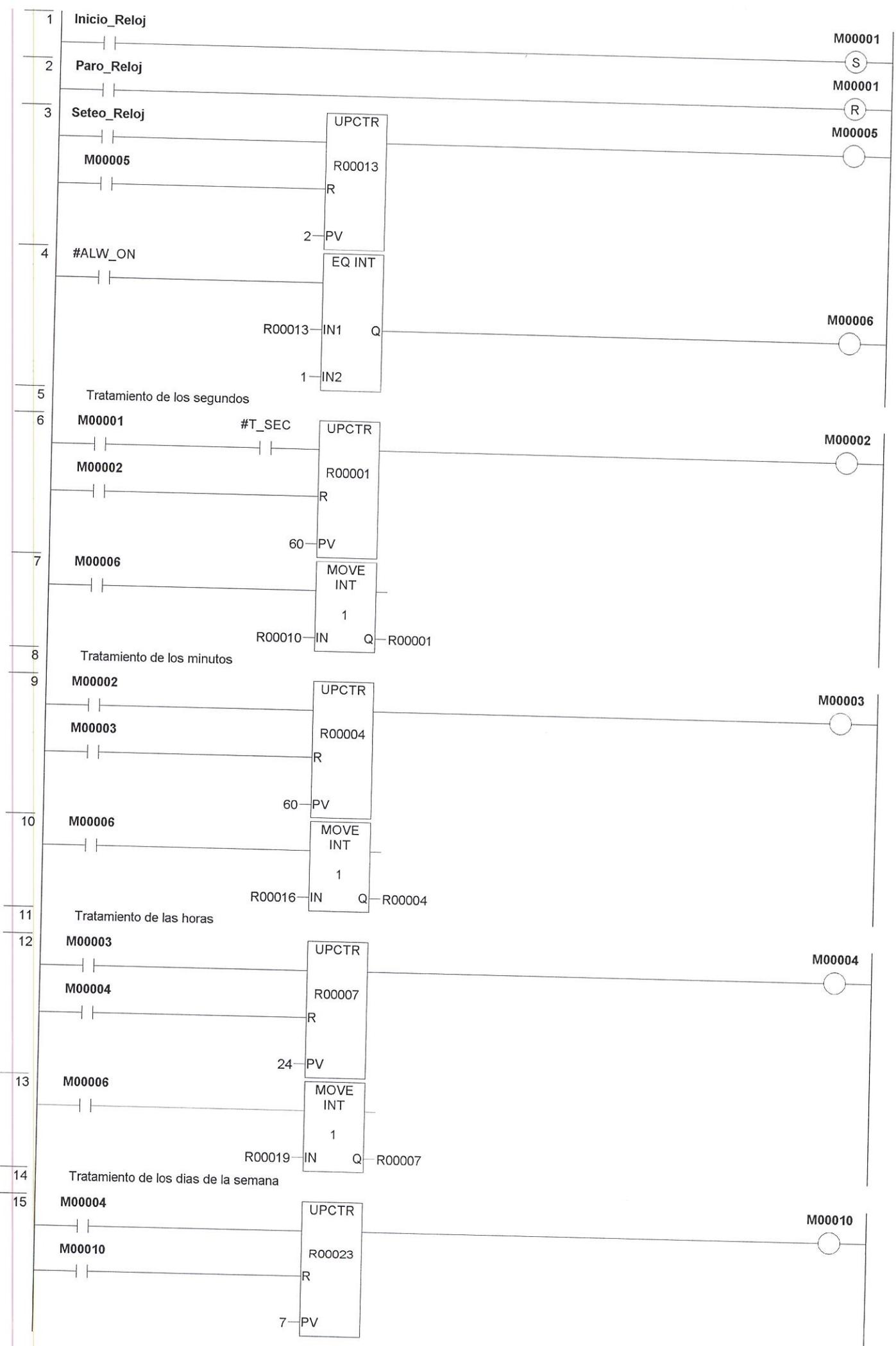
Save To File Filename:C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\ADMINISTRADOR\MIS DOCUMENTOS\SELECTR_POT.CSV

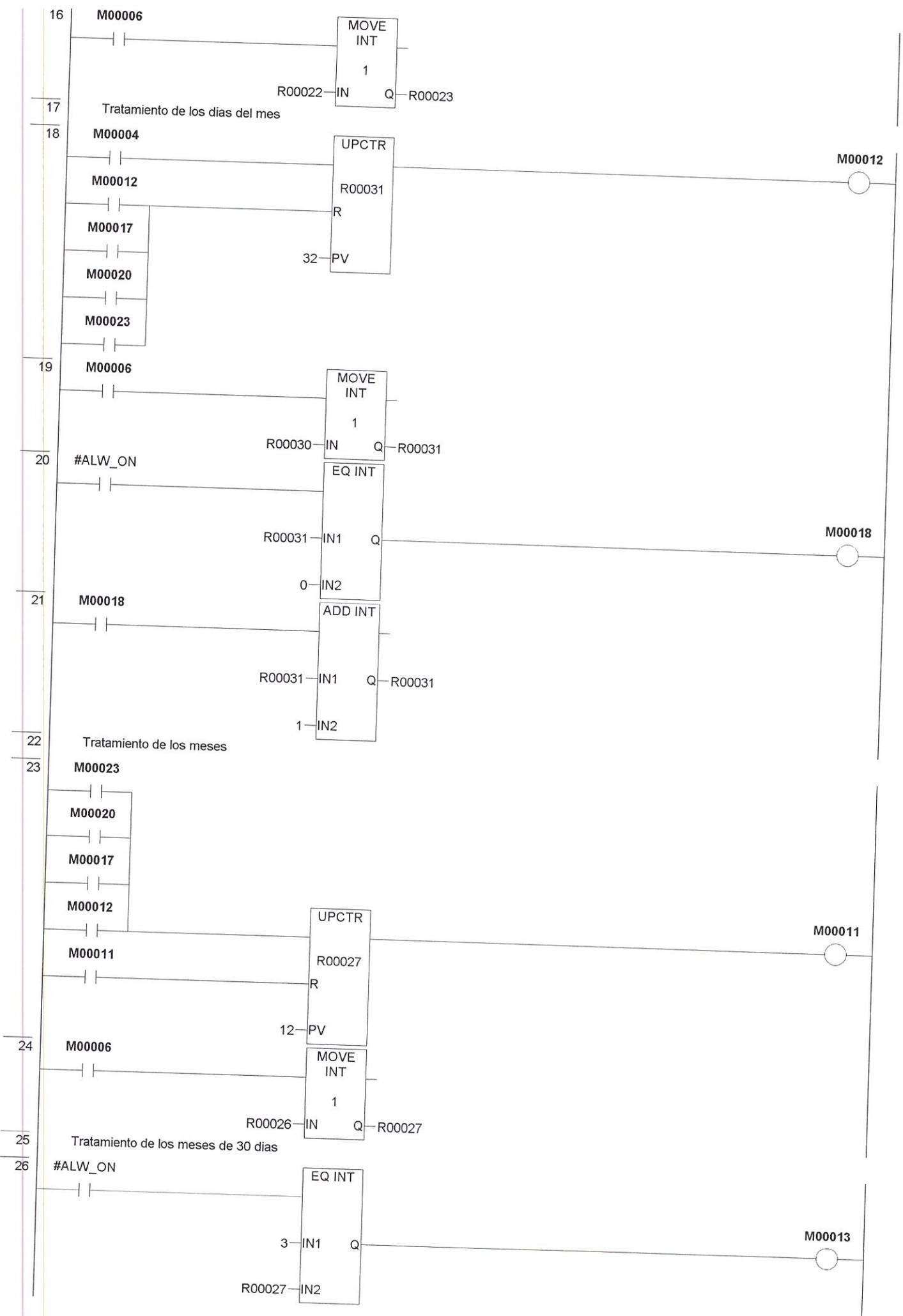
01/NOV/2007 16:18:12

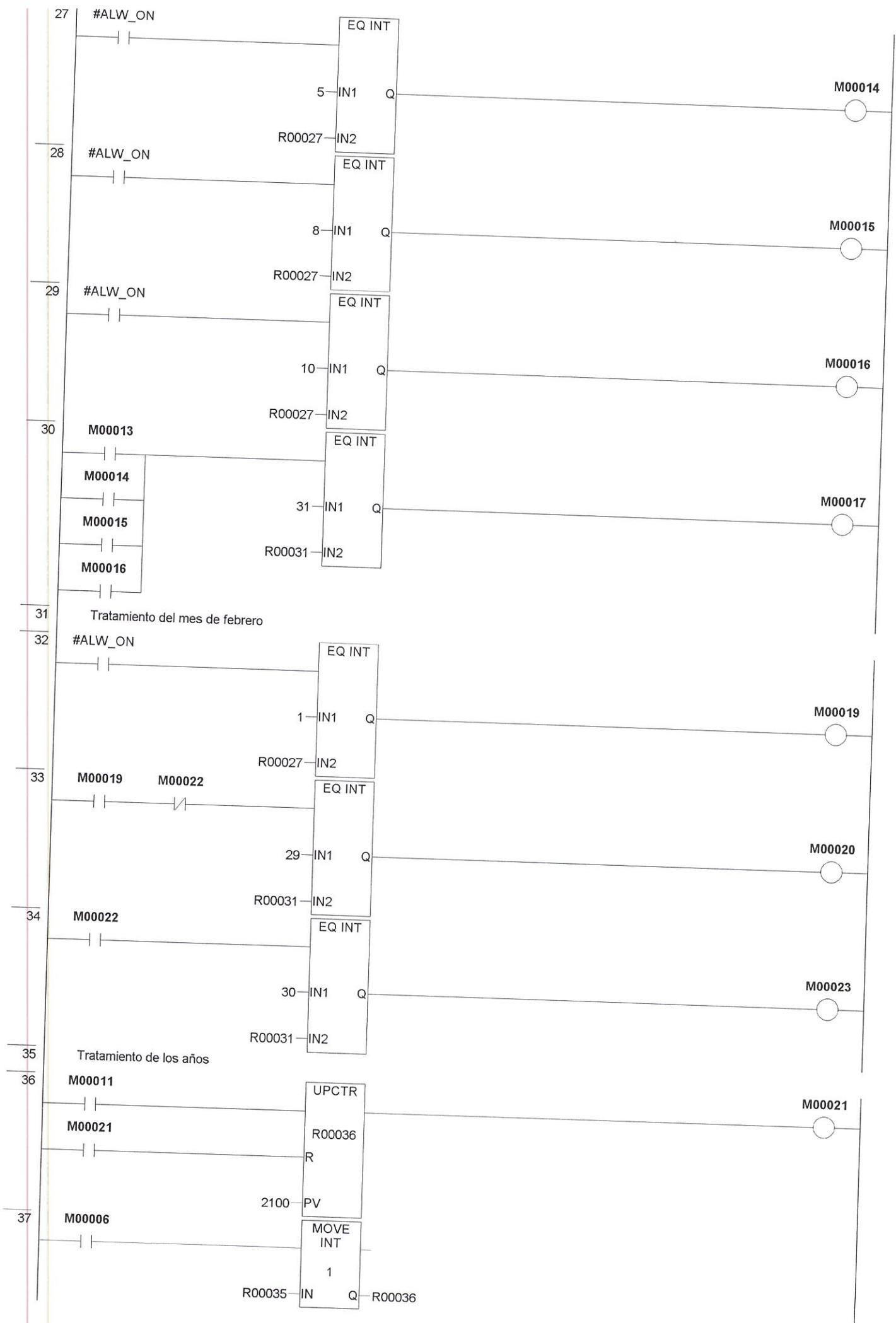
Salir

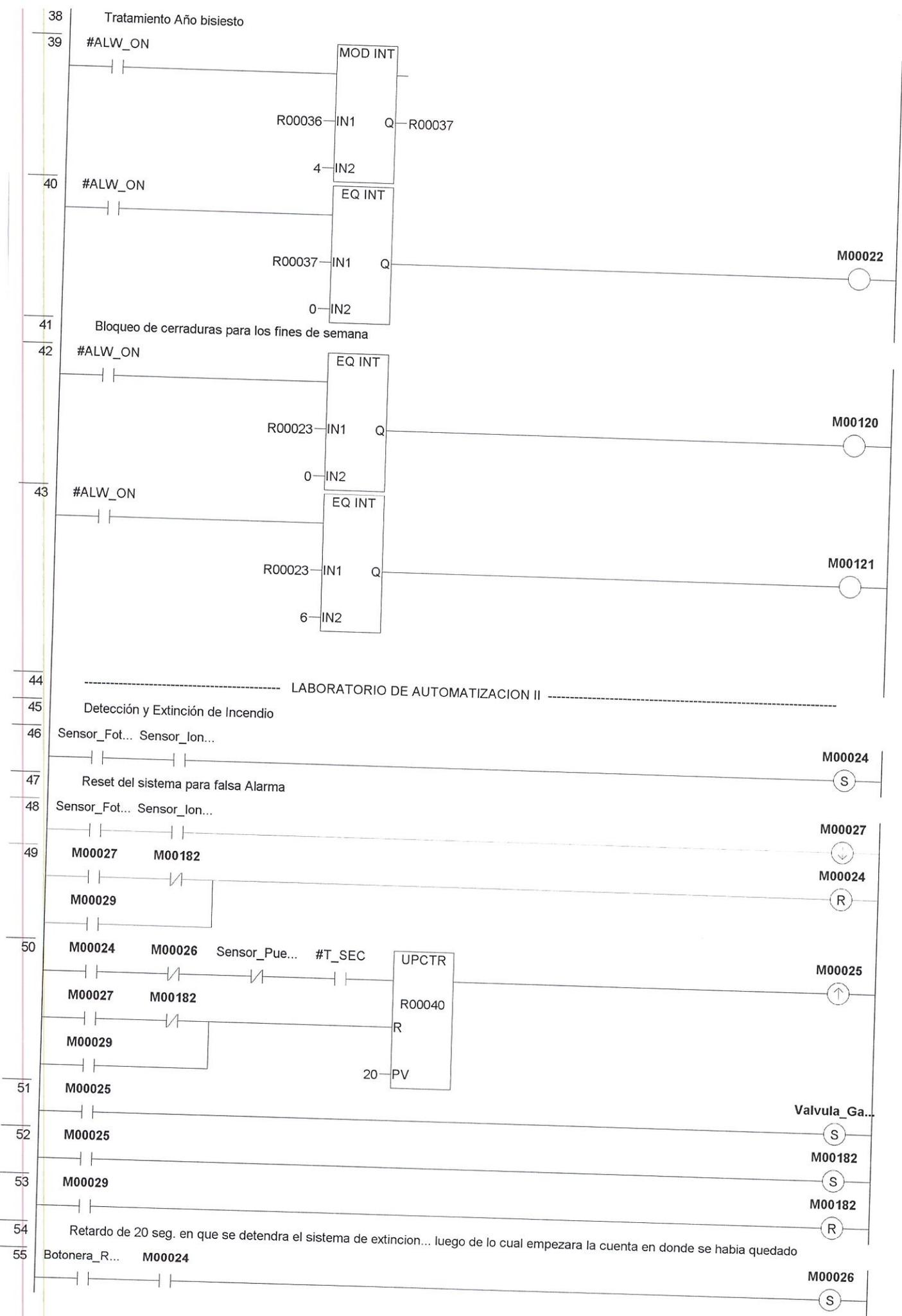
ANEXO C

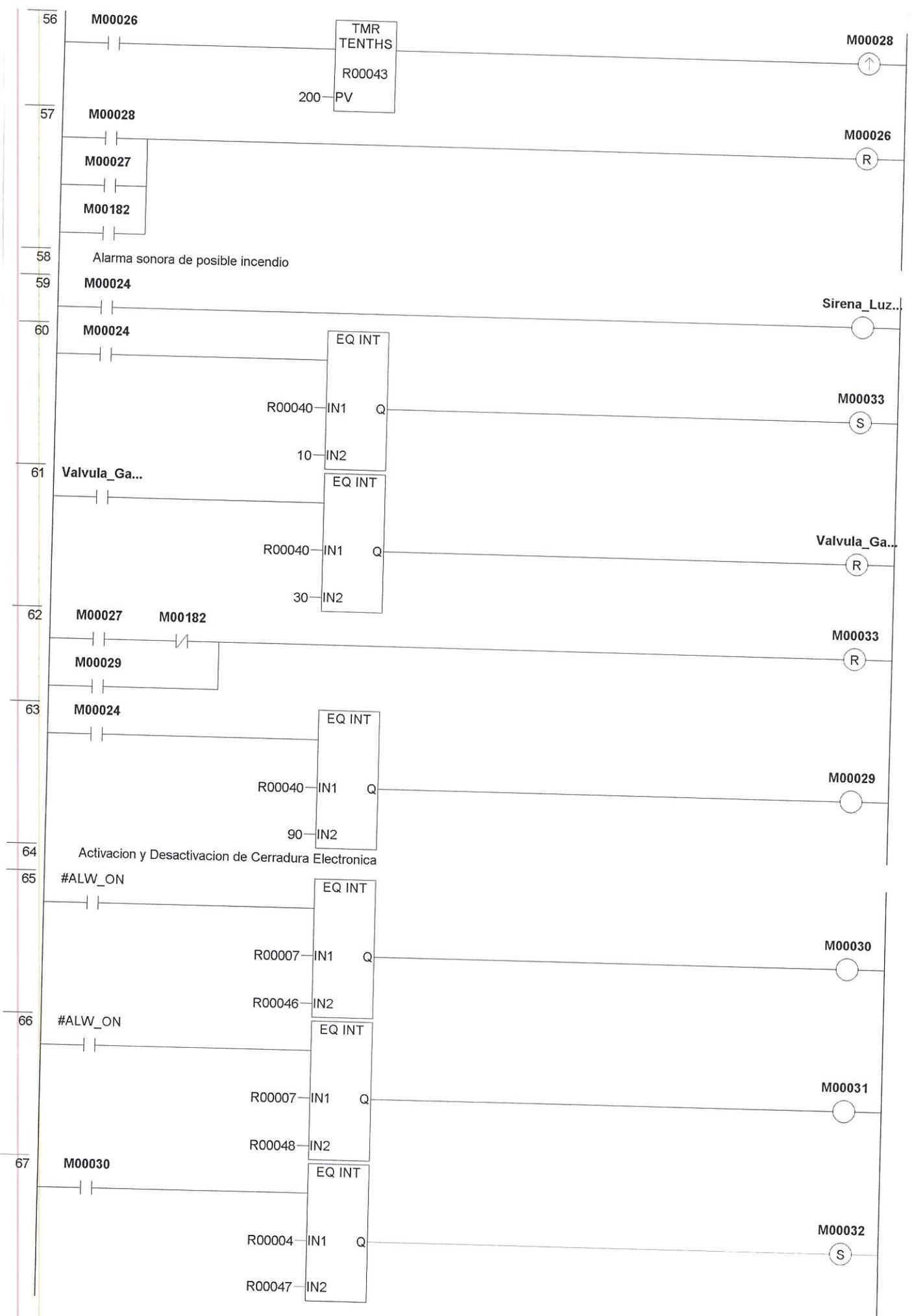
Programación en Software Cimplicity Machine Edition

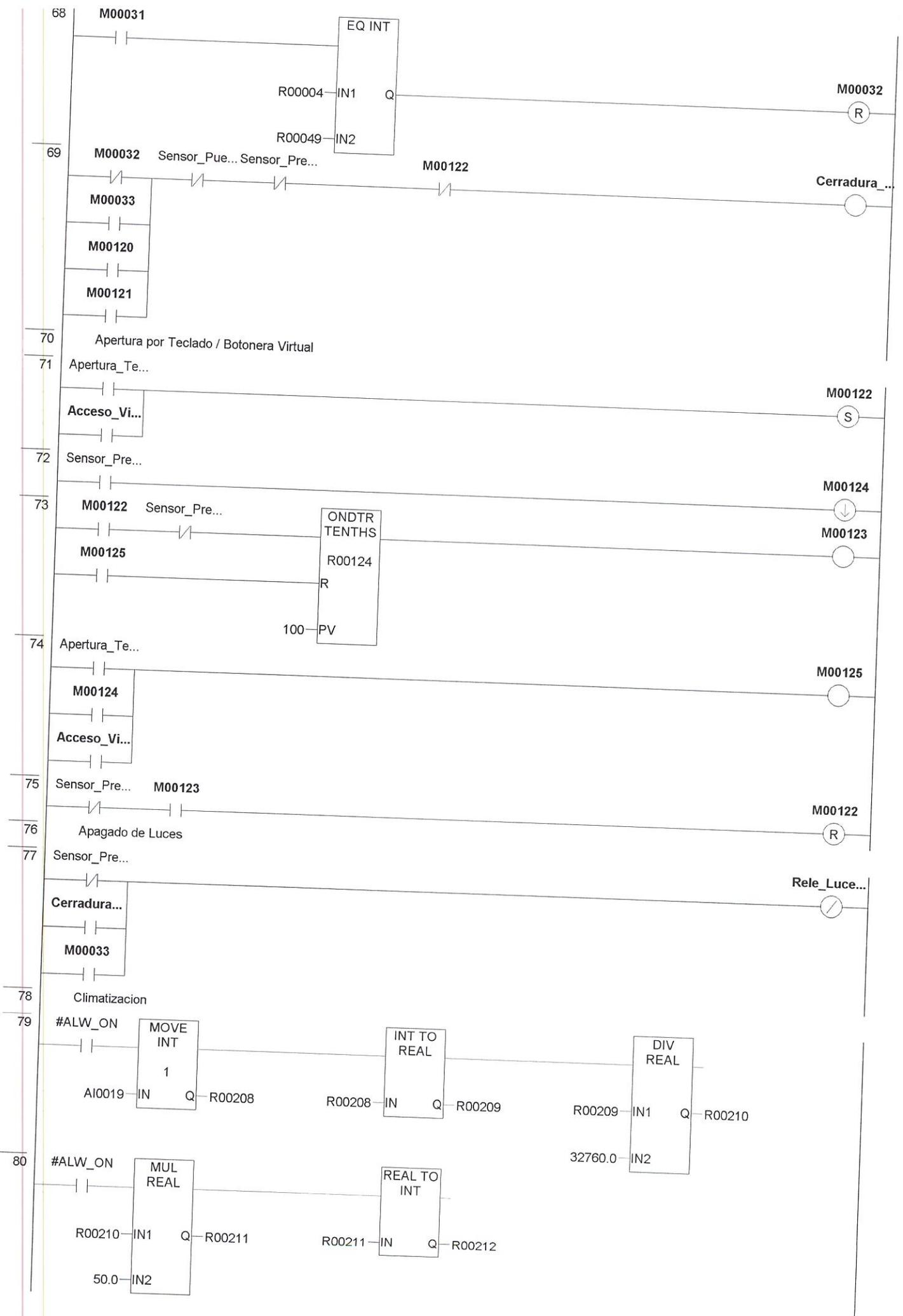


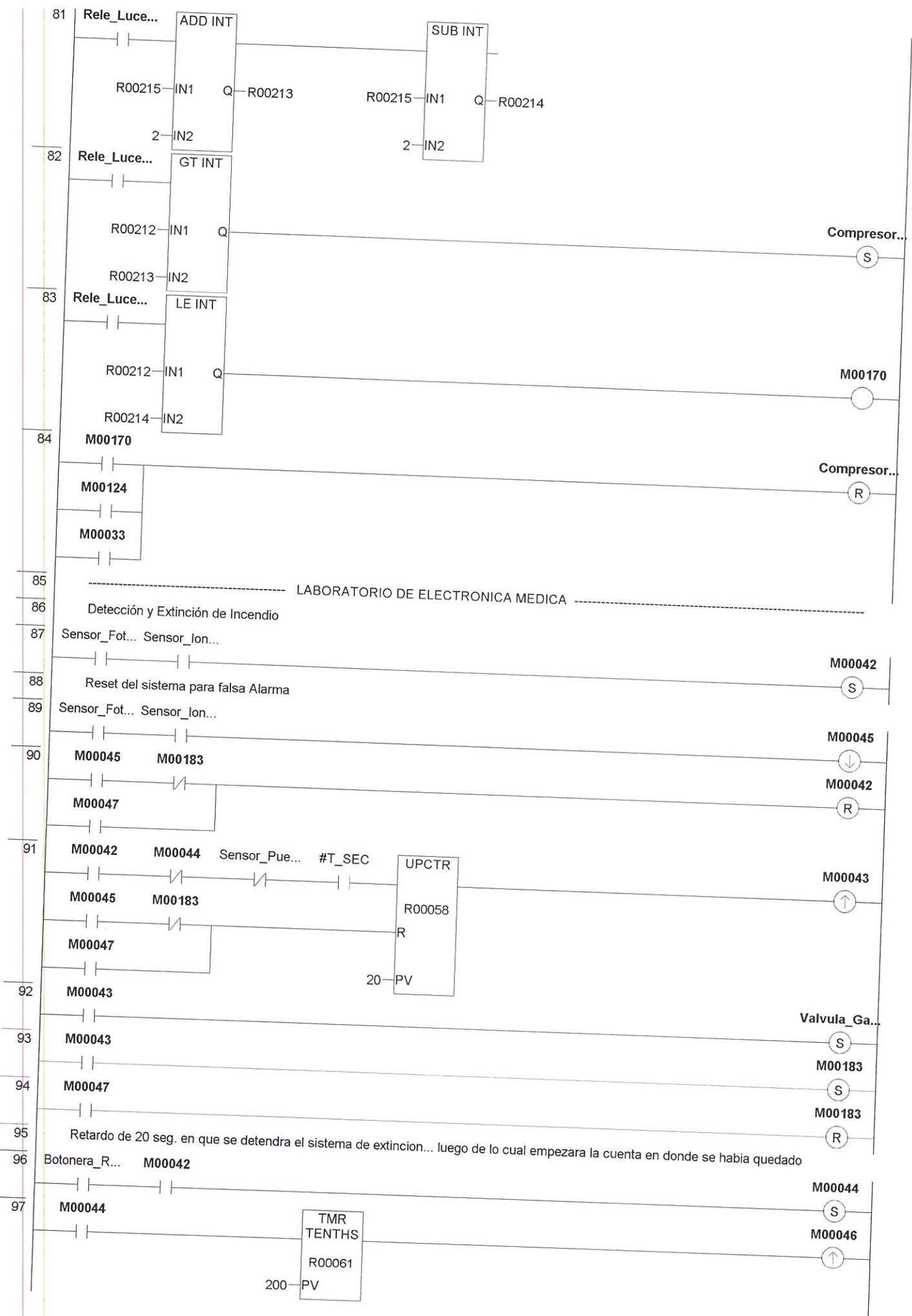


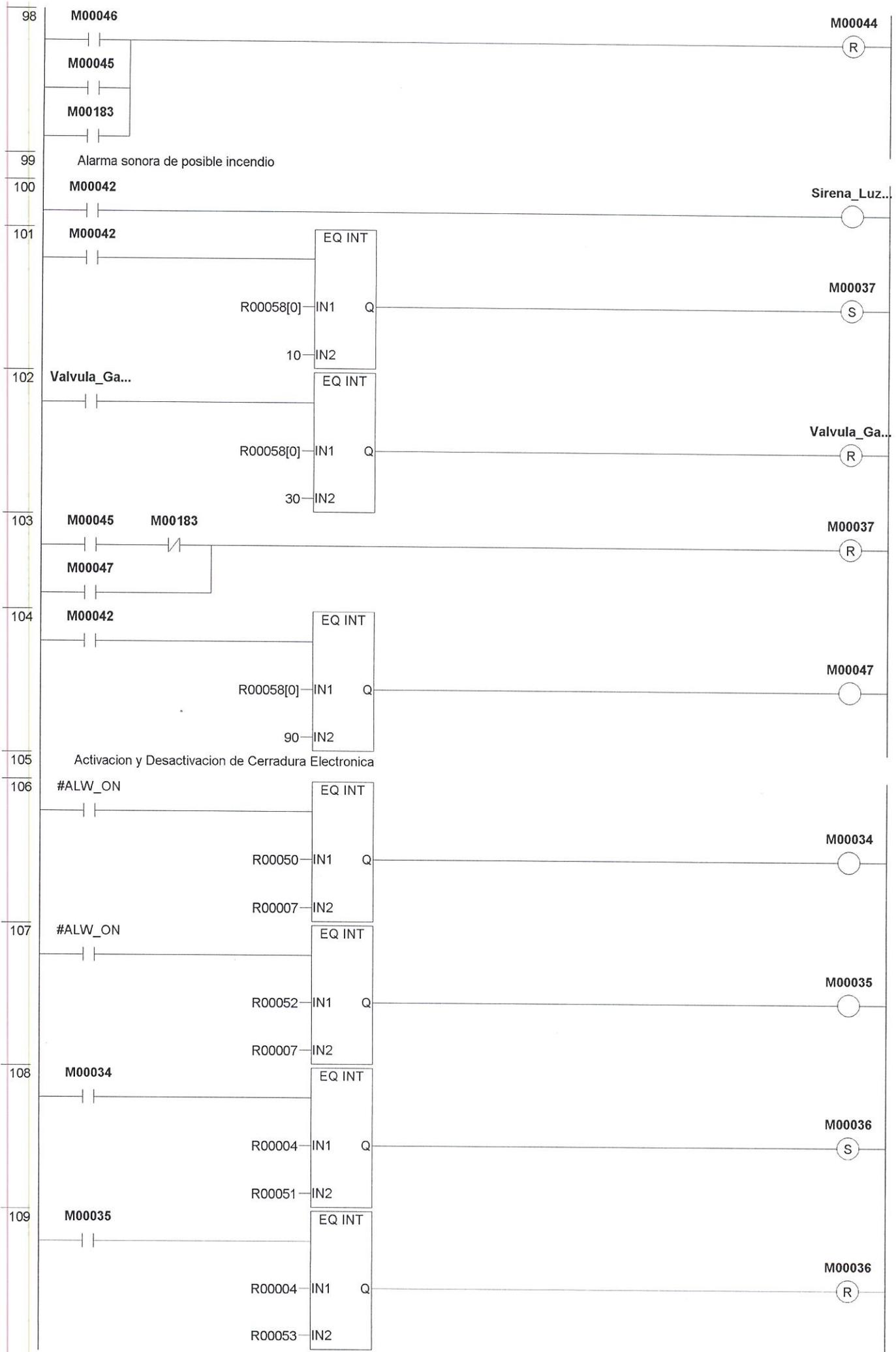


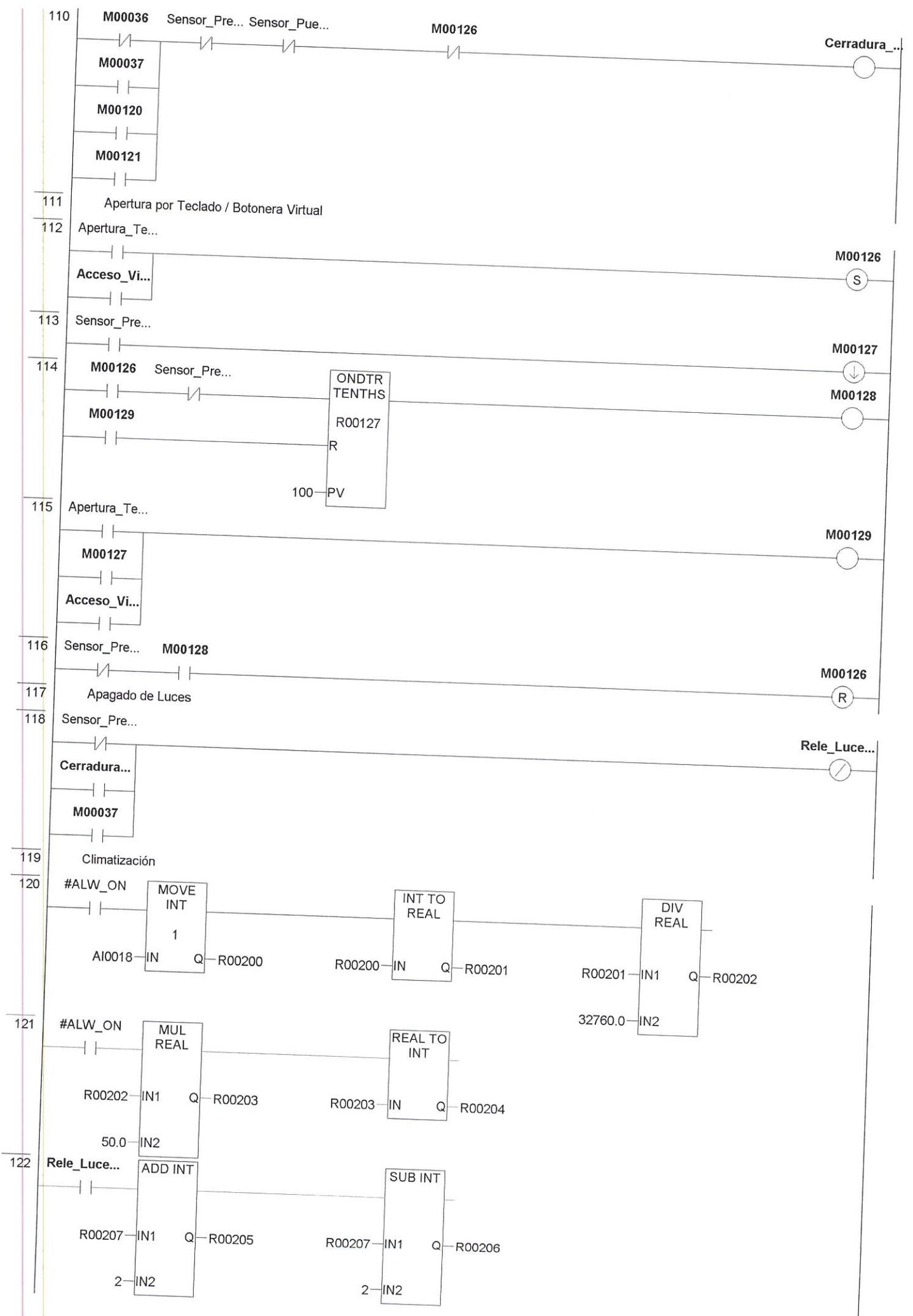


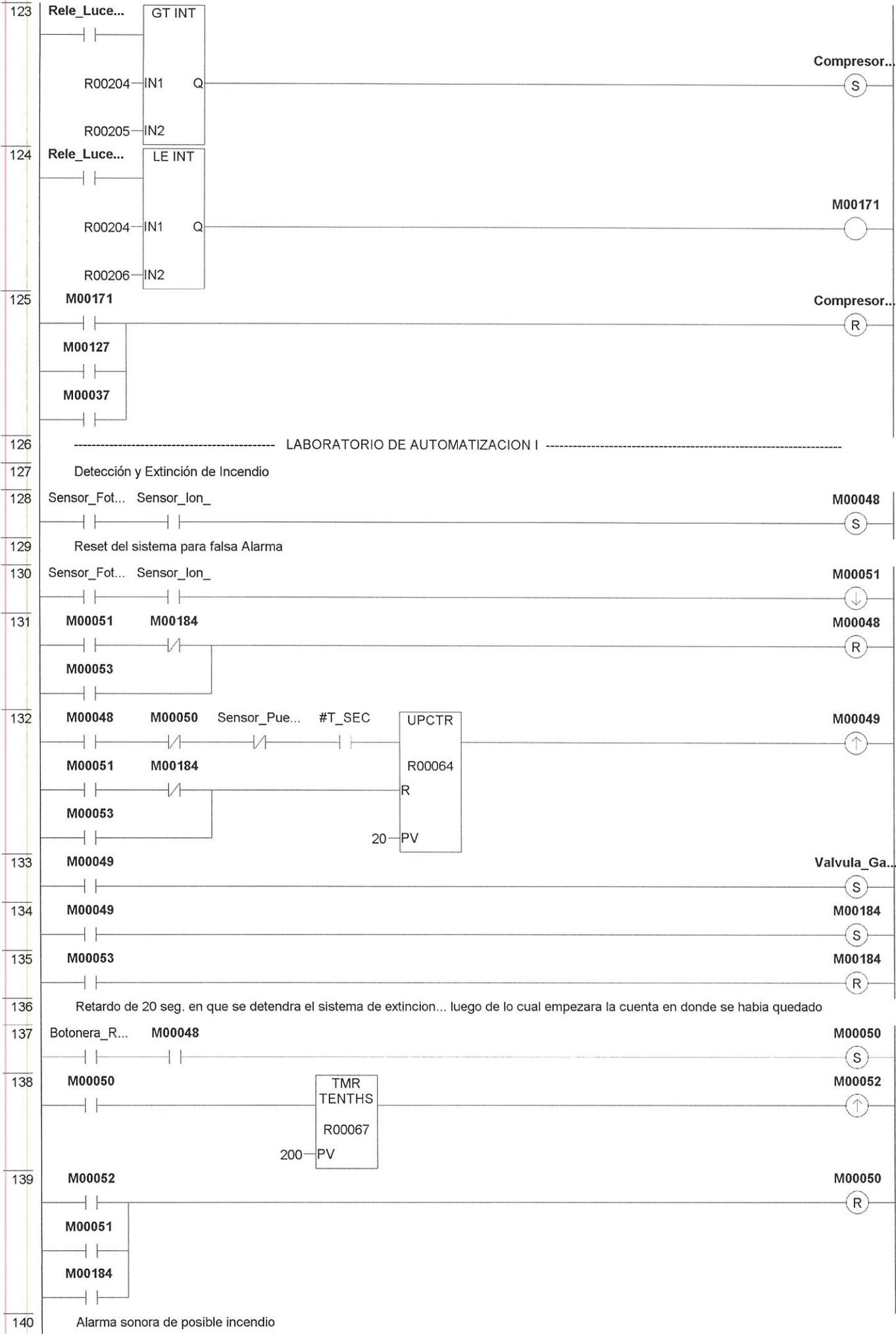


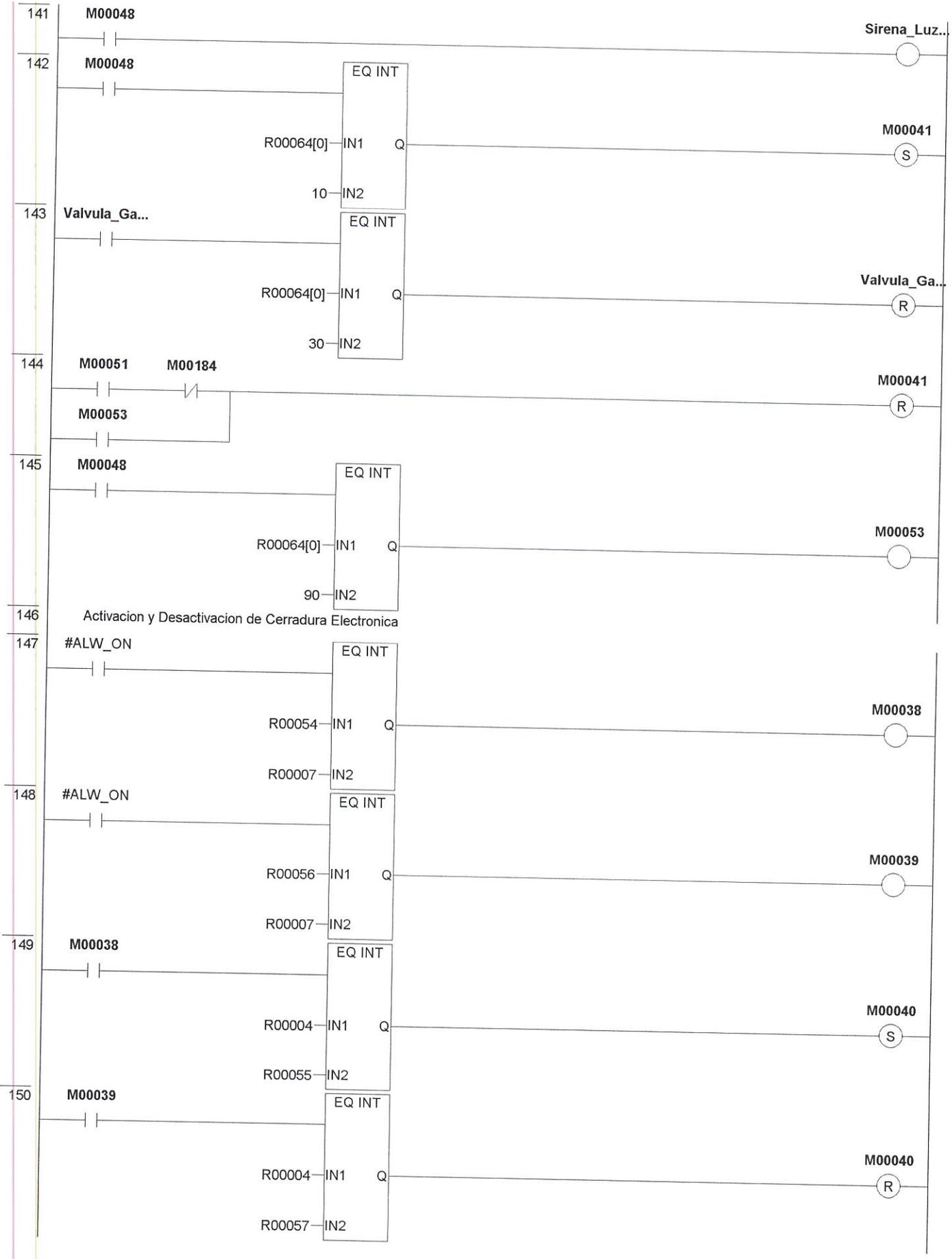


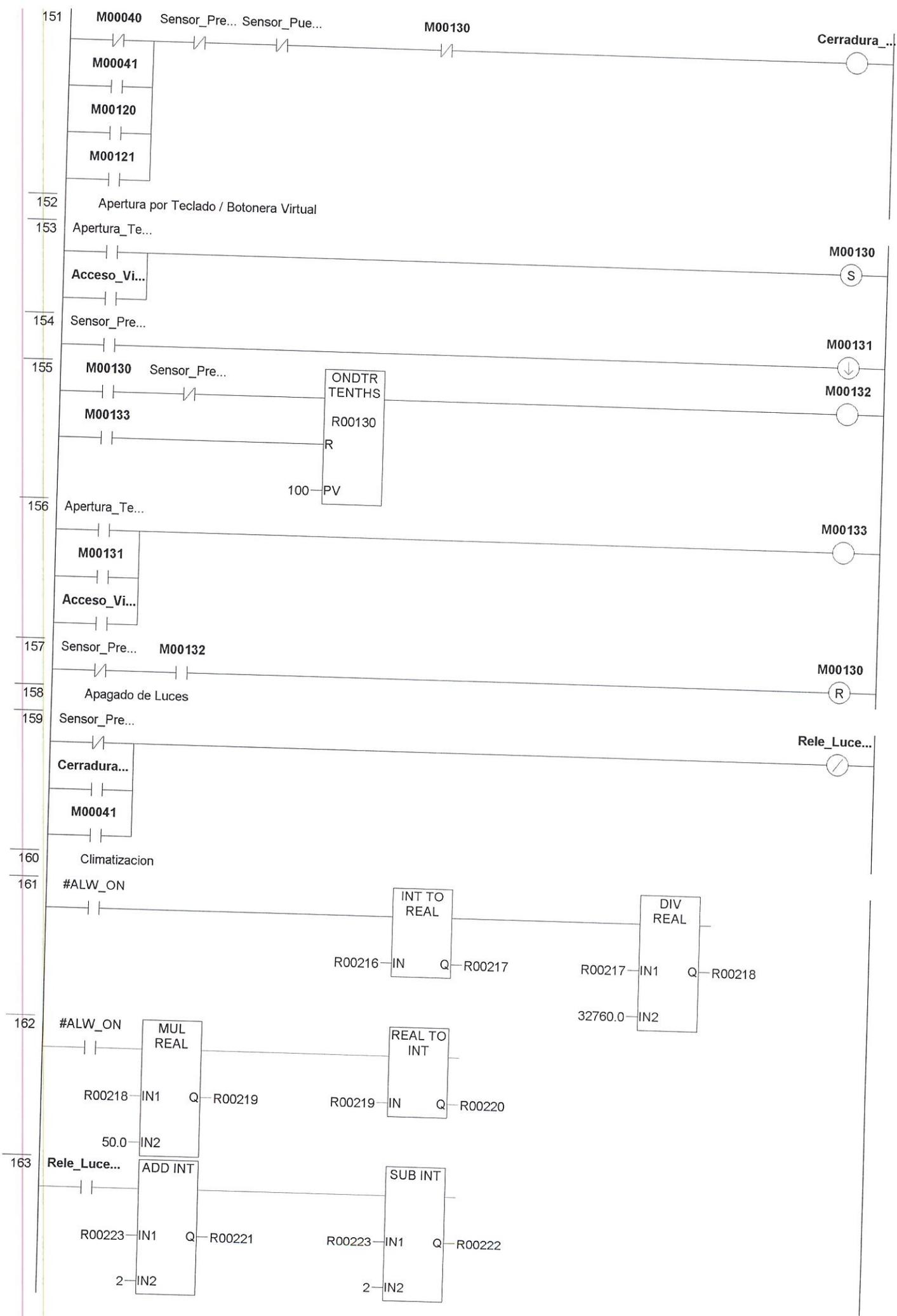


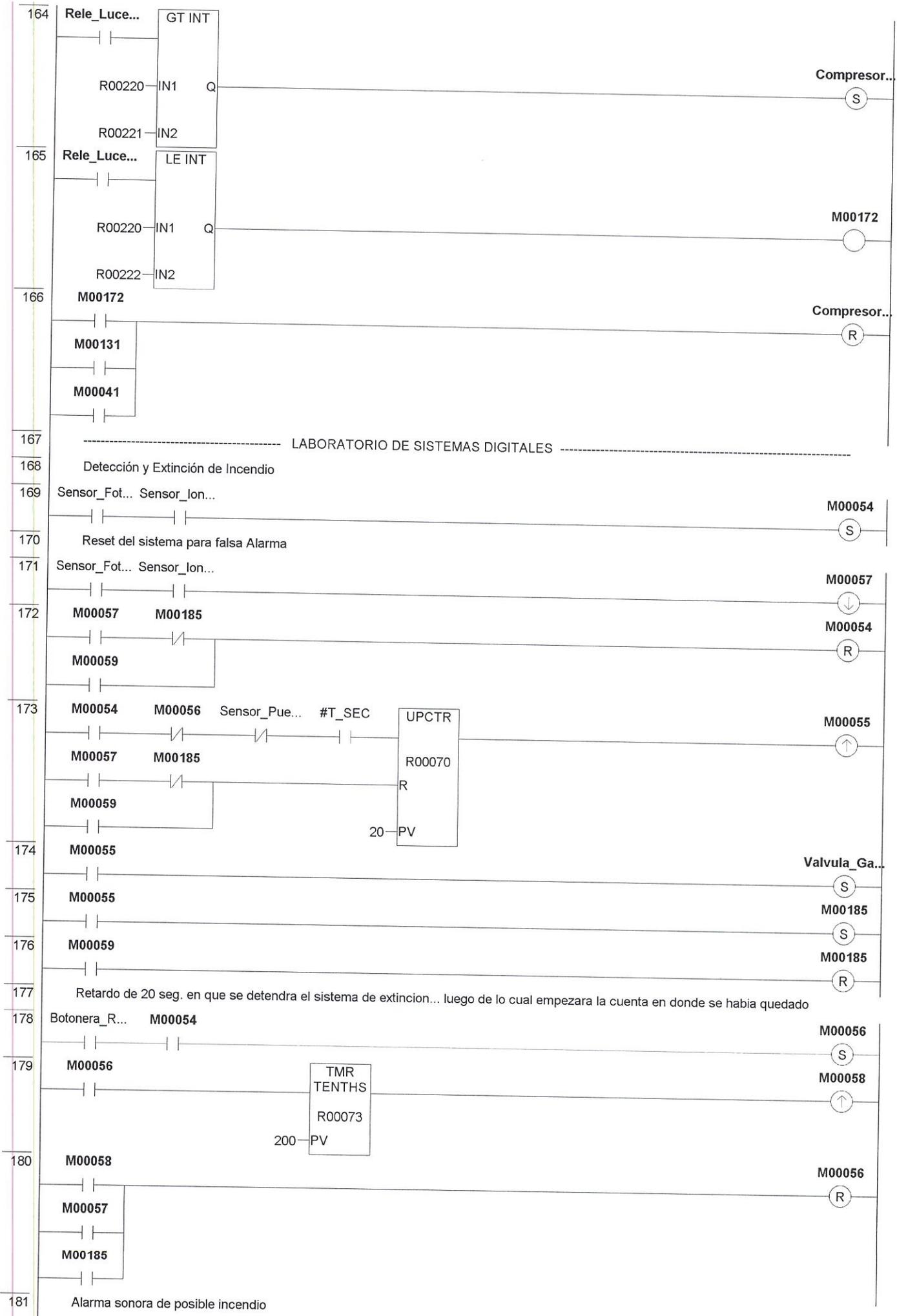


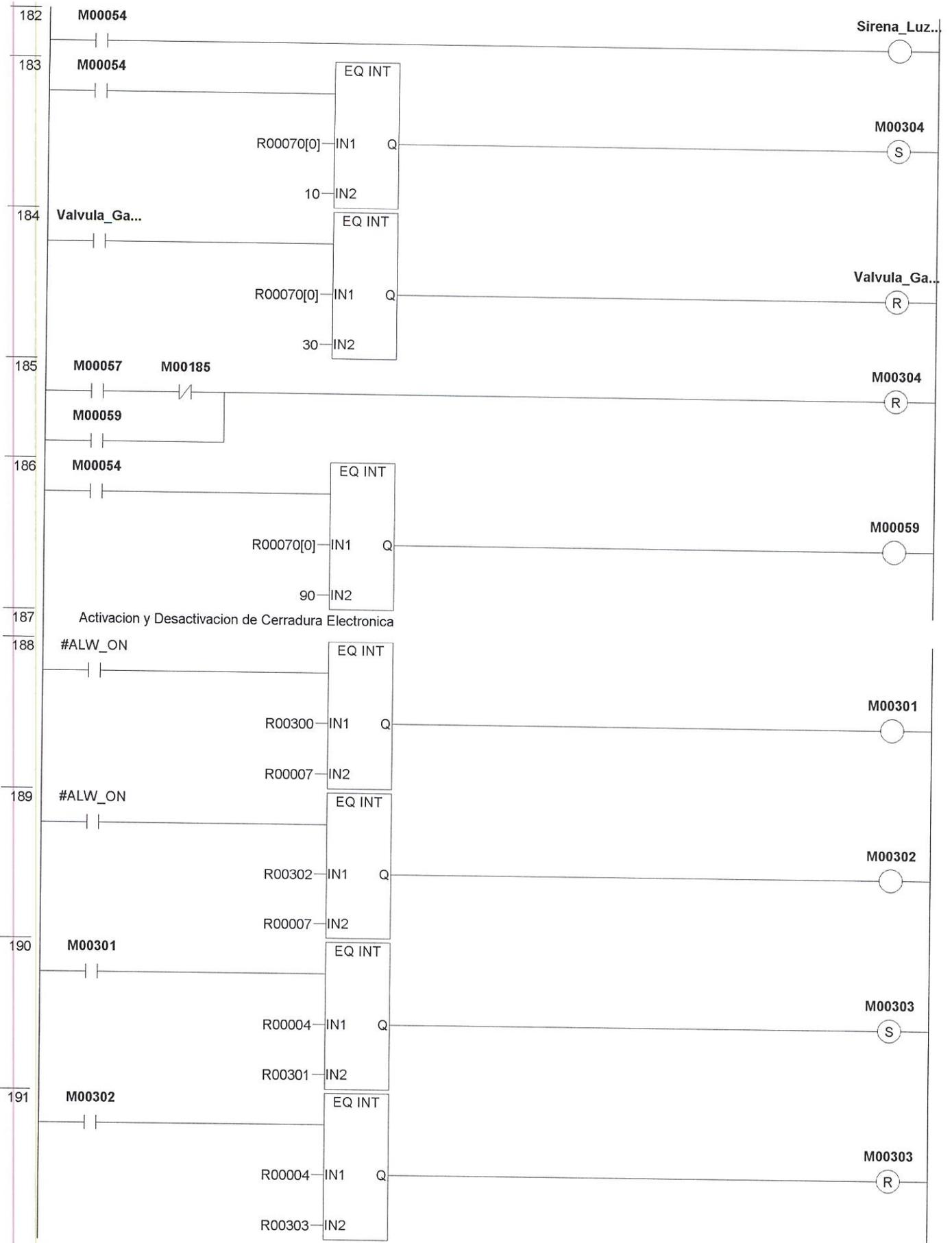


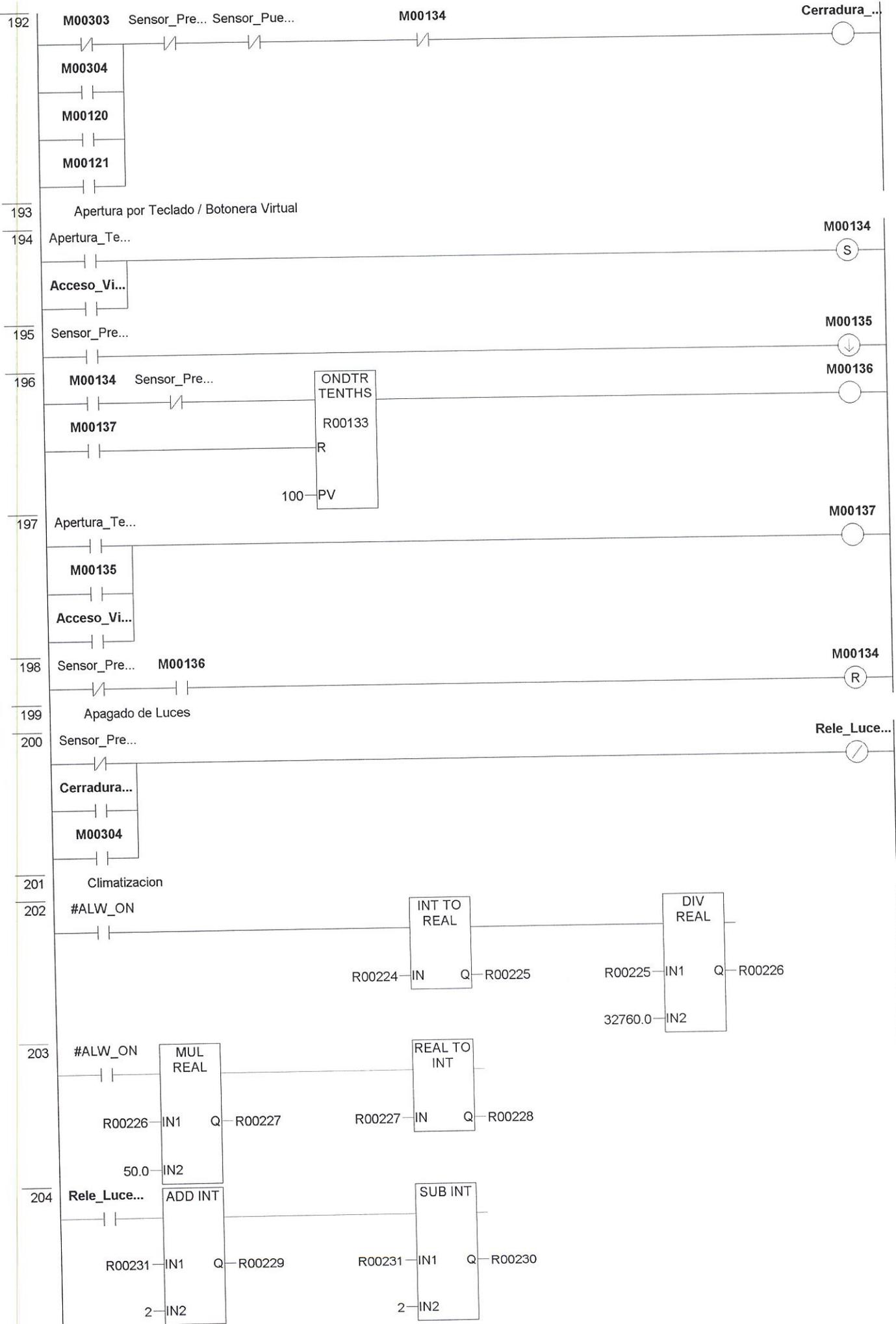


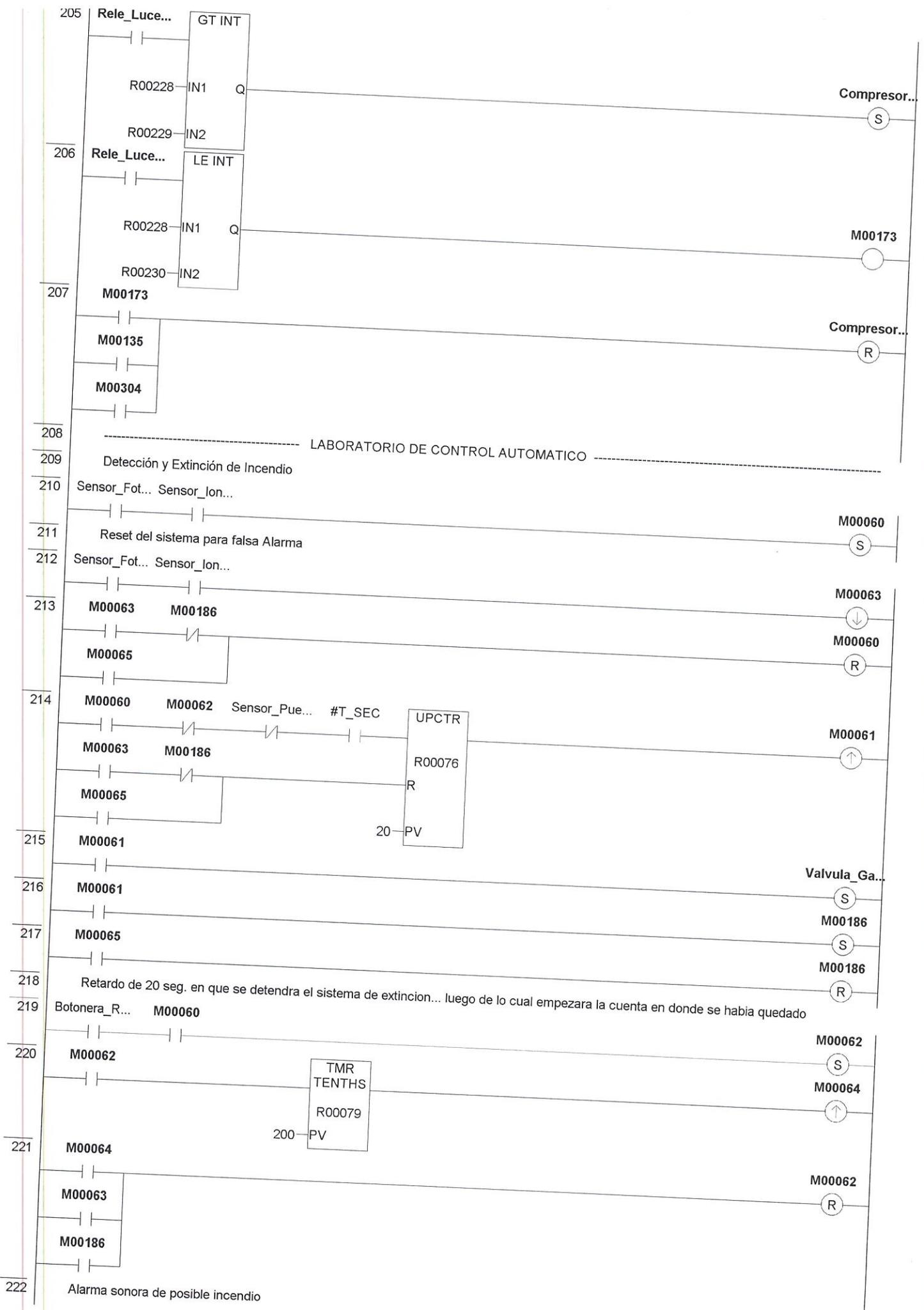


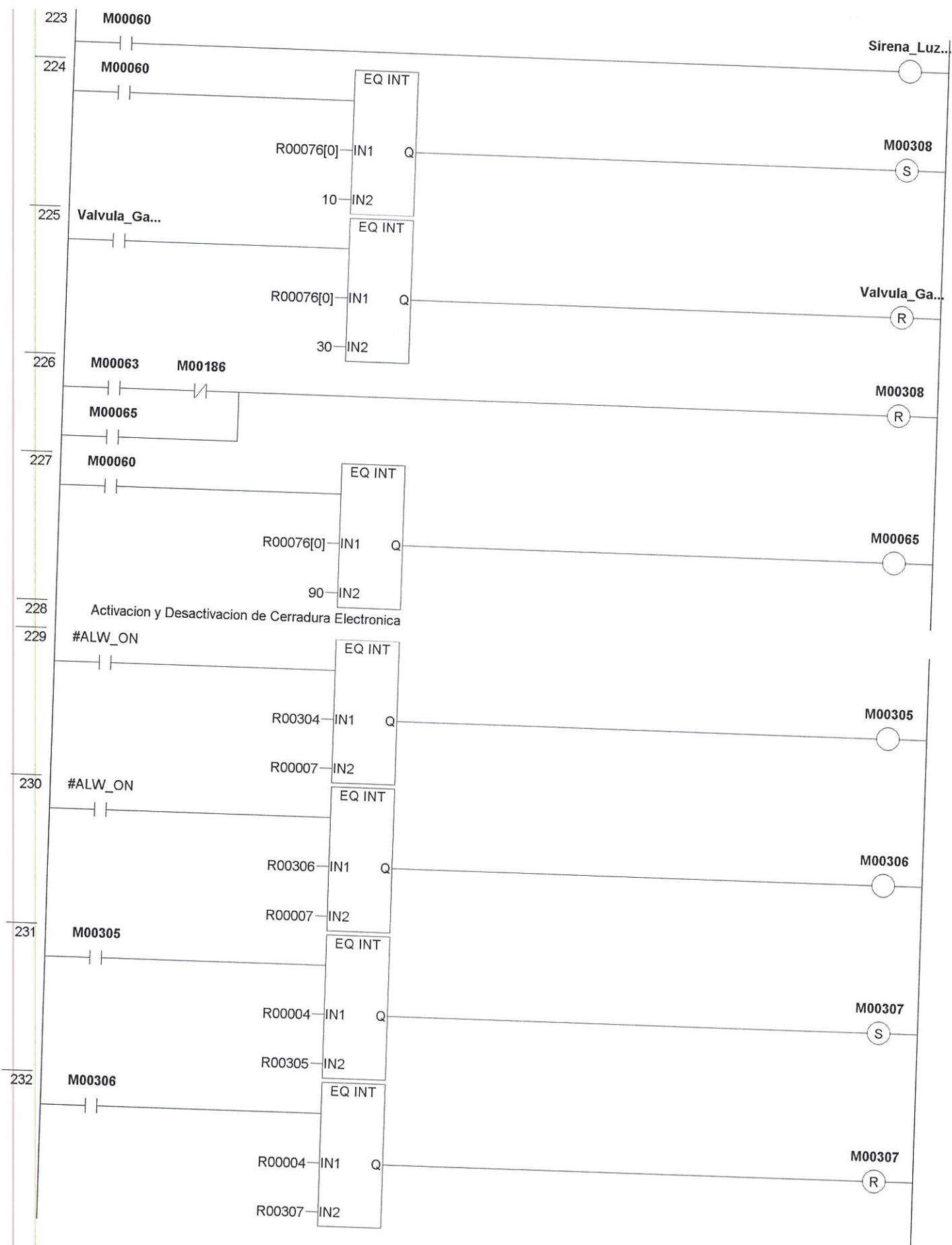


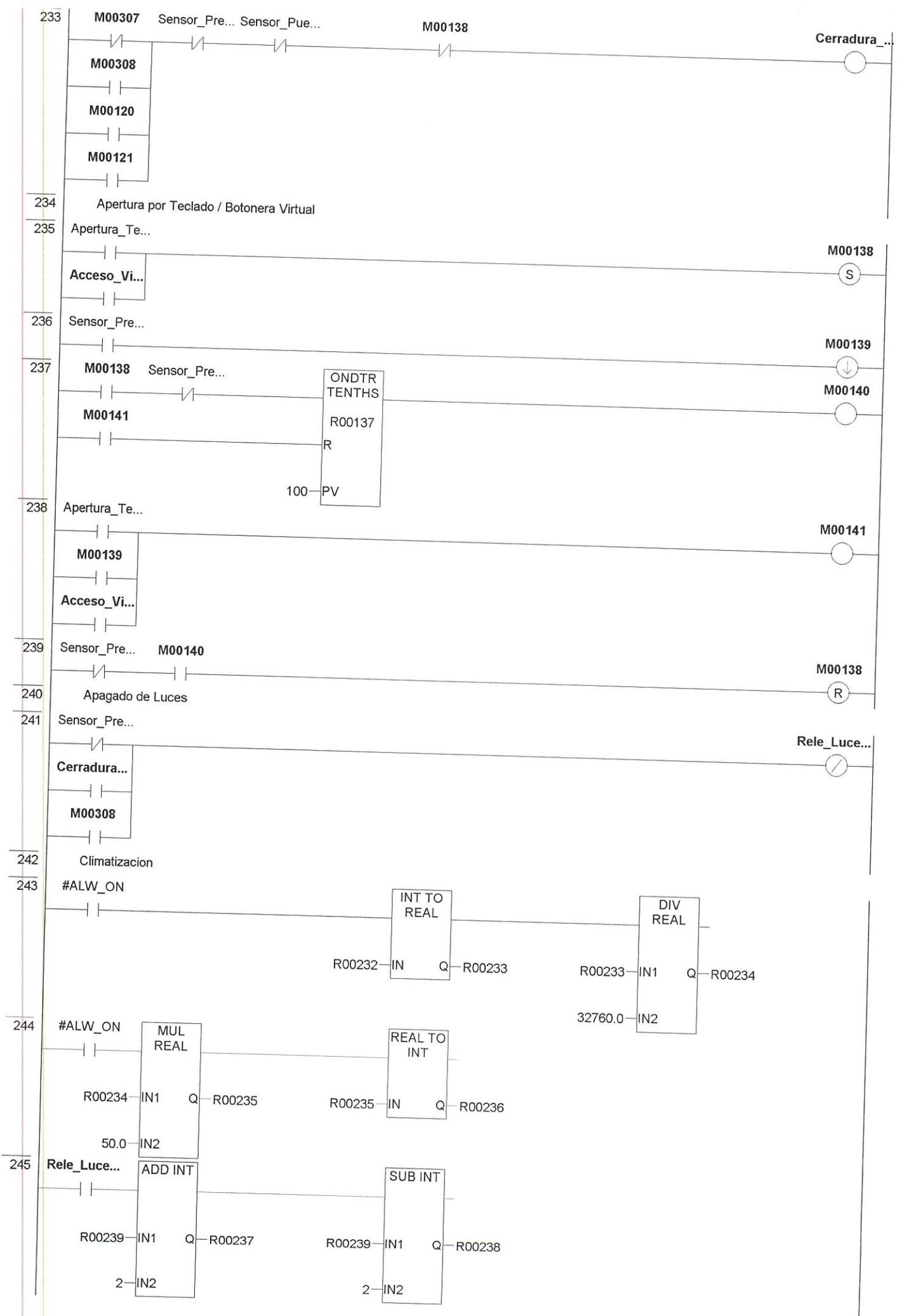


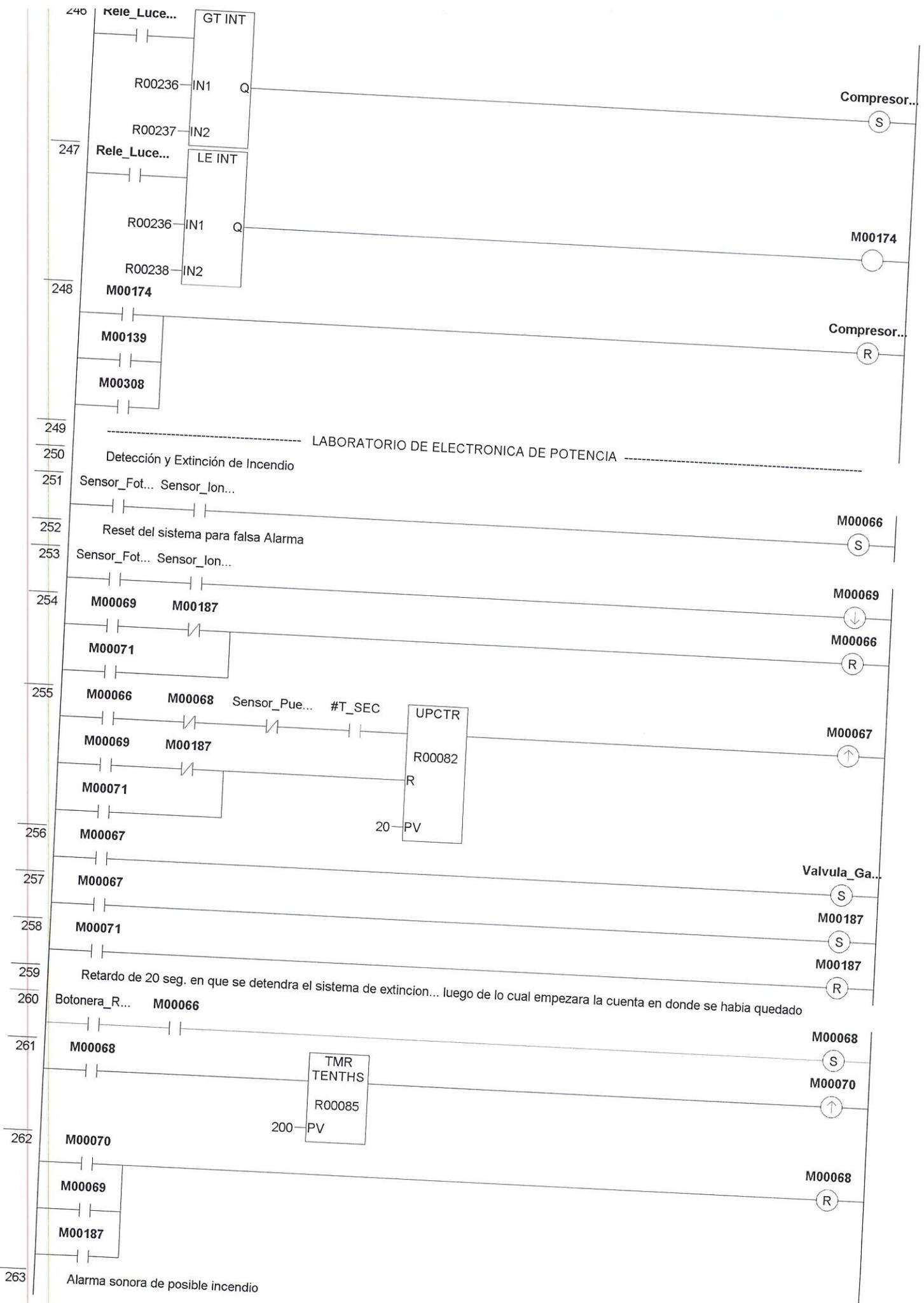


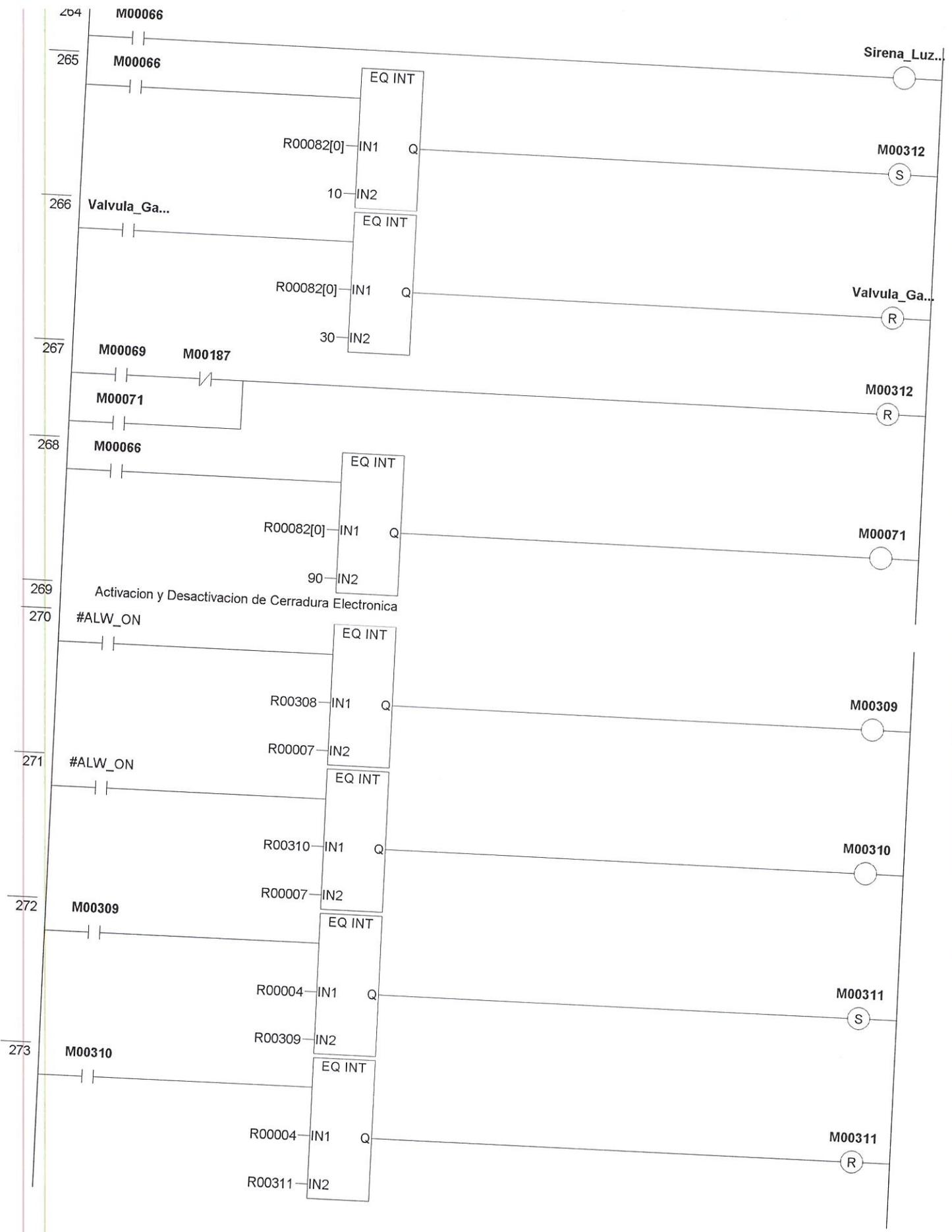


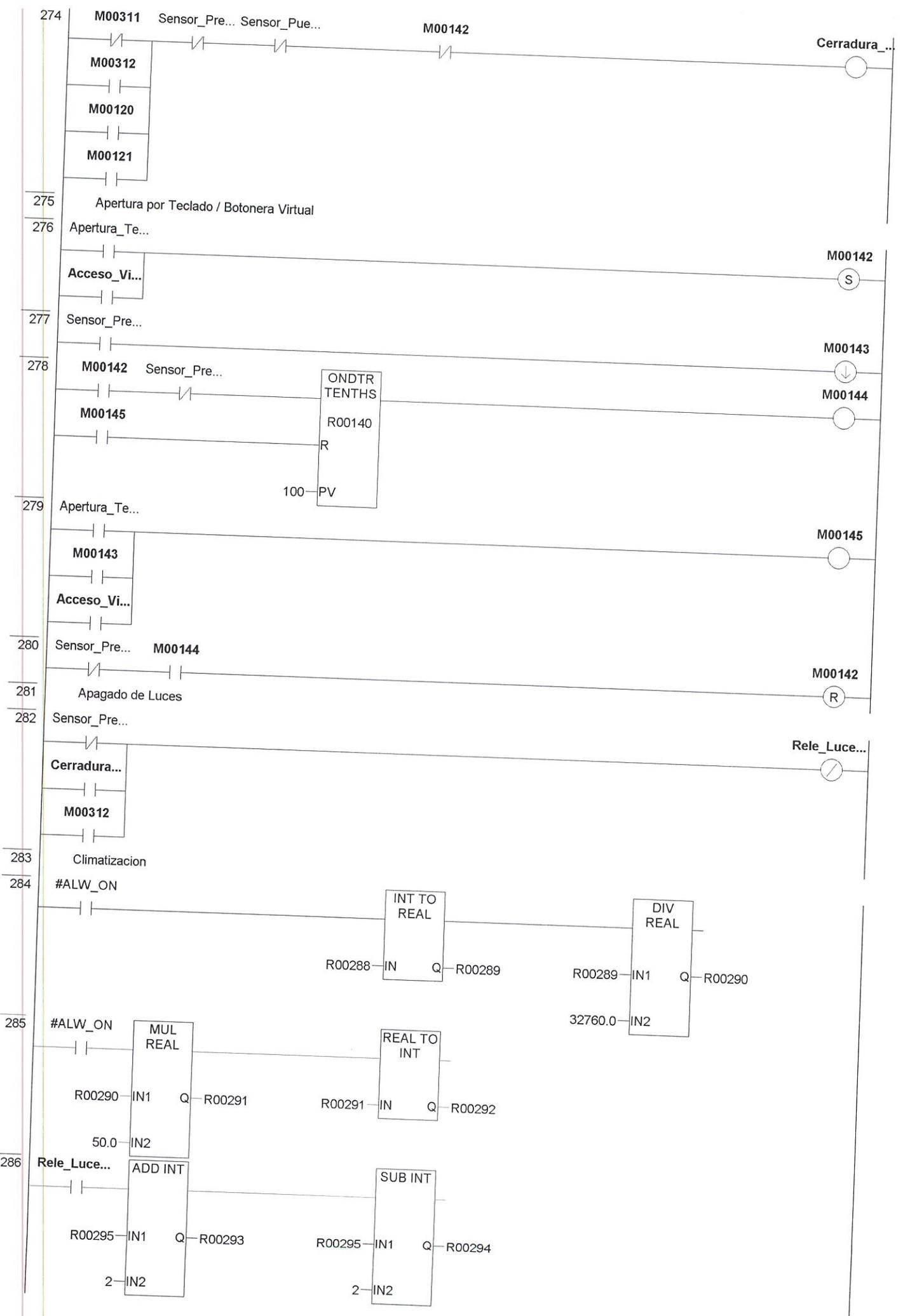


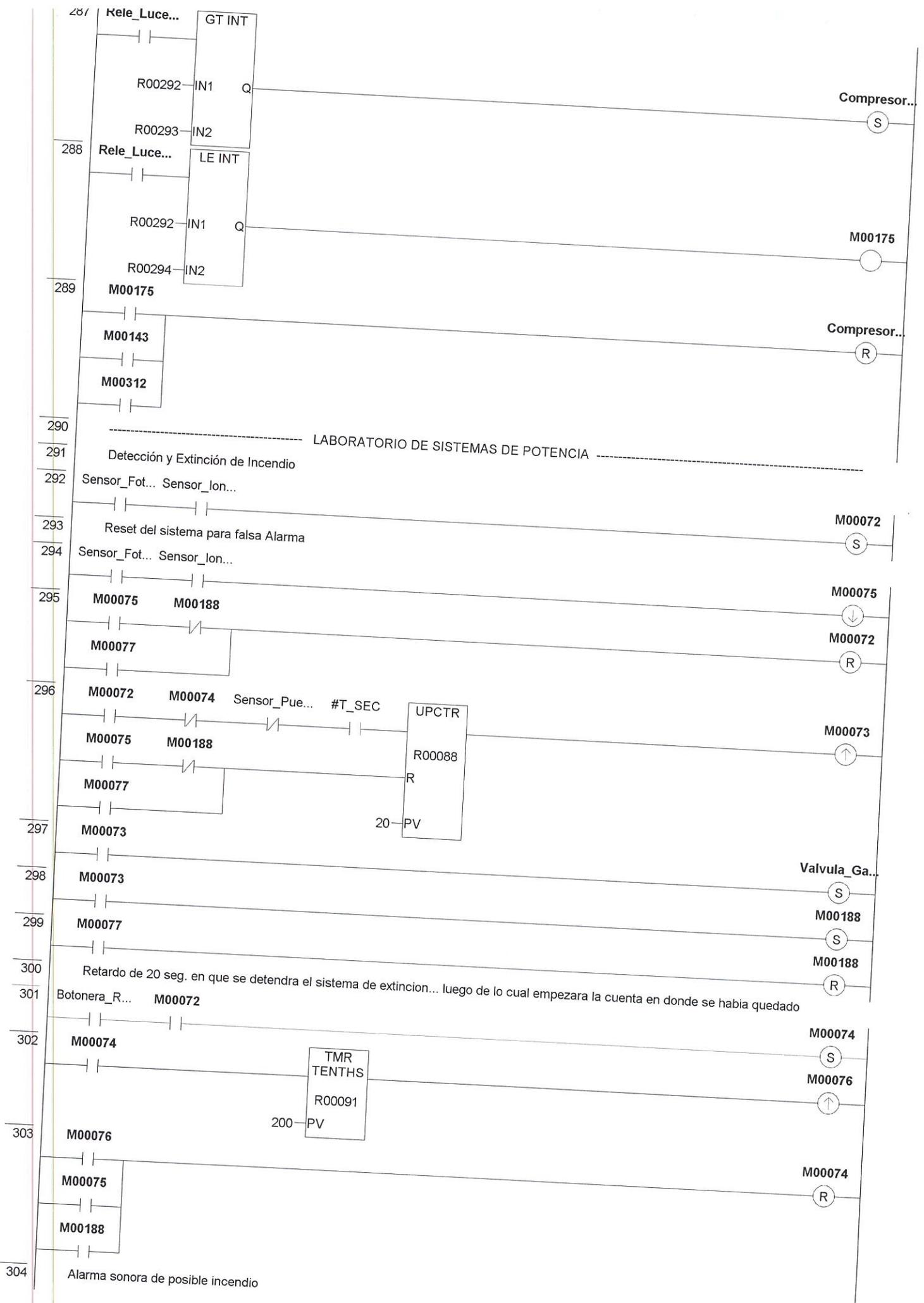


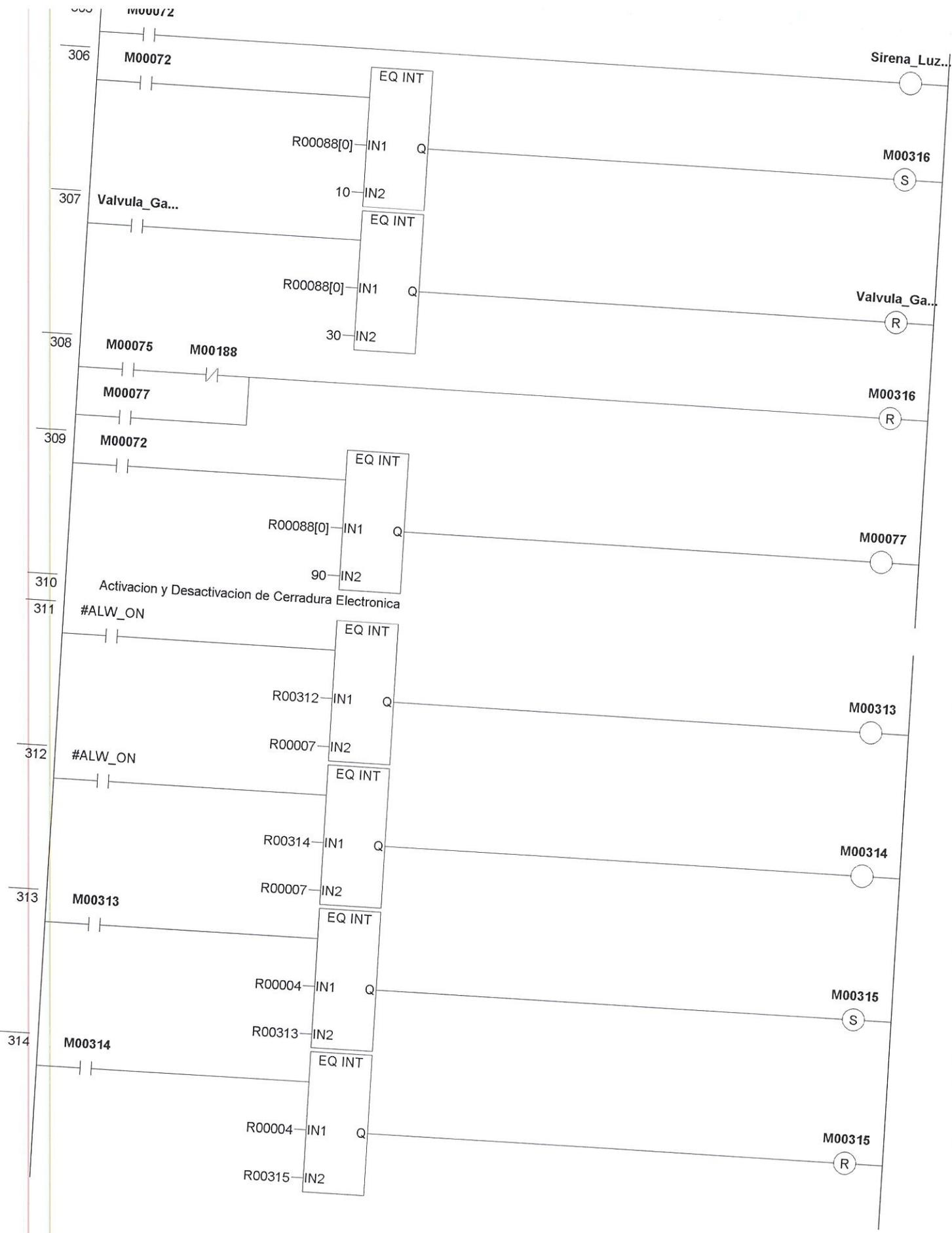


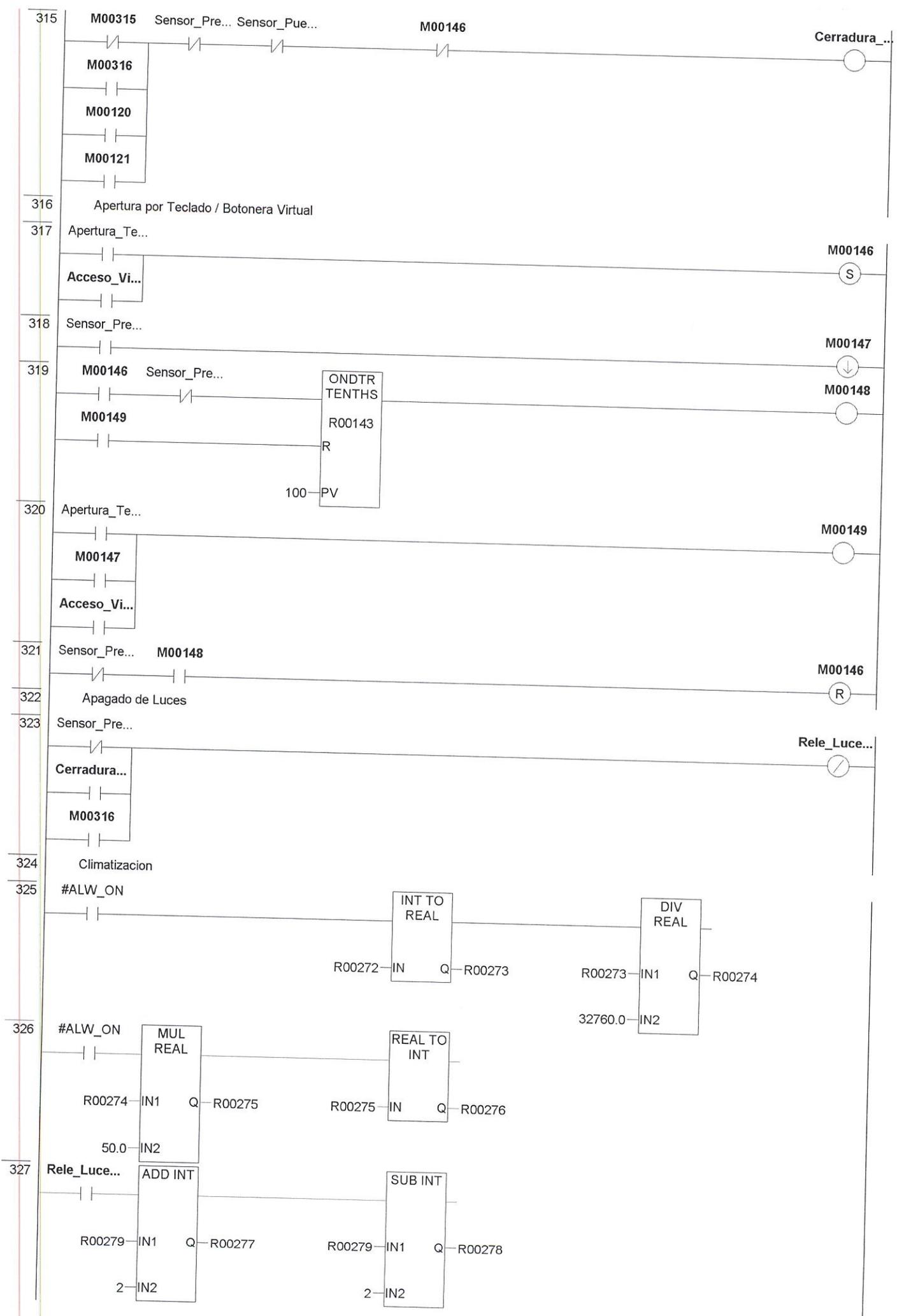


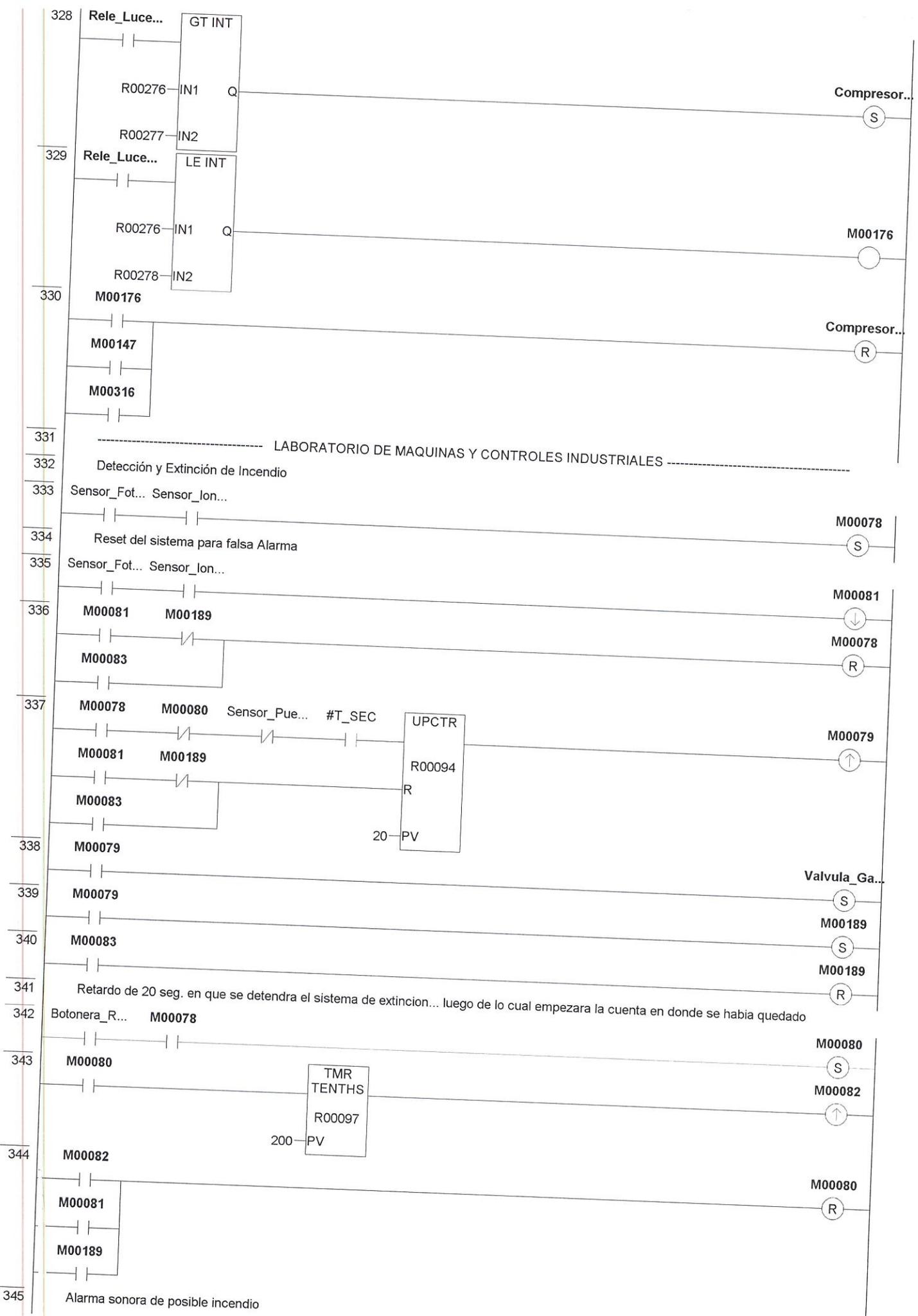


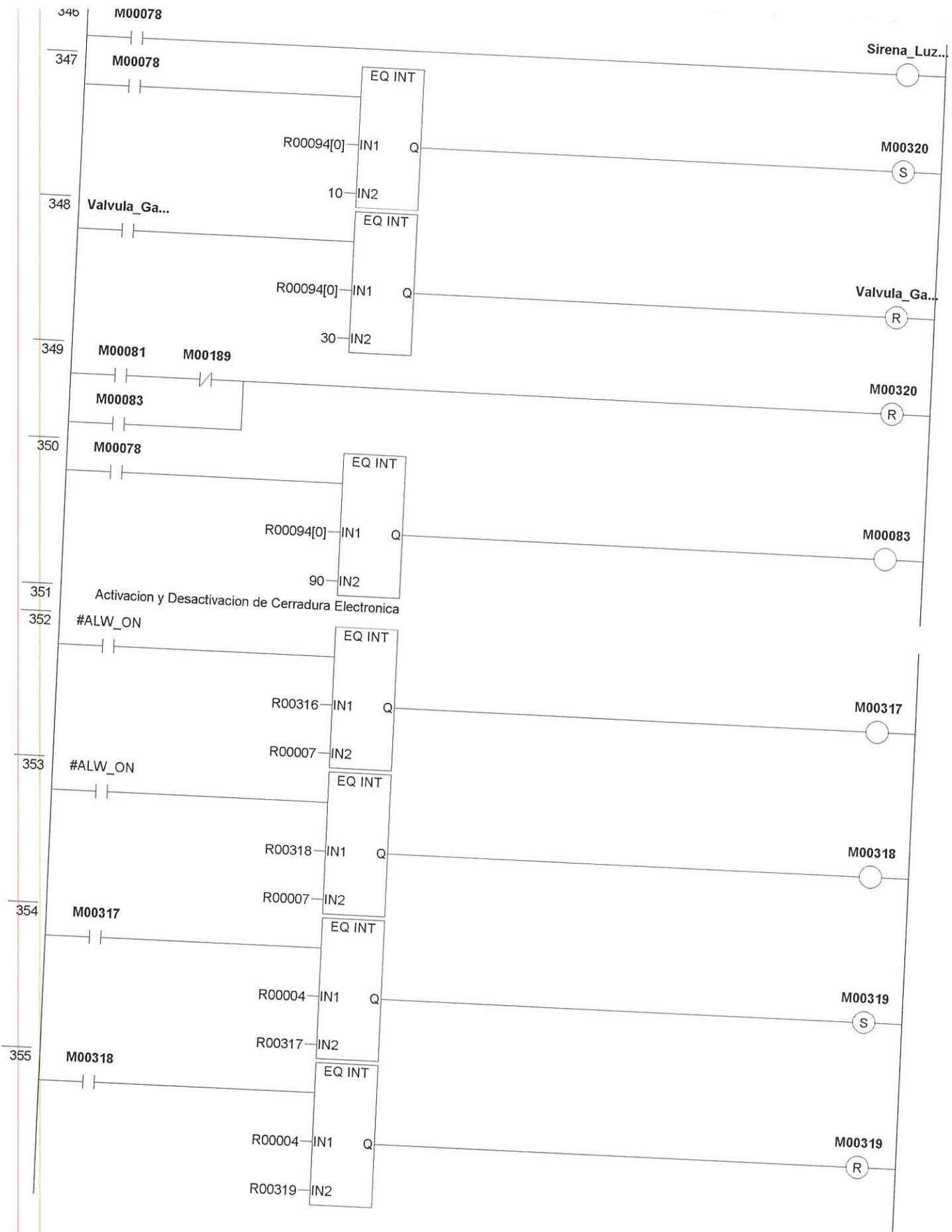


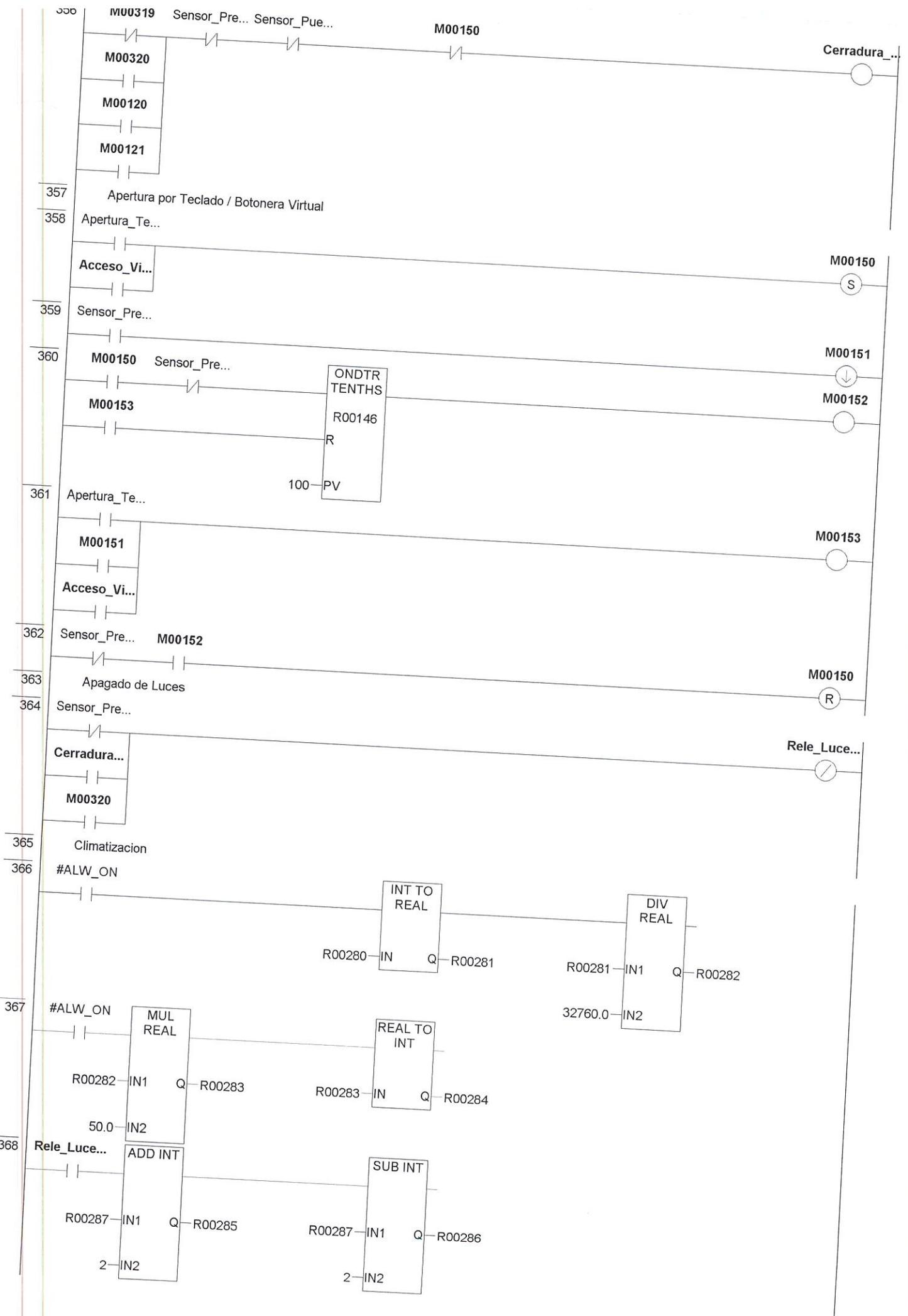


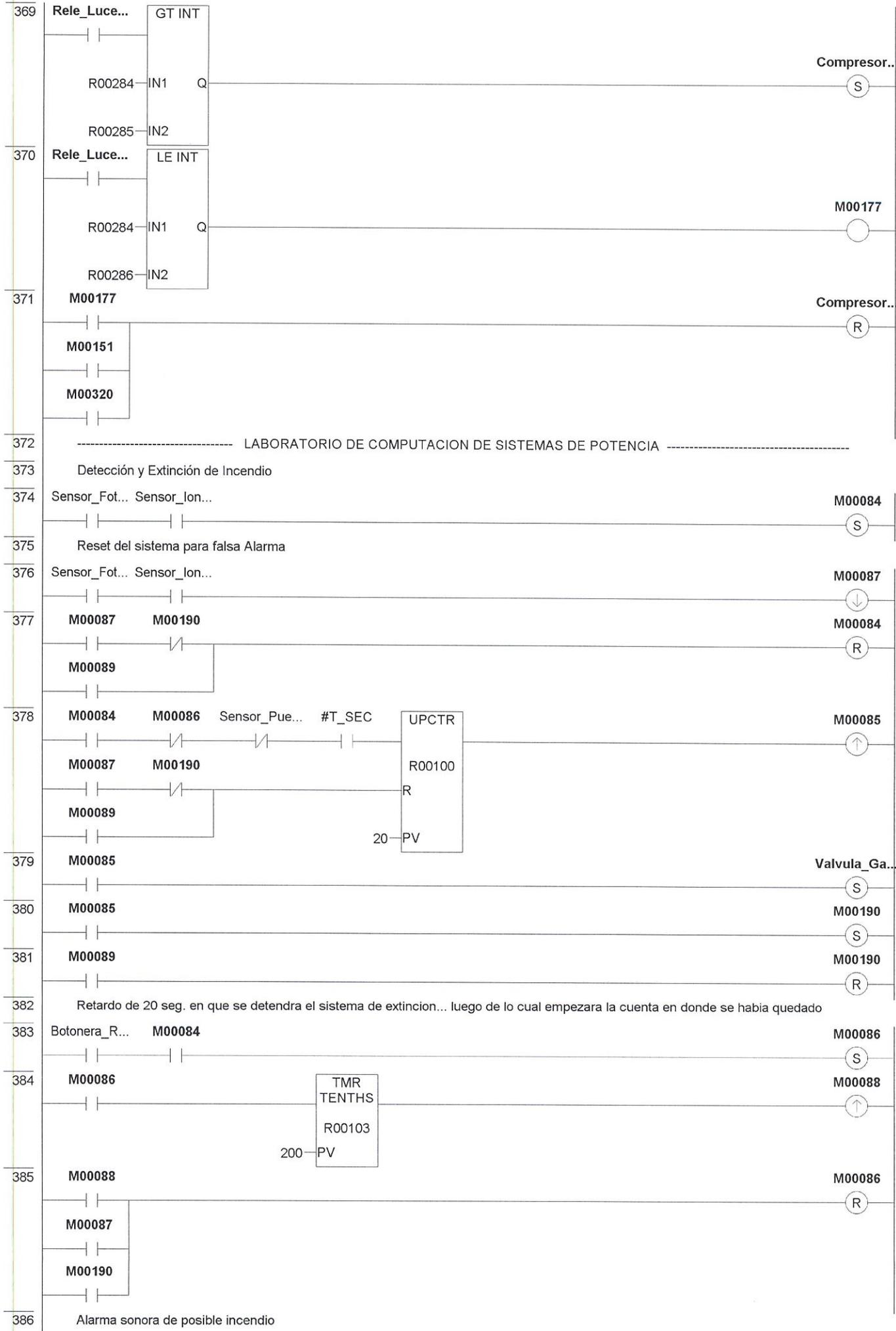


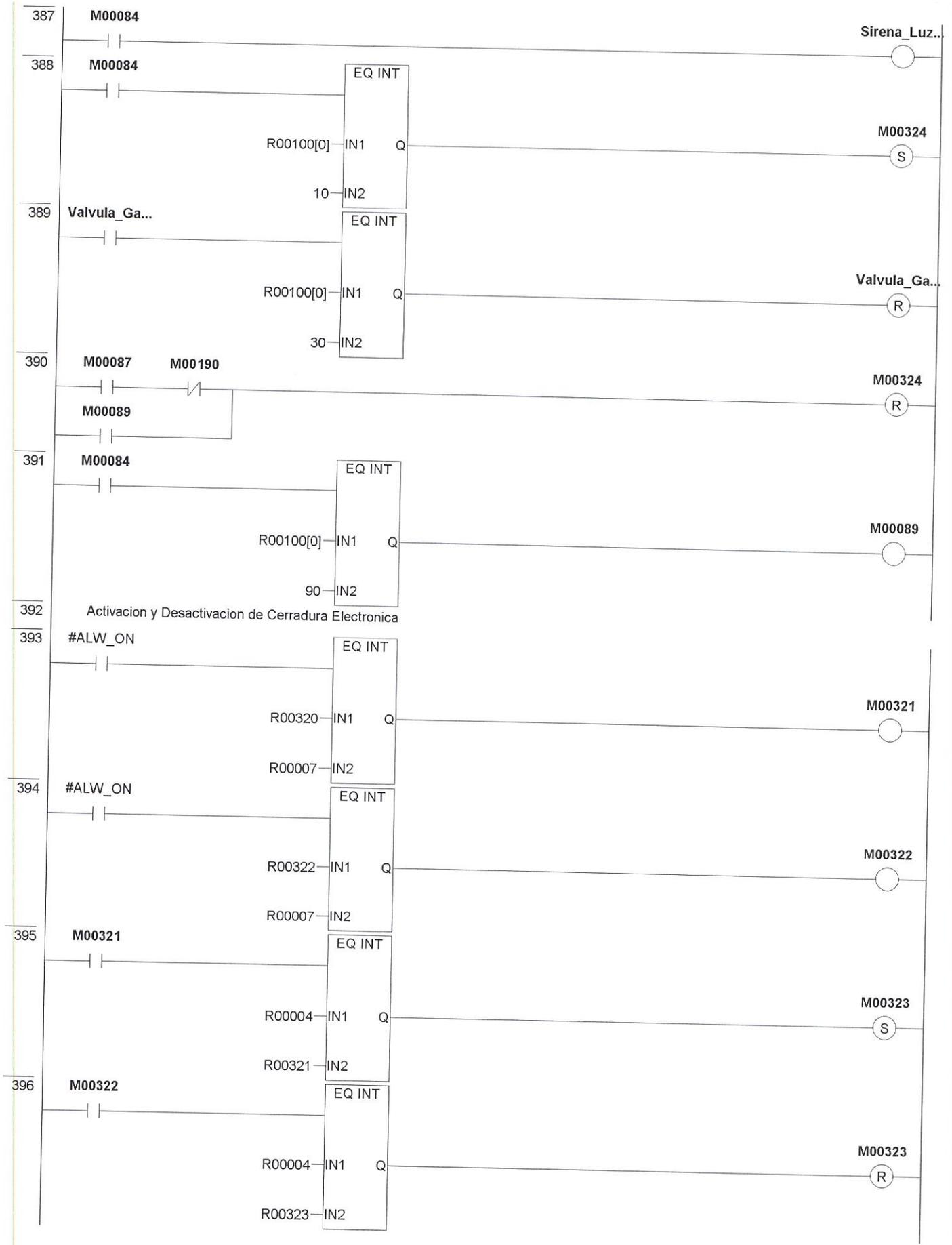


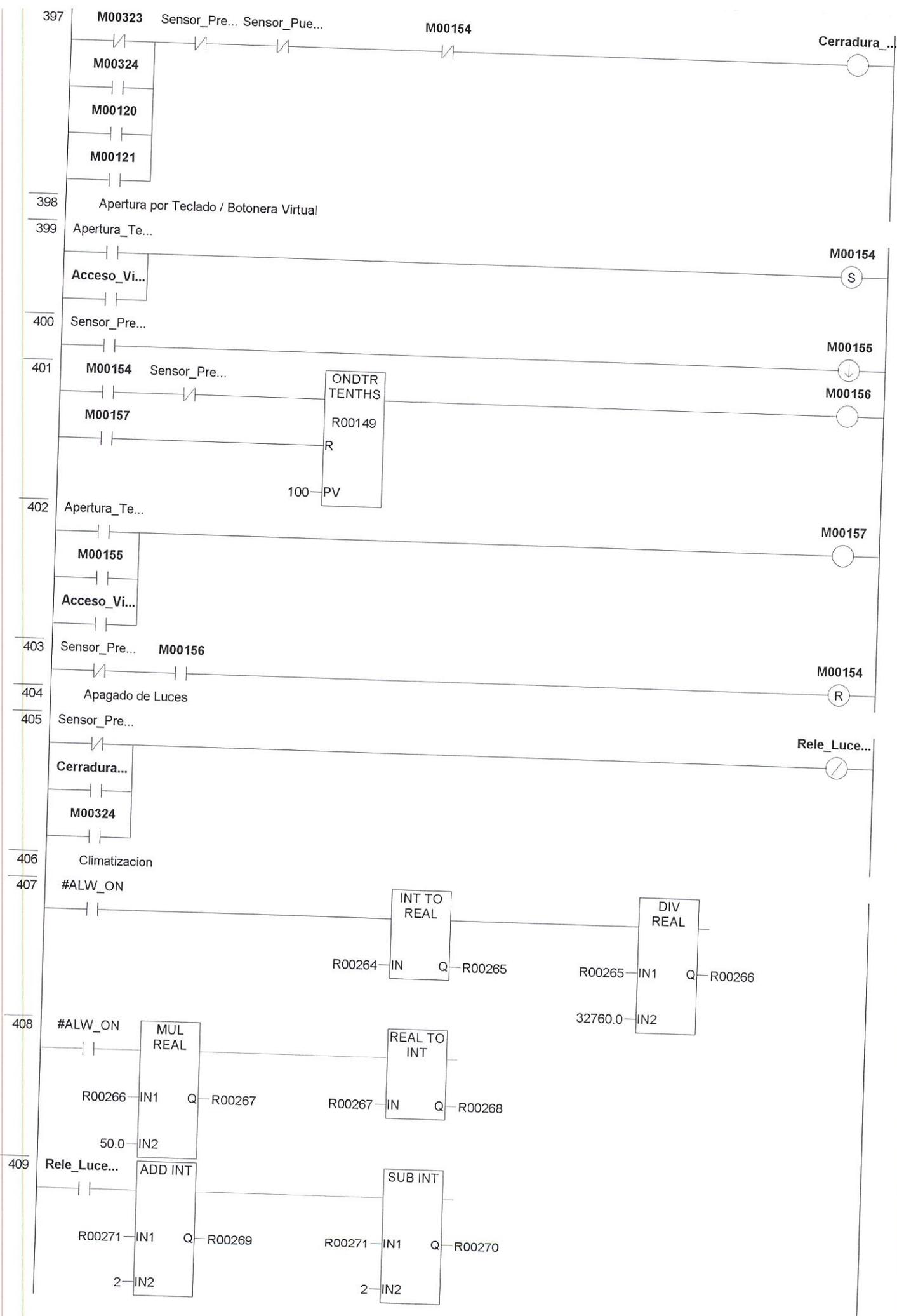


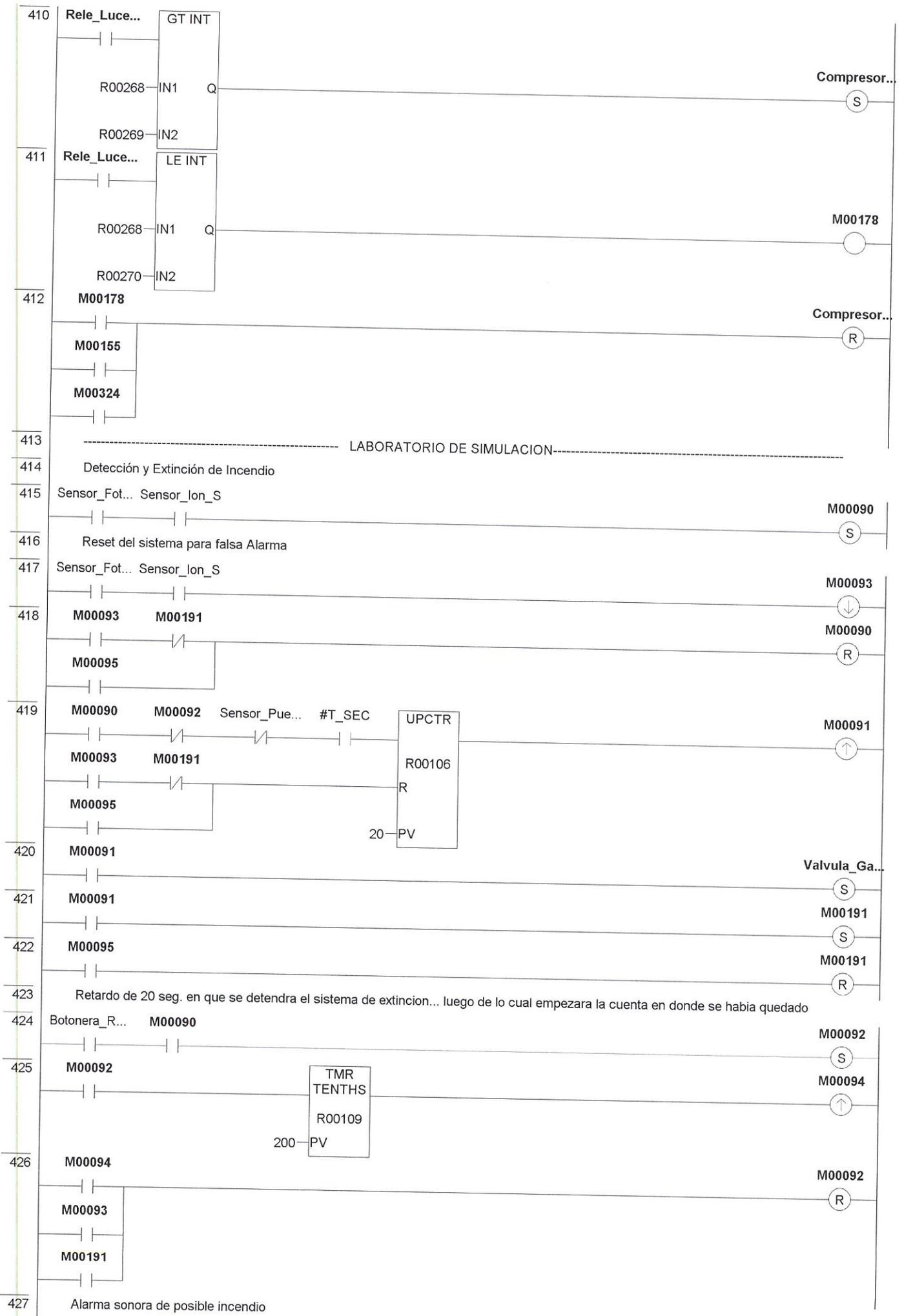


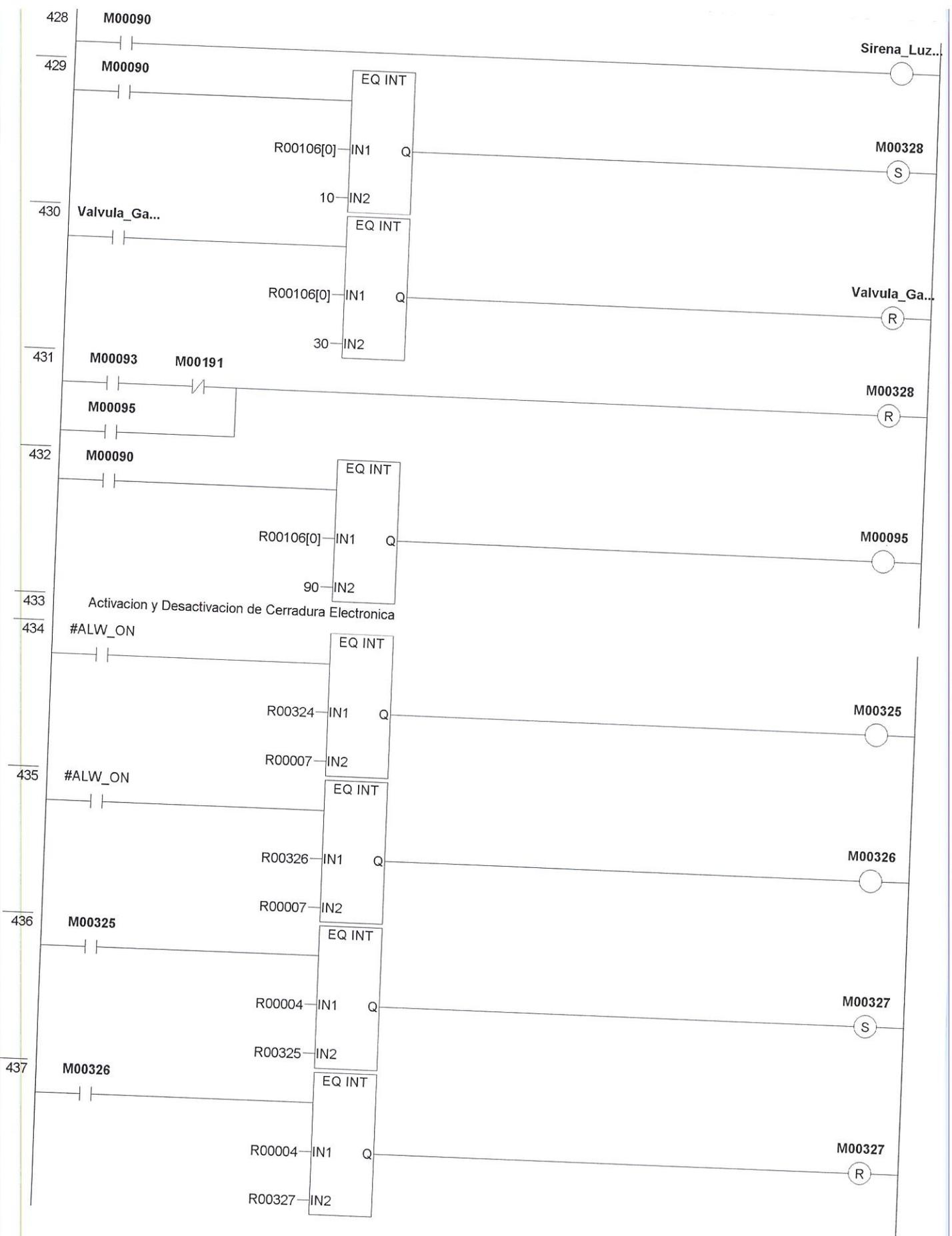


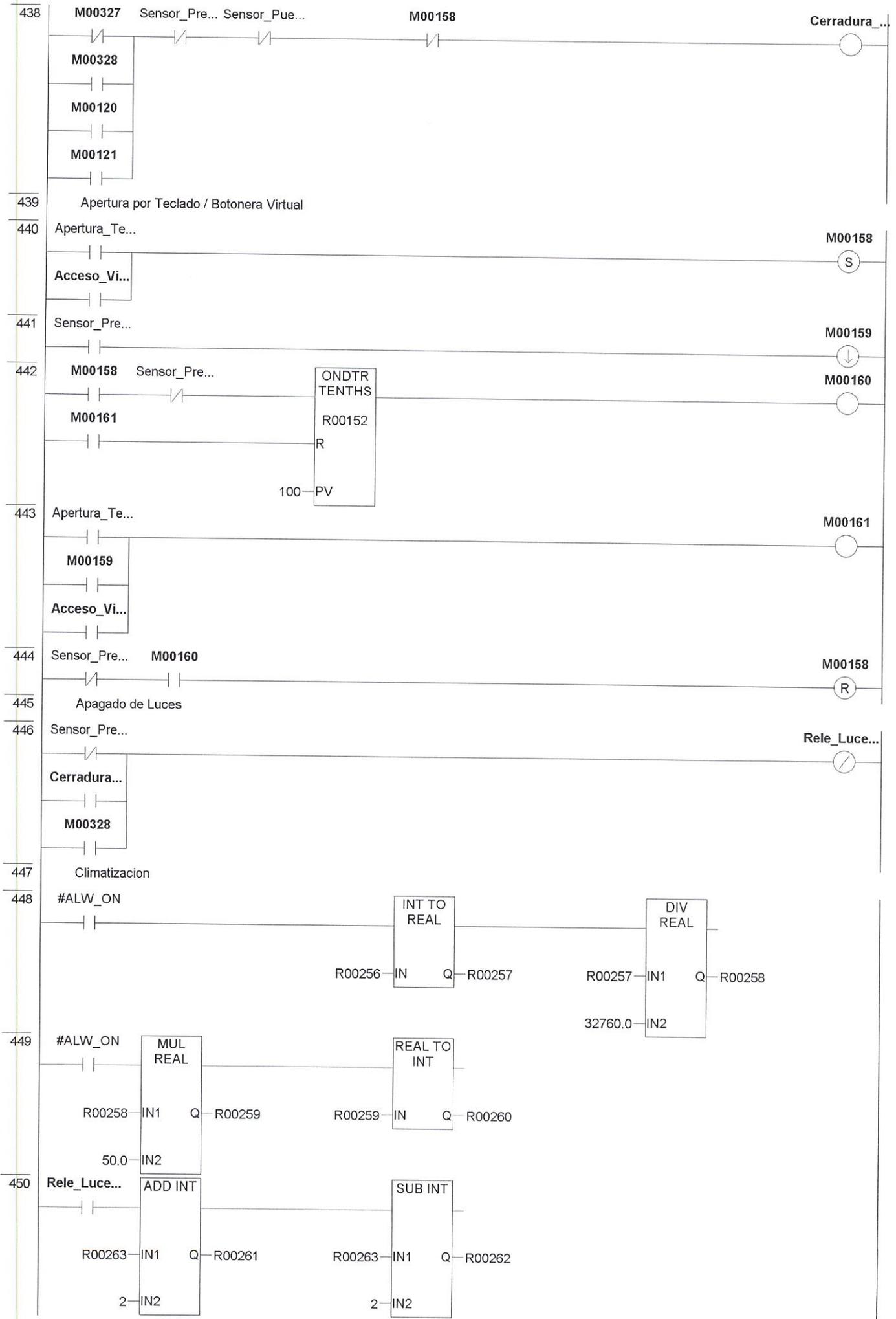


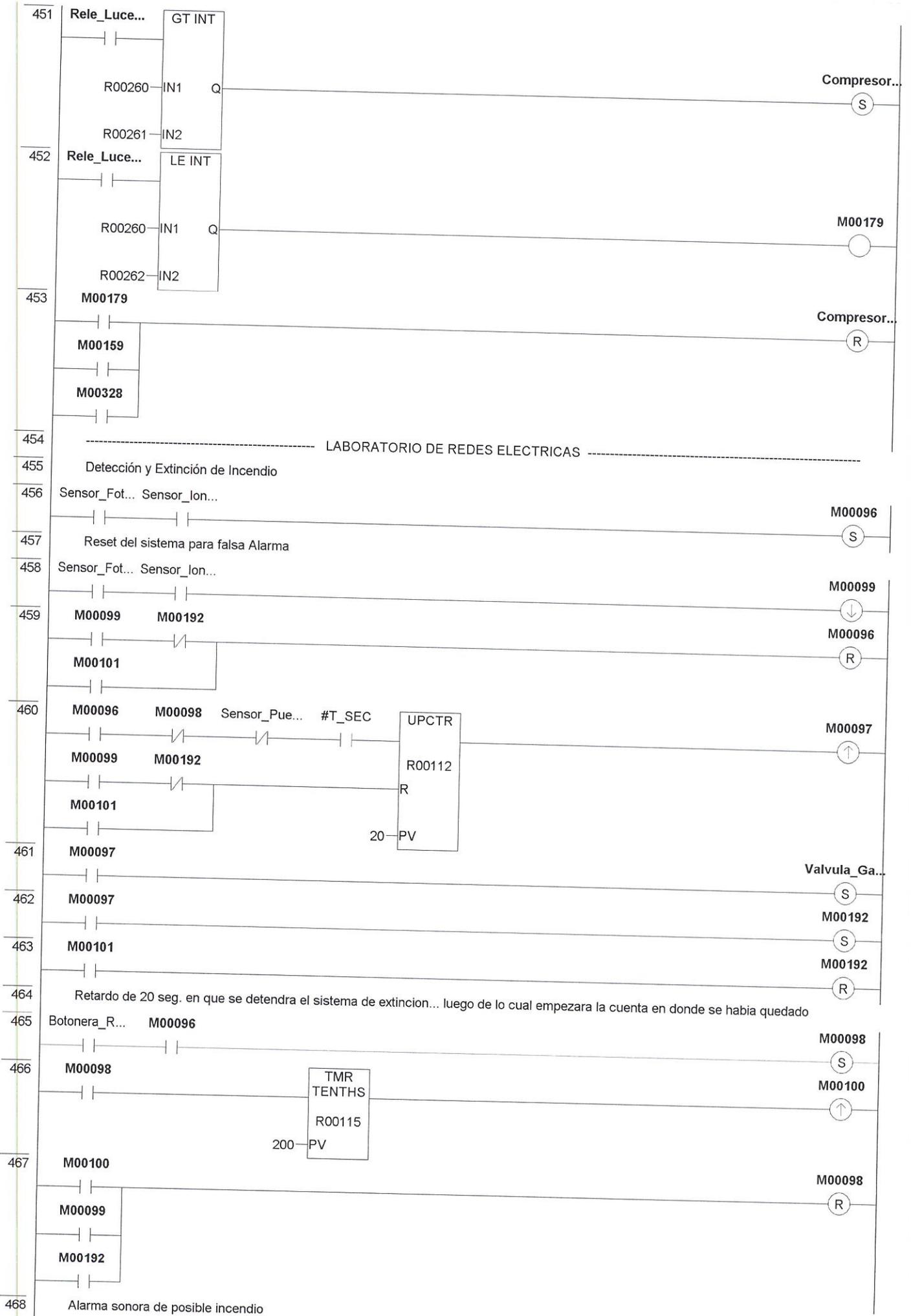


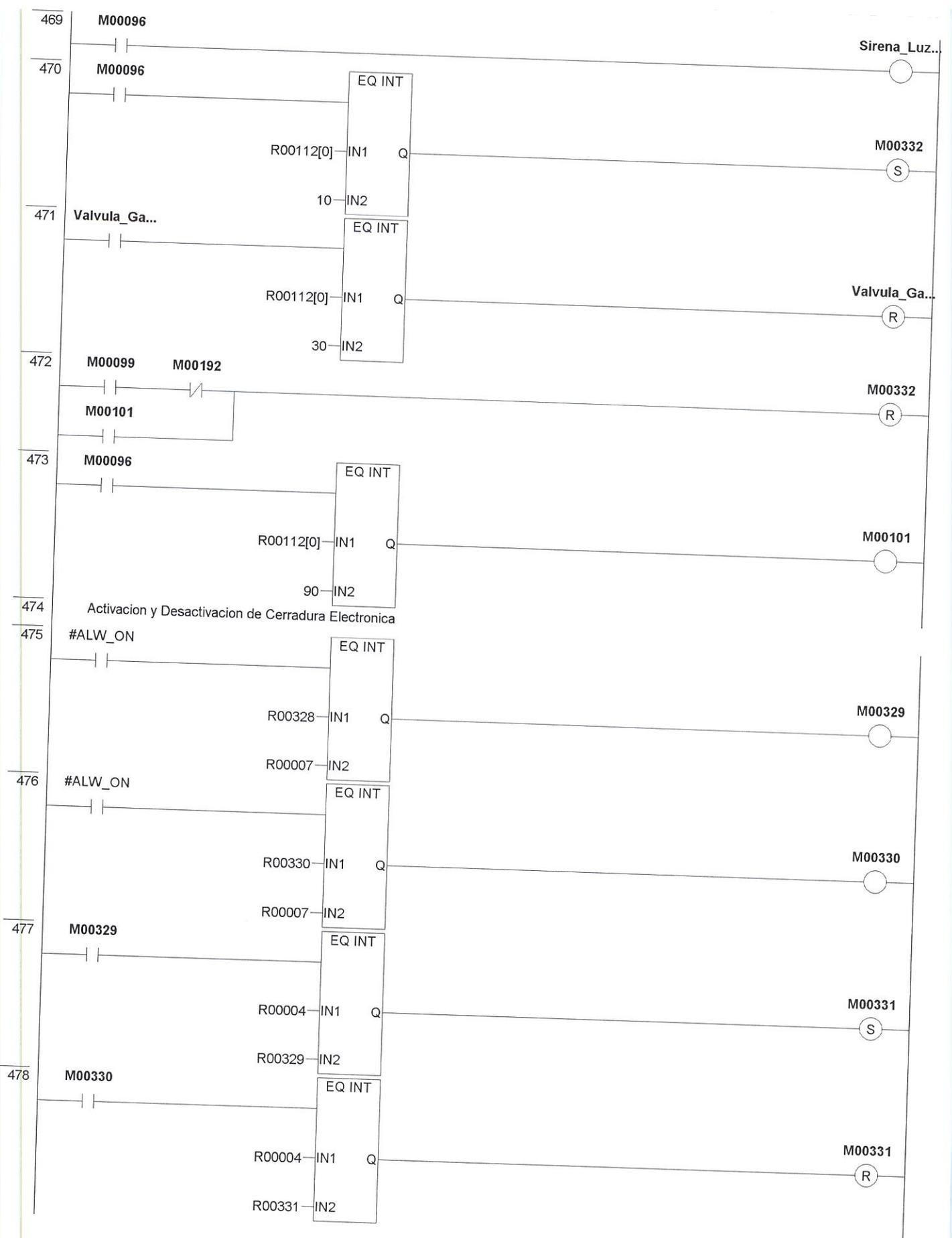


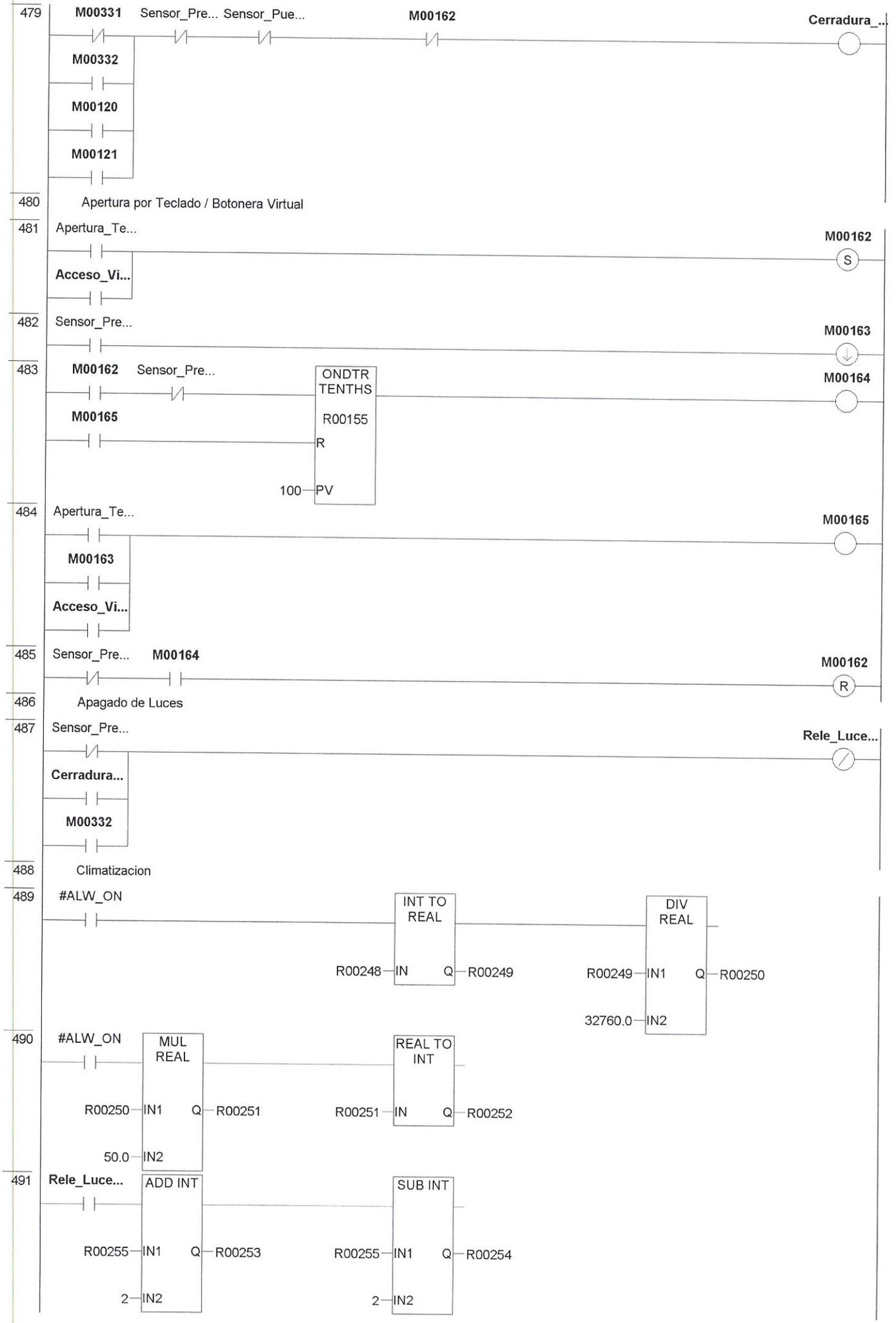


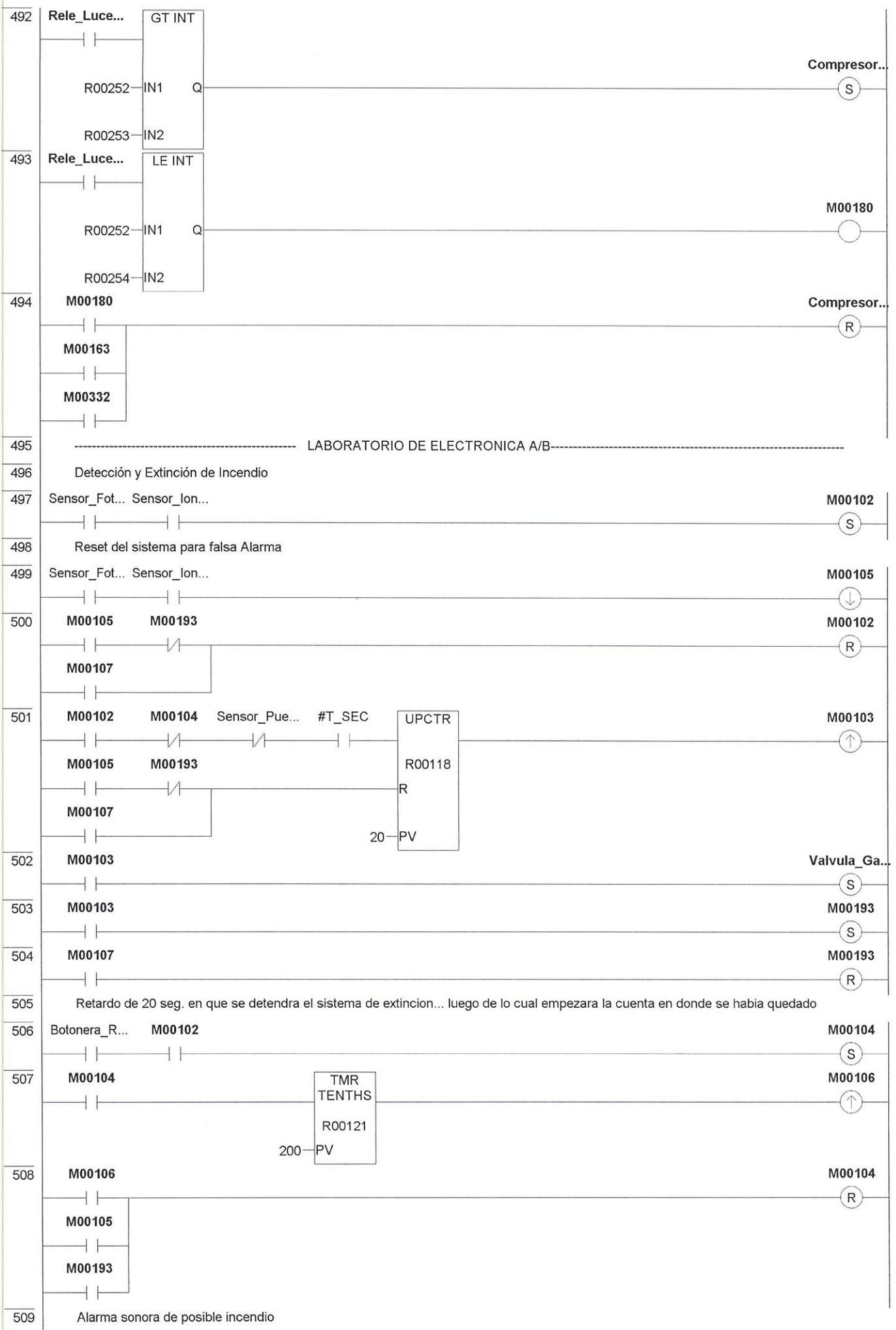


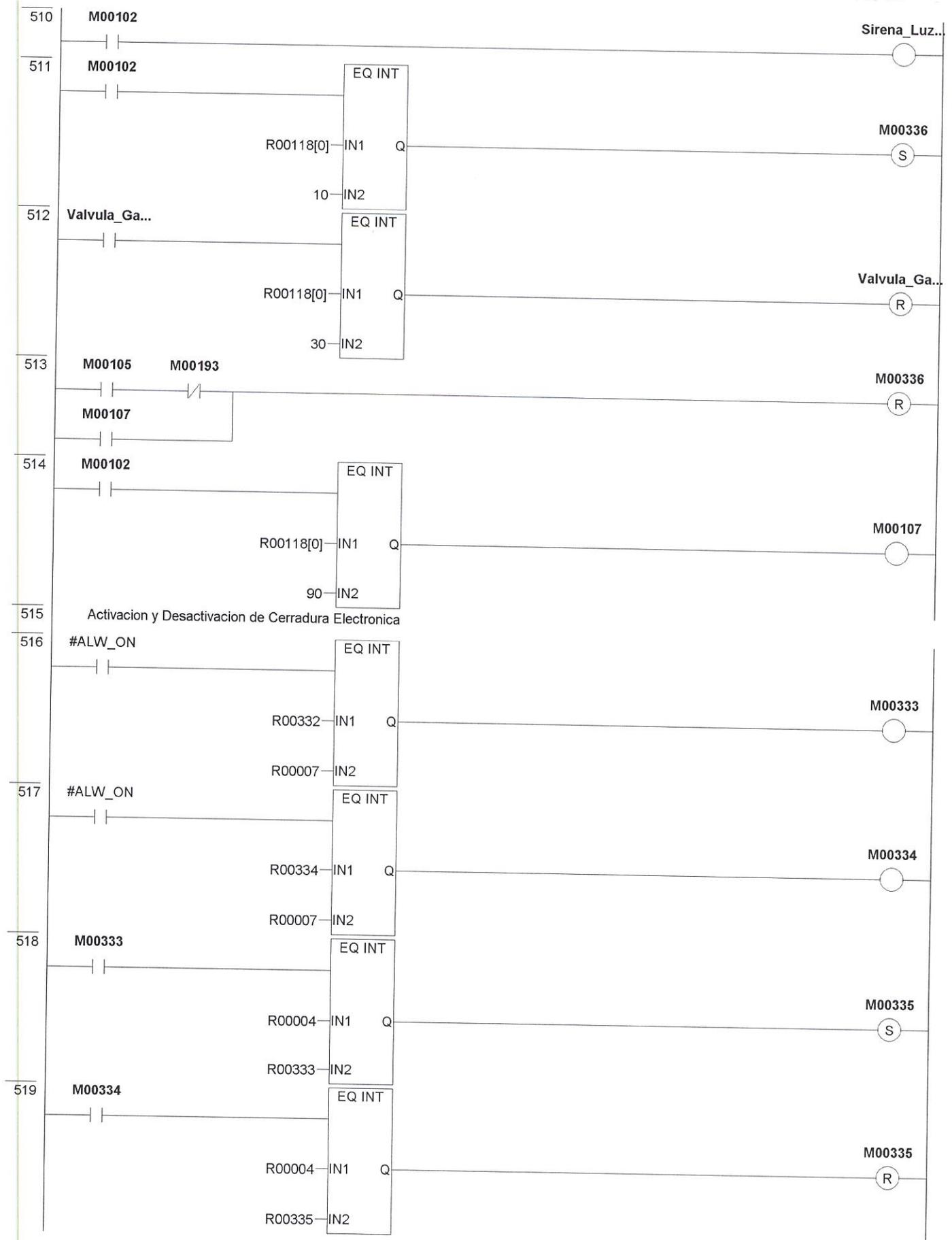


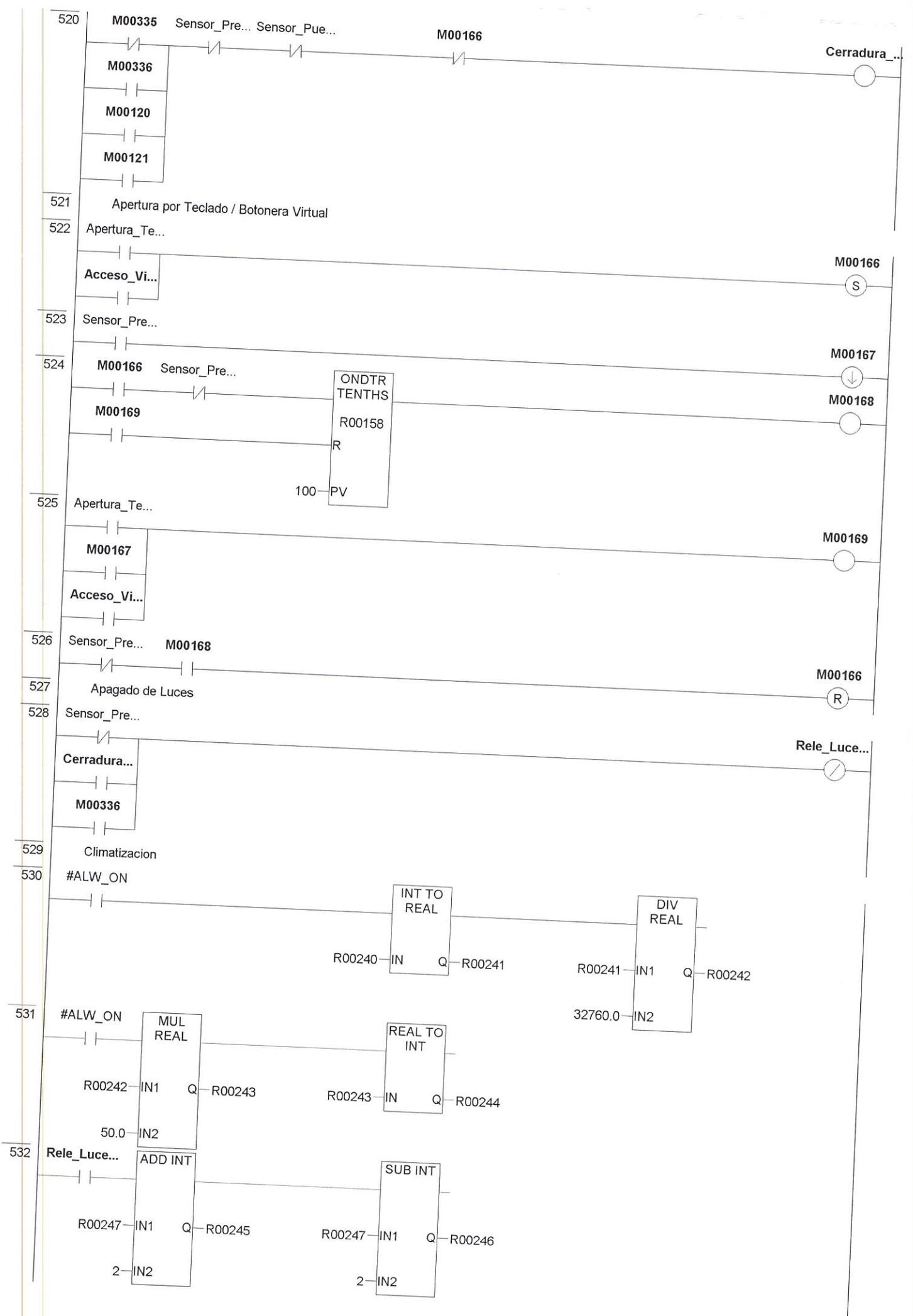












BIBLIOGRAFIA

- [1] Implementación de Redes Domóticas en los Hoteles “La domótica aplicada a la gestión técnica de Edificios Inteligentes” por Delia Álvarez Alba y Beatriz Castroviejo Avendaño
- [2] Enciclopedia libre Wikipedia, www.wikipedia.org
- [3] Asociación Española de Domótica, www.cedom.es.
- [4] David Muñoz, Hyun Min Park, Héctor Souto; La Domótica;
- [5] Ricardo Moya Bayón; El Hogar Digital, otros sistemas y tecnologías en la Domótica e Inmótica; Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Oviedo, España.
- [6] Website de Gloria Usamá, www.personales.com/usamaei/
- [7] Domodesk, todo en domótica, www.domodesk.com.
- [8] Casey C. Grant; Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo, capítulo 41.
- [9] Comercializadora de Servicios Antifuego S.A y normas europeas; www.cdaf.es.
- [10] G. B. Meno, J. N. Vakil; Handbook on Building FIRE Codes, documento IITK-GSDMA-Fire05-V3.0, Autoridad de Gestión de Desastres del estado Gujarat-India y el Instituto Indio Gandhinagar
- [11] Estándar sobre Sistemas de Extinción mediante Agentes Limpios NFPA 2001 Edición 2000
- [12] NFPA, Handbook Manual contra Incendios, 1995

- [13] NFPA, National Fire Alarm Code NFPA 72, 2002.
- [14] Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, España; Notas Técnicas de Prevención NTP; www.mtas.es
- [15] Programa de prevención de contaminantes; Hoja de datos #14, Alternativas de Halones y otros agentes extinguidotes de fuego halocarbonados; División Federal de programas de Medio Ambiente de Cánada
- [16] Gilberto Enríquez, Manual de Instalaciones Electromecánicas en Casas y Edificios, Limusa, Argentina, 2000.
- [17] ASHRAE, Fundamental Handbook, 2001
- [18] Portal Cubano de Energía; documento sobre Sistemas de Climatización; www.energia.inf.cu.
- [19] Great Lakes Chemical Corporation, fabricante del agente extintor FM-200, www.fm200.org.
- [20] Chemetron, proveedores de sistemas, servicios y soluciones contra incendio, www.chemetron.com.
- [21] Bticino, Fabricante y distribuidor de artículos eléctricos de baja tensión, www.bticino.com.
- [22] Ricardo Moya Bayón; Sistemas Domóticos basados en PLC; Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Oviedo, España.
- [23] Autómatas Industriales, www.automatas.org

- [24] GE Fanuc Automation, Guía de usuario de productos de E/S y autómatas programables GFK1645a, EE.UU, Abril 2000.
- [25] GE Fanuc Automation, Guía de usuario de Cimplicity Machine Edition GFK-1868E, EE.UU, Mayo 2003.
- [26] Wonderwall Corporation, Guía de usuario de InTouch, EE.UU, 2005.
- [27] Wonderwall Corporation, Guía de usuario de componentes suplementarios, EE.UU, 2005.
- [28] System sensor, Fabricante de todo tipo de dispositivos contra incendio, www.systemsensor.com.
- [29] Raymond Serway – Beichner, Física Vol. I, 5^{ta} Edición, año 2002, editorial McGraw Hill.