



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

División de Ciencias e Ingeniería

**AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO Y
CLIMATIZACIÓN EN LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA
BASADO EN PARÁMETROS DE OCUPACIÓN E ITINERARIOS**

TESIS

Para obtener el Grado de

Ingeniero en Sistemas de Energía

PRESENTA

DIANA JAZMIN TEC ESCALANTE

DIRECTOR DE TESIS

DR. FREDDY IGNACIO CHAN PUC

Chetumal, Quintana Roo, Octubre 2011.



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
División de Ciencias e Ingeniería

Tesis elaborada bajo la supervisión del Comité de Asesoría y aprobada como requisito parcial, para obtener el grado de:

INGENIERO EN SISTEMAS DE ENERGÍA

COMITÉ

Director: Dr. Freddy Ignacio Chan Puc _____

Asesor: M.C. Emmanuel Torres Montalvo _____

Asesor: Dr. Homero Toral de la Cruz _____

Chetumal, Quintana Roo, Octubre de 2011.
DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mis padres Benito Tec Tacú y Beatriz Escalante Dzul, que me han brindado su amor, su apoyo, su guía y su confianza en la realización de mis sueños. Me siento afortunada por tenerlos conmigo y contar con su amor y su ejemplo gracias por creer en mí.

AGRADECIMIENTOS

Durante toda la experiencia universitaria y a lo largo de mi trabajo de tesis han habido personas a quienes doy las gracias porque sin su valiosa aportación y apoyo no hubiera sido posible este trabajo, también hay quienes las merecen por haber plasmados su huella en mi camino.

Agradezco a mis profesores Ing. Lorena Puc, Dr. Bojórquez Báez Inocente, Dr. Yam Gamboa Joel Omar, M.E.S. Roberto Acosta, DR. José Hernández, DR. Fernando Flores Murrieta, que participaron en mi desarrollo profesional durante mi carrera, sin su ayuda y conocimientos no estaría en donde me encuentro ahora.

Agradezco especialmente a mi tutor M.C. Emmanuel Torres Montalvo, y a mi Director de tesis y profesor Dr. Freddy Chan Puc por brindarme la oportunidad de desarrollar este trabajo, gracias por su paciencia, apoyo y guía para la realización de mi tesis.

Este trabajo fue financiado por el Programa de Jóvenes Investigadores (PROJI) de la Dirección de Investigación y Posgrado, de la Convocatoria 2011, bajo el título "Automatización del sistema de alumbrado y climatización en los laboratorios de ingeniería basado en parámetros de ocupación e itinerarios".

INDICE

RESUMEN	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO II. BASES TEÓRICAS.....	19
2.1.INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO	20
2.2.DISPOSITIVOS DE CONTROL.....	20
2.3.DISPOSITIVOS DE CONTROL MANUALES	20
2.3.1.PULSADORES.....	20
2.3.2.SELECTORES	25
2.3.3.INTERRUPTORES DE POSICIÓN O FINAL DE CARRERA	26
2.4.DISPOSITIVOS DE MANDO AUTOMÁTICOS	28
2.4.1.TEMPORIZADORES O RELÉS DE TIEMPO	29
2.4.2.PRESOSTATOS	31
2.4.3.TERMOSTATO	33
2.4.4.SENSORES	35
2.4.4.1.INDUCTIVOS.....	36
2.4.4.2.CAPACITIVOS	36
2.4.4.3.FOTOELÉCTRICOS	37
2.4.4.4.DETECTOR DE PRESENCIA WPIR	38
2.4.4.5.DETECTOR DE PRESENCIA CI-200.....	42
2.4.4.6.DETECTOR ULTRASÓNICO W-1000A.....	46
2.4.4.7.DETECTOR DE MOVIMIENTO TECNOLOGÍA DUAL DT-200.....	48
2.4.4.8.REGISTRADOR DE ILUMINACIÓN Y OCUPACIÓN IT-100-PC	51
2.5.DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN	55
2.5.1.EL CONTACTOR	55
2.5.2.INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO	58
2.6.DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN	60
2.7.AUTÓMATAS PROGRAMABLES PLC.....	61

2.7.1.ANTECEDENTES E HISTORIA	62
2.7.2.PROCESADOR O UNIDAD CENTRAL	63
2.7.3.ESTRUCTURA FÍSICA Y ESQUEMA GENERAL DE CONEXIÓN	64
2.7.4.PROGRAMACIÓN	66
2.7.5PLC CROUZET CUSTOM CON VISUALIZADOR XD10 CUSTOM REF 88974141	69
CAPÍTULO III. PROGRAMACIÓN GRAFCET	72
3.1.SOFTWARE LÓGICO M3 DE CROUZET	73
3.2.REQUISITOS MÍNIMOS DEL SISTEMA Y CONFIGURACIÓN RECOMENDADA	74
3.3.INSTALACIÓN DEL SOFTWARE MILLENIUM 3	75
3.4.INICIAR EL SOFTWARE	77
3.5.INSTALACIÓN DE DRIVERS PARA EL PUERTO USB	82
3.6.CONFIGURACIÓN DE COM USB PARA COMPILACIÓN DE PROGRAMA	84
3.7.FUNCIONES DE BLOQUES EMPLEADOS EN LA PROGRAMACIÓN	85
3.7.1.BLOQUES DE ENTRADA	87
3.7.2.BLOQUES DE ENTRADA ESPECIALES DEL LENGUAJE BDF	90
3.7.3.BLOQUES DE SALIDA.....	92
3.7.4.FUNCIONES ESTÁNDAR (BDF)	93
3.7.4.1.TEMPORIZADORES (TIMMERS)	93
3.7.4.2.PROGRAMADOR HORARIO	98
3.7.4.3.GANANCIA	101
3.7.4.4.ACTIVACIÓN TRIGGER DE SHMITT	103
3.7.4.5.TEXTO.....	104
3.7.4.6.SET RESET	106
3.7.5.FUNCIONES PREPROGRAMADAS ESPECÍFICAS (BDF_C)	107
3.7.6.FUNCIONES LÓGICAS.....	107
3.8.LÓGICA DE PROGRAMACIÓN	109
3.8.1.ALGORITMO	110
3.8.2.PROGRAMACIÓN GRAFCET.....	111
3.9.DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL PLC CROUZET XD10 CUSTOM.....	118
CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	119
4.1.CARACTERIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE PROGRAMACIÓN.....	120

4.2.PRESUPUESTO DE RECURSOS EMPLEADOS	123
4.3.AHORRO ENERGÉTICO OBTENIDO	125
4.4.CONCLUSIONES.....	126
ANEXOS	128
ANEXO 1. TERMINOLOGÍA DE LOS BLOQUES DE FUNCIONES.....	129
ANEXO 1.4. ANÁLISIS DEL LABORATORIO DE REDES IT-PROSOFT	141
ANEXO 2. GRÁFICAS PROMEDIO DE UTILIZACIÓN DEL LABORATORIO DE REDES IT- PROSOFT	142
ANEXO 3. GRÁFICAS DE UTILIZACIÓN DIARIA DEL LABORATORIO DE REDES IT-PROSOFT	143
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	149

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pulsador tipo rasante Lumotast FK	21
Figura 2. Pulsador saliente serie de 8mm ¹	21
Figura 3. Pulsador de llave RAFIX 22 FS	22
Figura 4. Pulsador tipo seta RAFIX 22 QR.....	22
Figura 5. Pulsador con capuchón RAFIX 22 QR	22
Figura 6. Pulsador luminoso LUMOTAST FK.....	23
Figura 7. NC abre al mismo tiempo que cierra NA.....	24
Figura 8. NC abre y NA se mantiene abierto un tiempo antes de cerrarse	24
Figura 9. NC y NA se mantienen cerrados durante un tiempo y espacio	25
Figura 10. Selector RAFIX 16 F.....	26
Figura 11 Interruptor con cuatro bornes	27
Figura 12 Interruptor con tres bornes.....	27
Figura 13. Interruptor de posición KP Serie LB	28
Figura 14. Temporizador electromecánico Top 2000 6 s 12 min ref 88226013 Crouzet.....	30
Figura 15 Temporizador neumático Crouzet	31
Figura 16. Temporizador electrónico SIEMENS.....	31
Figura 17 Presostato de membrana.....	32
Figura 19 Termostato bimetalico de control automático	33
Figura 18 Presostatos: a) De membrana IP 65, Modelo MW1. b) De fuelle tubular IP 65 Modelo BWX.....	33
Figura 20. Termostato de gas con ajuste de temperatura. Usado en acondicionadores de aire de ventana.....	34
Figura 21. Termostato de parafina para radiadores de vehículos	34
Figura 22. Termostato de tubo capilar 1600mm, bulbo 6mm TERMO FLECK. UNIVERSAL	35
Figura 23. Termostato electrónico Crouzet 89 750 150.....	35
Figura 24. Principio de funcionamiento de sensor inductivo.....	36
Figura 25. Principio de funcionamiento de sensor capacitivo	37
Figura 26. Tipos de sensores fotoeléctricos DIRCASA.....	38
Figura 27. Aspecto físico del sensor WPIR	39
Figura 28. Ubicación del ajuste de sensibilidad y tiempo de apagado automático del sensor WPIR.....	39
Figura 29. Patrones de cobertura del sensor WPIR. a) Vista planta. b) Vista horizontal.....	40
Figura 30. Diagrama de conexión eléctrica del sensor WPIR.....	41
Figura 31. Aspecto físico del sensor CI-200.....	42
Figura 32. Ajuste de sensibilidad y tiempo de apagado automático del sensor CI-200.....	43
Figura 33. Cobertura sensor CI-200. a) Planta. b) Horizontal	44
Figura 34. Diagrama sin utilizar fotocelda integrada	45

Figura 35. Diagrama utilizando fotocelda integrada.....	45
Figura 36. Aspecto físico del sensor W-1000A.....	46
Figura 38. Diagrama de conexión eléctrica del sensor W-1000A	47
Figura 37. Cobertura sensor W-1000A.....	47
Figura 39. Aspecto físico del sensor DT-200	48
Figura 40. Cobertura sensor DT-200	49
Figura 41. Diagrama sin utilizar la fotocelda integrada	50
Figura 42. Diagrama utilizando la fotocelda integrada.....	50
Figura 43. Intellitimer Pro TI-100	51
Figura 44. Ubicación de botones de prueba y ajuste de sensibilidad del IT-100 PC.....	51
Figura 45. Listado de eventos.....	52
Figura 46. Ajuste de valores	53
Figura 47. Graficas de promedio de utilización del área.....	53
Figura 48. Graficas ocupación alumbrado.....	54
Figura 49. Análisis de ahorro potencial.....	54
Figura 50. Estructura del contactor.....	58
Figura 51. Estructura de breaker monopolar.....	58
Figura 52. Curva de operación PENDIENTE	59
Figura 53. Piloto luminoso RAFIX 2 QR.....	60
Figura 54. Buzzer RAFIX 16.....	60
Figura 55. Esquema general de conexión del PLC.....	65
Figura 56. Programación por lista de instrucciones.....	66
Figura 57. Programación LADDER	67
Figura 58. Circuito de fin de programación LADDER.....	67
Figura 59. Programación GRAFCET	68
Figura 60. PLC CROUZET XD10	69
Figura 61. Extensiones analógicas específicas.	69
Figura 62. Perfil DIN simétrico.	69
Figura 63. Modo de programación GRAFCET.....	70
Figura 64. Dimensiones del equipo.....	71
Figura 65. Autorun del Software	75
Figura 66. Elección del idioma.....	75
Figura 67. Inicio de la instalación	76
Figura 68. Proceso de instalación.....	76
Figura 69. Icono del programa	77
Figura 70. Ventana de trabajo.....	77
Figura 71. Generar nuevo archivo del programa	77
Figura 72. Elección del modelo de PLC en uso	78
Figura 73. Elección de la categoría del controlador.....	78
Figura 74. Número de referencia de modelo.....	79
Figura 75. Elección de extensiones	79
Figura 76. Selección del lenguaje de programación.....	80

Figura 77. Ventana de trabajo.....	80
Figura 78. Insercción de bloque de programación.....	81
Figura 79. Inicio de asistente configuración.....	82
Figura 80. Selección de modo de instalación del driver.....	82
Figura 81. Ubicación de origen del driver	83
Figura 82. Selección de carpeta que contiene controladores.....	83
Figura 83. Final del proceso de instalación del controlador	83
Figura 84. Acceso a barra de menú.....	84
Figura 85. Elección de puerto USB	84
Figura 86. Ventana de programación.....	86
Figura 87. Conexión de detector de presencia a compuerta OR	86
Figura 88. Bloques de entradas.....	87
Figura 89. Entrada digital (Digital Input) bloque estándar. a) Inactivo. b) Activo.....	87
Figura 90. Cambio de visualización de bloque entrada digital.....	87
Figura 91. Visualizaciones de entradas digitales detector de presencia. a) Inactivo. b) Activo.....	88
Figura 92. Entrada analógica predeterminada.....	88
Figura 93. Entradas disponibles como analógicas en el controlador.....	88
Figura 94. Ajuste de parámetro a entrada analógica.....	89
Figura 95. Cambio de visualización de bloque entrada analógica.	89
Figura 96. Entrada analógica visualización temperatura.	89
Figura 97. Entradas tipo botón.....	90
Figura 98. Bloque función constante numérica (NUM)	90
Figura 99. Ventana parámetros función constante numérica.	91
Figura 100. Salida digital (Digital Output) bloque estándar. a) Inactivo. b) Activo.....	92
Figura 101. Cambio de visualización de bloque salida.....	92
Figura 102. Visualizaciones de salidas digitales empleadas.....	92
Figura 103. Bloque de función TIMERS.	93
Figura 104. Selección del tipo de temporizador.	94
Figura 105. Bloque de temporizador tipo A/C	94
Figura 106. Bloque de temporizador tipo B/H	94
Figura 107. Parámetros temporizador A/C (Sin consigna externa).....	96
Figura 108. Parámetros temporizador B/H (Sin consigna externa)	97
Figura 109. Bloque de TIME-PROG.....	98
Figura 110. Parámetros modo periódico para bloque TIME PROG.....	99
Figura 111. Resumen de la configuración.	100
Figura 112. Bloque función ganancia (Gain)	101
Figura 113. Parámetros para la función ganancia (Gain).	102
Figura 114. Bloque función Trigger	103
Figura 115. Acceso a la función TEXTO.	104
Figura 116. Parámetros función TEXTO.	105
Figura 117. Bloque de función SET y RESET.	106
Figura 118. Configuración bloque SET y RESET.	106

Figura 119. Bloque función Y lógica con dos entradas.....	107
Figura 120. Bloque función O lógica con dos entradas.....	107
Figura 121. Funciones lógicas.....	108
Figura 122. Algoritmo de la programación.	110
Figura 123. Parámetros GAIN para la programación.	114
Figura 124. Configuración visualización de la temperatura.....	117
Figura 125. Programación GRAFCET final.....	117
Figura 126. Diagrama de conexión de los elemntos.	118
Figura 128. Silvania CF1-DD/841.....	120
Figura 127. Lámpara Osram FHF32SSEX.....	120
Figura 129. Osram Dulux.....	121
Figura 130. Dimensiones del inmueble.....	122
Figura 131. Altura a nivel del plafón.	122
Figura 132. Equipo empleado, tabla de pruebas.	124
Figura 133. Registrador TI-100 en el laboratorio de redes.	125

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Entradas de los temporizadores.....	95
Tabla 2. Salidas de temporizadores.	95
Tabla 3. Características del alumbrado.	121
Tabla 4. Presupuesto equipo BTicino México.	123
Tabla 5. Presupuesto equipo Newark.	123
Tabla 6. Tiempo de recuperación empleando los tres sensores.....	125
Tabla 7. Comparativo recuperación de inversión.	126

RESUMEN

La energía eléctrica es fundamental para realizar las funciones diarias en cada uno de los edificios de la UQroo, de los estudios anteriores realizados en esta institución, se aprecia que las cargas que requieren mayor demanda eléctrica en la Universidad son las destinadas a los sistemas de aire acondicionado, iluminación y computadores; reflejado en un historial de alto consumo y integrando una parte importante entonces de la facturación.

De donde surge la importancia de realizar un nuevo Programa de Ahorro de Energía Institucional, que permita con la información recabada obtener un ahorro y uso eficiente de la energía; actualmente se trabaja integrando ambos campus, y se propone como parte de él, incluir tecnología actual tal como un Programador Lógico Controlable (PLC), como parte inicial se plantea establecer horarios de encendido y apagado de los principales equipos eléctricos que más consumen energía, mencionados anteriormente, dicho sistema actuará de forma completamente automática. Por tal razón, será una solución al problema del gasto energético basado en la personalización.

En esta tesis se realiza la automatización del sistema de alumbrado y aire acondicionado en los laboratorios de Ingeniería, de la UQRoo en el campus Chetumal, basado en los parámetros de ocupación e itinerarios de dichos cubículos.

Para ello se realizó:

- Determinación de los parámetros para el proceso de automatización.
- Programación del PLC.
- Implementación del PLC en los sistemas propuestos.
- Determinación impacto del ahorro de energía.

En el capítulo uno se plantea un panorama general de la situación energética que vivimos actualmente en el mundo, así como el papel importante que juega la automatización para el ahorro de energía y los trabajos que se han realizado tanto a nivel internacional, nacional y en la UQroo buscando alcanzar el mismo fin.

En el segundo capítulo se encuentra la recopilación de información sobre los conceptos elementales del proceso de automatización, así como sobre las características de los sensores y el PLC empleado. Consiste en una investigación bibliográfica, con el fin de obtener información de fuentes seguras y vía internet para recabar información actual sobre el tema. Esto nos permitirá tener un panorama amplio y los conceptos claros sobre el tema y los equipos a manipular.

Para el capítulo tres se realizará la programación del PLC, esto en base a los parámetros determinados por el análisis de los datos obtenidos mediante el empleo de un registrador, se presenta paso a paso el empleo de la programación Grafcet así como la lógica empleada; simultáneamente se realizan las pruebas para revisar una correcta respuesta de dicha programación; con el fin de obtener un correcto acoplamiento junto con los sistemas al momento de la implementación.

Finalmente en el cuarto capítulo se presentan los resultados obtenidos, las conclusiones y los trabajos futuros.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día la necesidad de disponer de fuentes de energía aprovechables, es indispensable para completar las actividades diarias, por ejemplo el gas empleado para calentar agua, la gasolina como combustible de nuestros medios de transporte y la electricidad entre los diversos usos dados.

Si bien el 80% del consumo de energía actual a nivel mundial proviene de los combustibles fósiles, y el 40% de la energía eléctrica es generada a través de los mismos [1][2], siendo así nuestra principal fuente de energía un recurso no renovable, nos pone ante una problemática mundial actual a la cual debemos darle soluciones reales. Así los distintos gobiernos e instituciones privadas realizan diversos esfuerzos y presentan diferentes alternativas con el fin de enfrentar dicha escases, reducir el encarecimiento de la energía y la contaminación, aumentar la eficiencia y el ahorro de la energía eléctrica, siendo ésta un factor indispensable en el mundo actual pues ya que como para la iluminación, la mayor parte de los equipos que empleamos a diario la requieren para su funcionamiento; los equipos eléctricos, electrónicos y los electrodomésticos, tal como su mismo nombre lo indica.

Como parte de la solución dirigida ésta, se ha propuesto obtener la energía eléctrica por medio de energías alternativas, observando que parte del problema es la dependencia a una fuente no renovable de energía, aunado a esto existen otros problemas de tipo cultural, que radica en el excesivo consumo eléctrico por parte de usuarios tanto residenciales y empresariales, quienes dan poca importancia al consumo racional y justo de los equipos eléctricos utilizados, especialmente en el área de la iluminación y de la refrigeración. Entonces la solución no va solo por ver donde más conseguimos la energía necesaria para satisfacer las necesidades cotidianas, sino que debemos ver por el ahorro y el uso adecuado de la energía eléctrica con la que ya contamos.

Existen diversas propuestas para la optimización de la energía, atendiendo las necesidades correspondientes a cada situación en particular. Existen algunos casos en los cuales las tareas son redundantes, y debido a esa particularidad podemos automatizarlas, gestionando un control y obteniendo así un uso eficiente de nuestros equipos existentes.

Entre algunos de los trabajos correspondientes a esta índole, podemos citar el caso del el Empire State Building [3], en los Estados Unidos, uno de los edificios de oficinas más famoso del mundo, está llevando a cabo el programa de actualización de más de 500 millones para incorporarlo a la totalidad del edificio con el objetivo de reducir el uso de la energía en casi un 40%. Entre los puntos importantes relacionados a nuestro tema en particular, podemos mencionar la mejora de los diseños de iluminación, control de iluminación natural, sensores de ocupación y de carga de enchufe en las zonas comunes y espacios del arrendatario para reducir los costes de la electricidad y las cargas de enfriamiento. Dichos trabajos han comenzado, y el trabajo para la instalación de los sistemas está programado para ser completado a finales del año 2010. El final de la obra en los espacios de los inquilinos debe de concluir antes de finales de 2013.

En Europa, el Ayuntamiento en la avenida de Juan XXIII, en España, ha experimentado una novedosa tecnología mediante lámparas de 'led' [4]. Además de la instalación de nuevas farolas y luminarias de bajo coste o la sustitución de las conducciones de cableado, todos los tramos han incorporado un sistema de automatización que permite controlar a distancia ya el 60% del alumbrado público de la ciudad. Este sistema, según explicó Javier Avellanas, ingeniero municipal, programa el encendido y apagado, controla las temperaturas en tiempo real, envía alarmas por 'sms' de averías y permite acceder a él desde cualquier ordenador conectado a Internet.

En nuestro país, podemos encontrar ya implementada esta tecnología; Desde 1991, GINSATEC ha representado a Alerton (by Honeywell) en México; convirtiéndose con ello en la primer empresa Mexicana en ofrecer sistemas para la Automatización de Edificios y Ahorro de Energía. Edificios automatizados por GINSATEC han recibido premios nacionales importantes, entre ellos destacan: Hotel Fiesta Americana, MERIDA “Premio Nacional de Ahorro de Energía” (1995), Hotel Sheraton Centro Histórico, México D.F. “Premio Nacional IMEI al Edificio Inteligente” (2003) y Edificio ALESTRA, Monterrey, N.L. “Premio Nacional de Ahorro de Energía” (2005) [5].

El Centro de Cómputo Bancrecer Tlalpan Acuario tecnológico, es el primer edificio inteligente en México que integra distintas tecnologías —cada una con su propio protocolo— bajo un sistema único de control. Con sistema eléctrico redundante en un ciento por ciento, su flexibilidad es muy relevante en cuanto a telecomunicaciones, iluminación y aire acondicionado. Cuenta también con sistema central de monitoreo, sistema de aire acondicionado con volumen variable, sistema eléctrico y de iluminación (cuenta con doble redundancia), sistema hidrosanitario, red de UPS, red contra incendios (sprinklers), sistema de detección de incendios, control de accesos, CTV, intrusión, site de cómputo [6]

Existe bastante información enfocada al ahorro de energía, sin embargo la mayoría se enfoca al consumo industrial o residencial, sobre el consumo de energía eléctrica en instituciones educativas el material es mínimo.

En la Universidad de Quintana Roo se han realizado diagnósticos energéticos en diversos niveles; Córdoba en 1997, en base a uno realizado al edificio de la biblioteca de la UQRoo-UCh, presentó acciones correctivas y preventivas para el uso eficiente de la energía eléctrica, apoyándose en los sistemas pasivos de acondicionamiento de áreas cerrada, al realizar dicho estudio se observó que

como parte la factura eléctrica de la UQRoo, el consumo de dicho edificio representa el 30% de ésta [7].

El siguiente diagnóstico energético realizado fue de primer nivel, al edificio de Rectoría y del alumbrado exterior, por Cardozo y colaboradores, con el cual aunque se hicieron recomendaciones para el ahorro de energía, no se evaluaron la factibilidad técnica y económica de éstas [8].

Se realizó otro diagnóstico energético, pero solamente de segundo nivel, al edificio de la Biblioteca de la UQRoo-UCh, por Tun en el 2005, con el mismo fin de plantear un programa de ahorro energético, pero con la diferencia de que se fijaron metas específicas, además se evaluó la factibilidad económica y técnica para lograrlas. Los resultados obtenidos del estudio fue que el edificio representa el 30% de la factura eléctrica de la UQRoo-UCh y la distribución de las cargas eléctricas del edificio correspondiente al aire acondicionado, alumbrado y computo [9].

Un diagnóstico energético de segundo nivel se aplicó con los mismos fines, desarrollar un Programa de ahorro de Energía [10], el cual incluyó cuatro edificios de la UQRoo-UCh (Biblioteca, Rectoría, edificios H y K), con el cual se obtuvo la distribución de las cargas instaladas en aires acondicionados, iluminación interna, iluminación externa y otras cargas.

Actualmente, se tiene un diagnóstico energético en curso el cual incluye los Campus Cozumel y Chetumal, a cargo del Dr. Freddy Chan, para elaborar propuestas de ahorro de energía y la factibilidad técnica y económica de estas. Con el diagnóstico también se pretende realizar el monitoreo de las variables eléctricas, un recorrido por las instalaciones, análisis de la facturación eléctrica y la evaluación del dimensionamiento de los sistemas de aire acondicionado e iluminación de aulas, oficinas y cubículos en ambos Campus [11].

CAPÍTULO II.

BASES

TEÓRICAS

2.1. INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO

Con el objetivo de comprender algunos aspectos de este trabajo, en este capítulo se definen varios conceptos relacionados al tema como son: los dispositivos de control, los controles lógicos programables, los lenguajes de programación existentes para control entre otros.

2.2. DISPOSITIVOS DE CONTROL

Son aquellos con los que interrumpimos el paso de corriente de la red a una carga (motor, bobina, piloto, etc). Estos pueden ser sin poder de corte si deben ser maniobrados sin carga o con poder de corte si pueden ser maniobrados bajo carga [12].

La clasificación más común que se les da, corresponde al medio de activación en manuales o automáticos.

2.3. DISPOSITIVOS DE CONTROL MANUALES

Manuales: Si son accionados directamente por un operario o parte de la instalación eléctrica, en caso de reparaciones o mantenimiento. Siendo el caso de los interruptores, pulsadores y seccionadores [13].

2.3.1. PULSADORES

Aparatos de maniobra cuyo contacto o contactos, cambian de posición solamente mientras una fuerza externa actúa sobre ellos, volviendo a su posición original, o de reposo, tan pronto cese ésta.

Por su **apariencia y forma** exterior los podemos clasificar en:

- **Rasante:** El botón y la carcasa donde se encuentra alojado están al mismo nivel (Figura 1). Se emplea cuando es necesario evitar maniobras involuntarias [13].

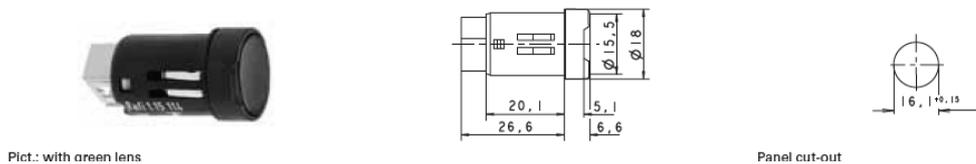


Figura 1. Pulsador tipo rasante Lumotast FK

- **Saliente:** El botón sobresale al nivel de la carcasa (Figura 2). Se usa cuando su accionamiento involuntario no presenta inconvenientes, o cuando el operario encuentra dificultad para utilizar un pulsador rasante (por ejemplo si tiene que usar guantes) [13].

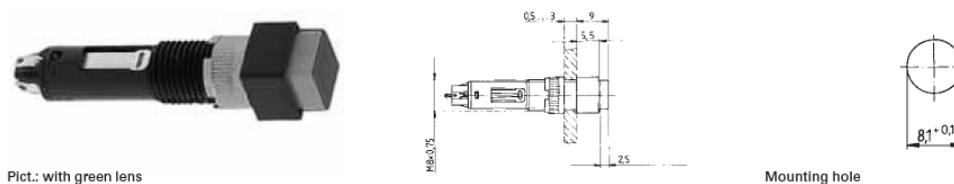


Figura 2. Pulsador saliente serie de 8mm¹

- **De llave:** Para poder mover el contacto móvil es necesario usar una llave. Se usa para accionamientos delicados o de gran responsabilidad, donde la puesta en marcha o el paro no autorizados, pueden ocasionar serios inconvenientes, en el operario o en la maquina (Figura 3) [13].



Figura 3. Pulsador de llave RAFIX 22 FS

- *De seta:* Pulsador cuyo botón, siempre rojo, es más grande de lo normal, de manera que en casos de emergencia pueda ser localizado y accionado de manera fácil y sobre todo rápida (accidentes, situaciones en que los sistemas automáticos de paro no han respondido, etc.). Existen modelos con enclavamiento o con llave, que para ser maniobrados nuevamente deben desenclavarse (Figura 4) [13].

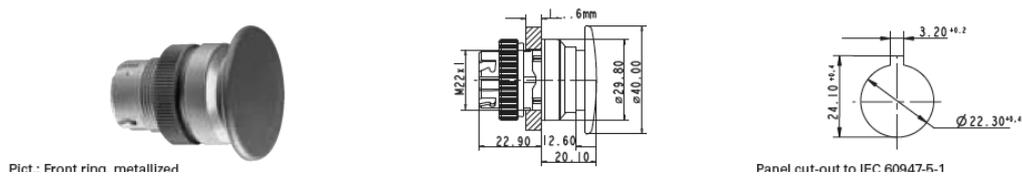


Figura 4. Pulsador tipo seta RAFIX 22 QR

- *Con capuchón:* El botón y la carcasa están completamente cubiertos. Se emplean para ambientes polvorientos (Figura 5) [13].

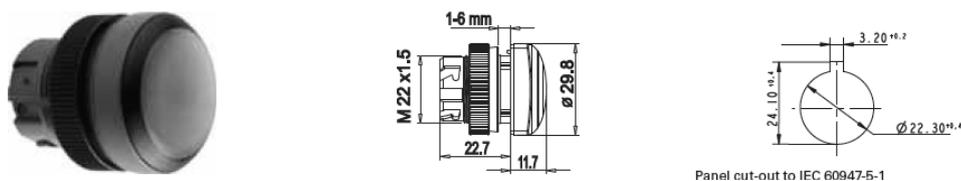


Figura 5. Pulsador con capuchón RAFIX 22 QR

- *De pedal:* Para maniobras en que el operario tiene las manos ocupadas, debiendo accionar con el pie [13].
- *Luminoso:* Con señalización incorporada. Se emplea cuando es necesario conocer si ha sido accionado, especialmente si se está alejado de él (Figura 6) [13].

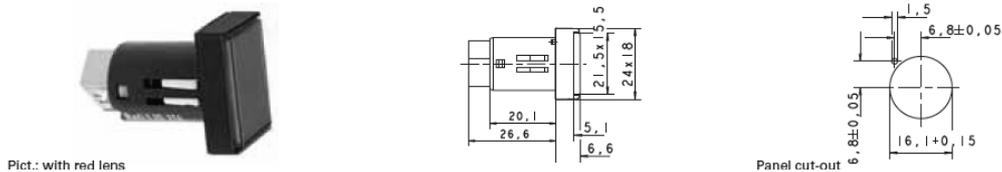


Figura 6. Pulsador luminoso LUMOTAST FK

Por la **función** que realizan:

- *Normalmente cerrado (NC):* Tiene sólo un contacto, el cual se encuentra normalmente cerrado. Sirve para abrir un circuito.
- *De desconexión múltiple:* Es el mismo NC pero con dos o más contactos cerrados, unidos mecánicamente. Sirve para abrir dos o más circuitos en forma simultánea.
- *Normalmente abierto (NA o NO):* Tiene sólo un contacto, el cual se encuentra normalmente abierto. Sirve para cerrar un circuito.
- *De conexión múltiple:* Es el mismo NA pero con dos o más contactos abiertos, unidos mecánicamente. Sirve para cerrar dos o más circuitos.
- *De conexión-desconexión:* Es un solo pulsador pero con dos contactos, uno NC y otro NA unidos mecánicamente. Sirve para abrir un circuito y cerrar otro en forma simultánea (no confundir estos pulsadores con los pulsadores dobles).

A pesar de que todos estos pulsadores tienen un contacto NC y otro NA, no todos ellos actúan de la misma forma, sino que se presentan variantes en la forma de abrir y cerrar los circuitos [13].

Se presenta a continuación de forma gráfica las diferentes modalidades:

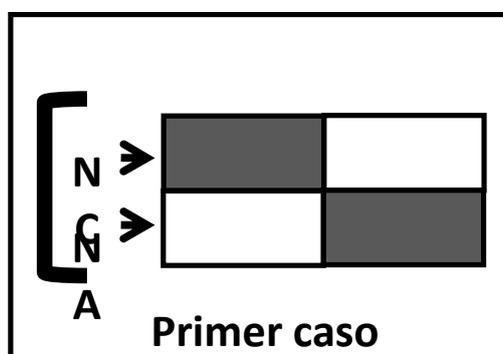


Figura 7. NC abre al mismo tiempo que cierra NA

Cuando se oprime el botón del pulsador, el contacto NC se abre en el mismo momento en que se cierra el contacto NA (Figura 7).

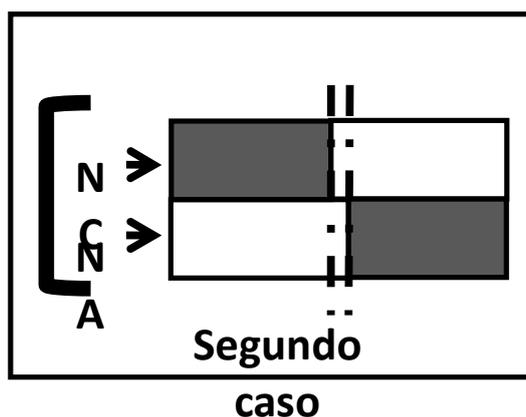


Figura 8. NC abre y NA se mantiene abierto un tiempo antes de cerrarse

Cuando se oprime el botón del pulsador, el contacto NC se abre y el contacto NA se mantiene abierto un momento más antes de cerrarse (Figura 8), de manera que

durante un tiempo y espacios determinados, ambos contactos estarán abiertos (el espacio que hay entre las dos líneas punteadas).

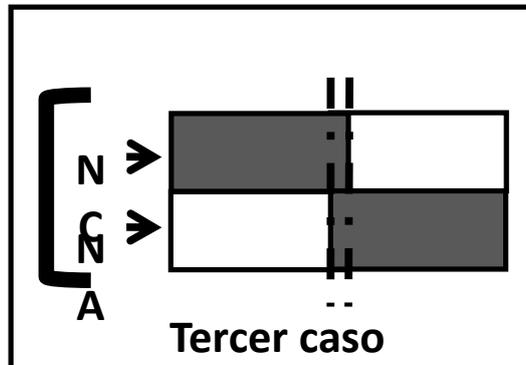


Figura 9. NC y NA se mantienen cerrados durante un tiempo y espacio

Cuando se oprime el pulsador, sucede todo lo contrario que en el caso anterior, ya que durante un tiempo y espacio, ambos contactos estarán cerrados (Figura 9).

2.3.2. SELECTORES

Conocidos también como interruptores giratorios, se emplean cuando es necesario elegir un determinado tipo de maniobra (Figura 10). Existe diversidad de modelos, de dos o más posiciones, con retorno manual o retorno automático, de maneta,

con muletilla, con llave, etc. Se usan mucho en los circuitos diseñados bajo la modalidad manual-automática [14].



Figura 10.Selector RAFIX 16 F

2.3.3. INTERRUPTORES DE POSICIÓN O FINAL DE CARRERA

Aparato empleado en la etapa de detección y fabricado específicamente para indicar, informar, y controlar la presencia, ausencia o posición de la máquina o parte de ella, siendo accionado por ellas mismas mediante contacto físico (arranque).

Normalmente tienen dos contactos (NA y NC) de apertura o ruptura brusca, es decir que la velocidad de desplazamiento de los contactos móviles es independiente de la velocidad del órgano de mando, de manera que una vez iniciado su recorrido, éste debe contemplarse necesariamente [12].

Los dos contactos están unidos mecánicamente y se comportan exactamente como los contactos de los pulsadores de conexión-desconexión, las salvedades expuestas anteriormente.

Existen interruptores de posición con cuatro bornes de conexión, en las cuales los puntos de conexión del contacto NC, están completamente separados de los puntos de conexión del contacto NA (Figura 11).

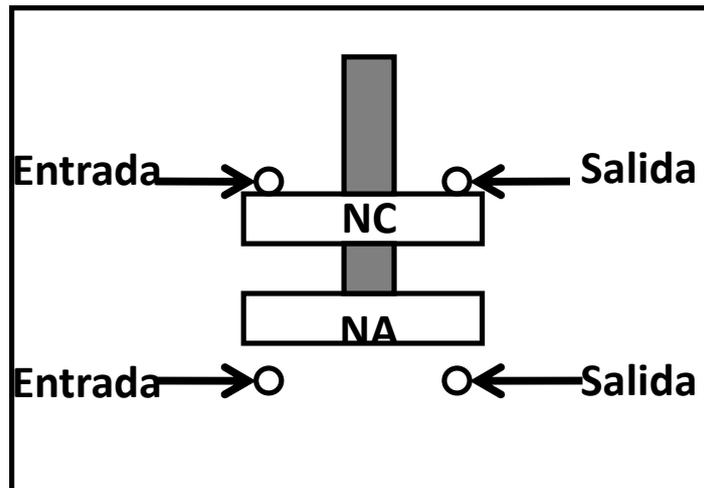


Figura 11 Interruptor con cuatro bornes

Así mismo existen interruptores de posición solamente con tres bornes de conexión (Figura 12): un borne que es la entrada común para el contacto NA y el contacto NC, y dos bornes correspondientes a la salida de cada uno de ellos.

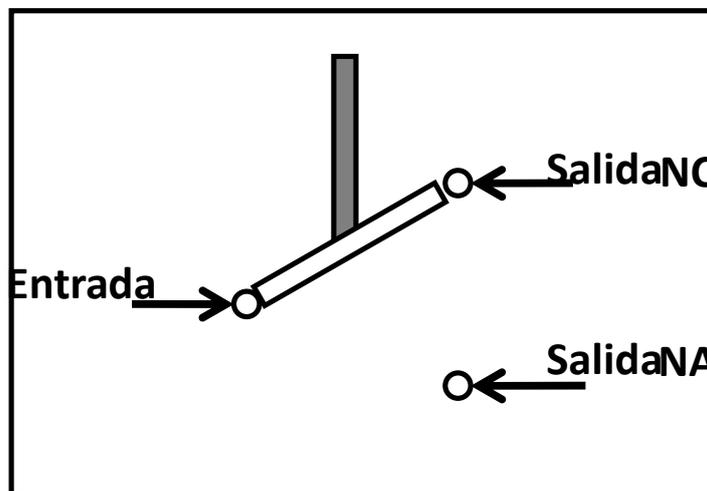


Figura 12 Interruptor con tres bornes

Como el ataque o accionamiento que se ejerce sobre ellos depende de la aplicación específica que se les dé, se encuentran diferentes tipos de interruptores de posición:

- *De ataque frontal:* Con cabeza cilíndrica o vástago de acero.

- *De ataque lateral unidireccional o bidireccional:* Con roldana, en variedad de formas.
- *De ataque lateral multidireccional:* Con varilla flexible y resorte.

Los interruptores de posición se emplean especialmente en operaciones automáticas, en las cuales es necesario detener, alterar o invertir el desplazamiento de una máquina (apertura y cierre de puertas, montacargas, rectificadoras, ascensores, prensas, etc.). Por el trabajo que realizan estos aparatos deben tener gran robustez y durabilidad, tanto mecánica como eléctrica.

Finalmente podemos mencionar en este grupo los interruptores accionados por boyas o flotadores, cuya función es la de controlar o regular el nivel de líquidos [13].



Figura 13. Interruptor de posición KP Serie LB

2.4. DISPOSITIVOS DE MANDO AUTOMÁTICOS

Automáticos: Cuando no requieren la acción del operario y lo hacen por medio de otros factores como temperatura, presión, tiempo, luz, etc. En la gama de estos encontramos los temporizadores, interruptores de posición, detectores fotoeléctricos, detectores inductivos, presóstatos, etc. [13].

2.4.1. TEMPORIZADORES O RELÉS DE TIEMPO

Aparatos en los cuales se abren o cierran determinados contactos llamados contactos temporizados, después de cierto tiempo debidamente preestablecido, de haberse abierto o cerrado su circuito de alimentación. Se emplea específicamente en la etapa de tratamiento [12].

Existen diferentes tipos de temporizadores, tanto por la forma, como por las técnicas constructivas, funcionamiento presión, etc.

➤ *Temporizador al trabajo:*

Aquel cuyos contactos temporizados actúan después de cierto tiempo de que se ha energizado el elemento motor del temporizador.

En el momento de energizar el temporizador, los contactos temporizados que tienen siguen en la misma posición de estado de reposo, y solamente cuando ha transcurrido el tiempo programado, cambian de estado, es decir que el contacto NA se cierra y el contacto NC se abre [13].

➤ *Temporizador al reposo:*

En este los contactos temporizados actúan como temporizados solo después de cierto tiempo de haber sido desenergizado el elemento motor del temporizador.

Cuando se energiza el temporizador, sus contactos temporizados actúan inmediatamente como si fueran contactos instantáneos, manteniéndose en esa posición todo el tiempo que el temporizador esté energizado.

Al desenergizar el temporizador, los contactos no retornan inmediatamente a estado de reposo, sino que lo hacen cuando haya transcurrido el tiempo

preestablecido, actuando en ese momento como contactos temporizados [13].

➤ *Temporizador electro-mecánico*

En el cual la temporización se consigue mediante engranajes, con sistemas comparables al de los relojes mecánicos (Figura 14). El conteo del tiempo programado se inicia al energizar un pequeño motor síncrono de velocidad constante, que mueve una serie de engranajes para reducir la velocidad del motor. El último de los engranajes lleva un pin o tope para accionar unos contactos de apertura lenta o un microinterruptor de apertura brusca, los cuales actúan como contactos temporizados [13].

El tiempo se programa alejando o acercando manualmente el pin que acciona los contactos. Estos temporizadores se encuentran en la modalidades de al trabajo y al reposo, pero su uso es cada vez más limitado.



Figura 14. Temporizador electromecánico Top 2000 6 s 12 min ref 88226013 Crouzet

➤ *Temporizador neumático*

La temporización se obtiene regulando la entrada de aire en un fuelle, hasta que se llene completamente, momento en el cual éste acciona los contactos del temporizador. El aire es expulsado del fuelle prácticamente de forma instantánea.

La regulación del tiempo se realiza por medio de un diafragma, compuesto por dos discos superpuestos que llevan sendas perforaciones y una ranura

que los va interconectando de manera que, de acuerdo a la distancia existente entre dichas perforaciones, se tendrá un mayor o menor paso de aire y por consiguiente un menor o mayor tiempo [13].



Figura 15 Temporizador neumático Crouzet

➤ *Temporizador electrónico*

Aquellos cuyo sistema de temporización está conformado por circuitos electrónicos (Figura 16). Se encuentra una gran variedad de modelos, dependiendo de su funcionamiento, energización, tiempo de temporización, precisión, etc. Por lo que su uso se va extendiendo cada vez más delicado que los neumáticos y electromecánicos [13].

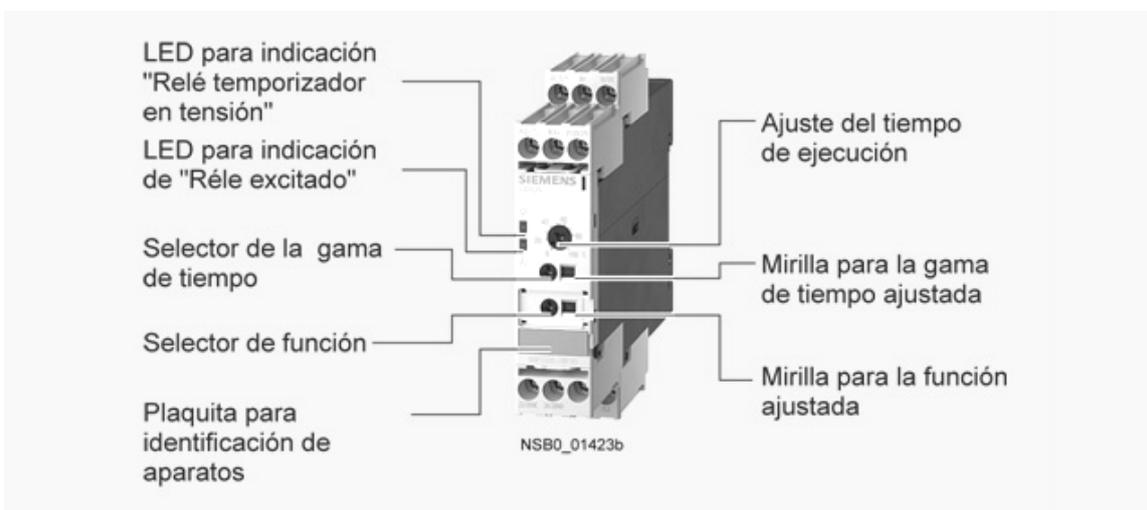


Figura 16. Temporizador electrónico SIEMENS

2.4.2. PRESOSTATOS

Aparatos que abren o cierran un circuito eléctrico al detectar cambios de presión en sistemas neumáticos o hidráulicos. Se instalan en las tuberías de conducción de gases o líquidos, o bien en los tanques de almacenamiento de dichos elementos.

Pueden emplearse como reguladores de presión entre dos valores preestablecidos, uno superior o alto y otro inferior o bajo. La regulación de cada uno de ellos se hace por separado, y la zona entre el punto alto y el bajo se conoce como zona de intervalo [13].

Pueden ser:

- *De membrana:* La variación de presión, en un sistema neumático o hidráulico, produce la deformación de una membrana (Figura 17). Esta deformación se transmite a un pistón, el cual a su vez, desplaza los contactos eléctricos del presostato, de acuerdo con las variaciones de presión [13].

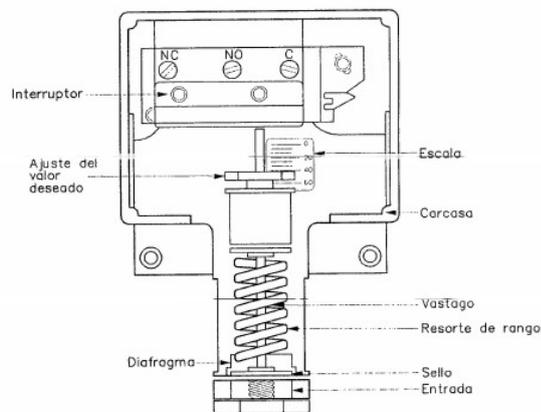


Figura 17 Presostato de membrana

- *Sistema tubular:* Funciona gracias a un tubo ondulado (a manera de fuelle metálico), el cual manobra los contactos eléctricos del presostato, de



acuerdo con las variaciones de presión (Figura 18.b) [13].

2.4.3. TERMOSTATO

Aparatos que abren o cierran circuitos eléctricos, en función de la temperatura que los rodea [13]. Los termostatos no deben confundirse con los relés térmicos. Los

Figura 18 Presostatos: a) De membrana IP 65, Modelo MW1. b) De fuelle tubular IP 65 Modelo BWX.

podemos encontrar:

- *De láminas metálicas:* Se fundamenta en la acción que ejerce la temperatura en una lámina, compuesta por dos metales con diferentes coeficientes de dilatación (bimetal), que se flexiona (dobla) al elevarse o disminuir la temperatura, hasta llegar a accionar los contactos que tiene (Figura 19).



Figura 19 Termostato bimetalico de control automático

- *De gas:* Consiste en un gas encerrado dentro de un tubo de cobre. Cuando la temperatura sube, el gas se expande y empuja la válvula, que realiza una determinada función (Figura 20).



Figura 20. Termostato de gas con ajuste de temperatura. Usado en acondicionadores de aire de ventana

- *De parafina:* Empleados en válvulas de control de fluido, contienen parafina encapsulada que se expande al aumentar la temperatura; ésta, a su vez, empuja un disco que permite el paso del fluido. Cuando el fluido baja su temperatura, un resorte vuelve el disco a su posición inicial cerrando el paso. Un ejemplo de este termostato es el empleado en el sistema de enfriamiento de los motores de combustión interna (Figura 21).

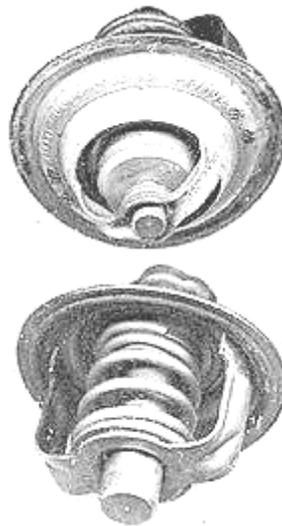


Figura 21. Termostato de parafina para radiadores de vehículos

De tubo capilar: Aprovecha las alteraciones en la presión de un fluido alojado en un tubo muy delgado, al variar la temperatura (Figura 22). Esta variación de presión produce a su vez una modificación en la forma del tubo, hasta accionar los contactos eléctricos que posee, a medida que sube

o baja la temperatura. De acuerdo con la temperatura que se tiene que controlar, se encuentran modelos con tubo capilar o bulbo especial.



Figura 22. Termostato de tubo capilar 1600mm, bulbo 6mm TERMO FLECK. UNIVERSAL

- Electrónicos: Existen muchas variantes de termostatos electrónicos, pero la mayoría de las veces el componente real de lectura de temperatura es el termistor. En general, cualquier dispositivo que permita medir con electrónica la temperatura puede ser integrado en un termostato. Por ejemplo, resistencias de platino, semiconductores sensores de temperatura (Figura 23), etc.



Figura 23. Termostato electrónico Crowzet 89 750 150

2.4.4. SENSORES

Conocidos también como detectores o captadores, son dispositivos electrónicos que transmiten información sobre presencia, ausencia, paso, fin de recorridos, rotación, contaje, etc., de objetos sin entrar en contacto físico con las piezas [12].

2.4.4.1. INDUCTIVOS

Elemento cuyo principio se sustenta en la variación de un campo electromagnético, cuando se acerca un objeto metálico a su cara sensible. Está compuesto esencialmente por un oscilador en el cual un bobinado, que constituye la cara sensible del detector, crea un campo magnético alterno [13].

Cuando un objeto metálico se coloca dentro de este campo, las corrientes inducidas constituyen una carga adicional que ocasiona la interrupción de las oscilaciones (Figura 24).

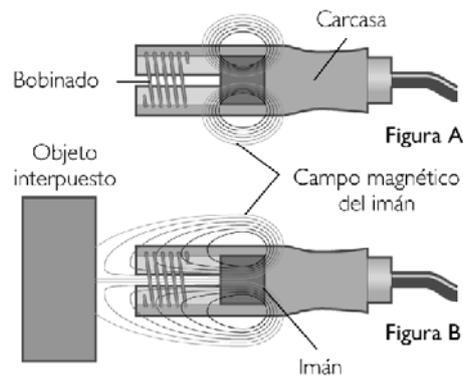


Figura 24. Principio de funcionamiento de sensor inductivo

2.4.4.2. CAPACITIVOS

Dispositivo cuyo principio de funcionamiento se sustenta en la variación de un campo electrostático, al acercarse cualquier objeto a su cara sensible. Consta

básicamente de un oscilador, en el cual unos condensadores constituyen la cara sensible [12].

Cualquier objeto se introduce en dicho campo, modifica la capacidad del campo electrostático provocando oscilaciones (Figura 25).

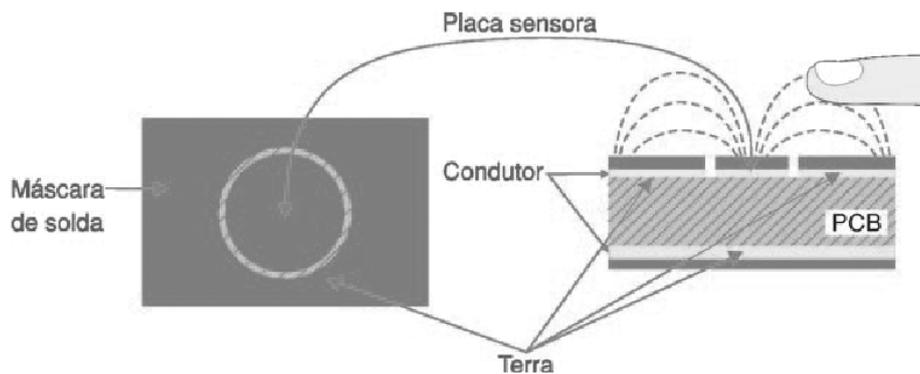


Figura 25. Principio de funcionamiento de sensor capacitivo

2.4.4.3. FOTOELÉCTRICOS

Son dispositivos electrónicos que pueden abrir y/o cerrar un circuito eléctrico, por acción de un haz de luz y un elemento fotosensible. Los detectores fotoeléctricos tienen una configuración muy parecida a la de los sensores inductivos y capacitivos [13].

Todo sensor fotoeléctrico está compuesto por un emisor y un receptor:

Emisor: produce y emite una luz infrarroja modulada y pulsante (invisible al ojo humano) o una luz visible roja.

Se usa luz infrarroja modulada porque garantiza una gran inmunidad a otras formas de luz ambientales (luces parásitas), así como por su alto rendimiento luminoso, gran velocidad de respuesta, insensibilidad a choques y vibraciones y porque su vida útil es prácticamente ilimitada.

La luz roja se utiliza para transmisión por fibra óptica plástica y en detectores réflex polarizados.

El receptor compuesto por un fototransistor, sensible únicamente a la luz infrarroja modulada y pulsante del LED, cuya función es captar la luz producida por el emisor, y tratarla para luego controlar una carga.

Existen 3 clases de sensores fotoeléctricos:

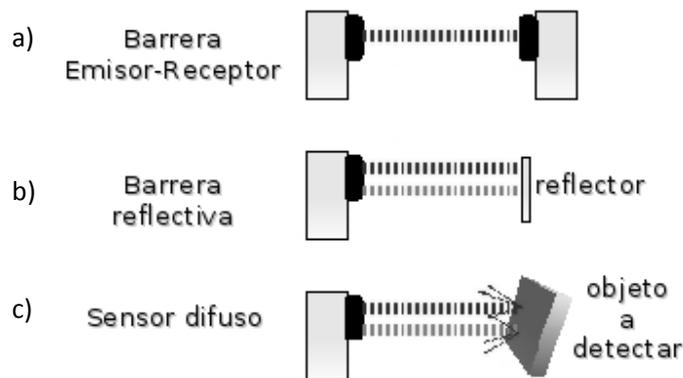


Figura 26. Tipos de sensores fotoeléctricos DIRCASA

Barrera Emisor-Receptor: El sensor viene en 2 piezas, el emisor y el receptor, cuando el objeto atraviesa el haz de luz es cuando se activa el sensor (Figura 26.a).

Barrera Reflectiva: En el cuerpo del sensor se encuentra el emisor y el receptor, en el otro extremo va una cinta reflectiva para regresar el haz de luz. Existen cintas reflectivas con filtro, es decir que solo reflejan la luz que emite el sensor y discriminan cualquier otra señal luminosa (Figura 26.b).

Sensor Difuso: En el cuerpo del sensor se encuentra el emisor y receptor, estos están colocados con cierto ángulo, de tal manera, que el haz triangule sobre el objeto a sensar y refleje la luz (Figura 26.c) [14].

2.4.4.4. DETECTOR DE PRESENCIA WPIR [15]

El WPIR es un detector de ocupación infrarrojo pasivo (PIR) de 24Vdc que puede controlar sistemas de iluminación o de equipos de climatización (HVAC) basado en la ocupación de áreas determinadas (Figura 27). Los sistemas de detección PIR son sistemas pasivos que reaccionan



Figura 27. Aspecto físico del sensor WPIR

a los cambios en la energía infrarroja (calor de los cuerpos en movimiento) dentro del área de cobertura. Cuando el sensor detecta un cambio en el calor infrarrojo irradiado dentro del área controlada, se encienden los sistemas de iluminación o equipos de climatización mediante un Power Pack Watt Stopper. Cuando los ocupantes abandonan el área, se apagan los sistemas de iluminación, o equipos de climatización después de un retardo de tiempo ajustable por el usuario de 30 segundos a 30 minutos.

Especificaciones

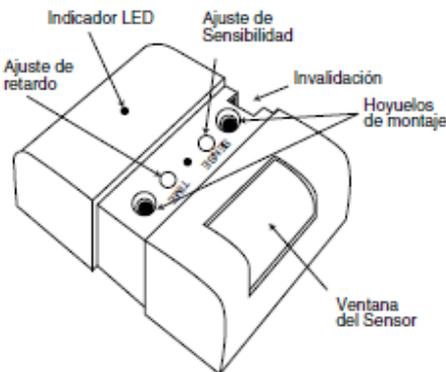


Figura 28. Ubicación del ajuste de sensibilidad y tiempo de apagado automático del sensor WPIR

Fuente de Poder: Power Pack serie B (hasta 7 WPIR)

Voltaje: 24 V DC

Consumo máximo: 15 mA

Ajuste de tiempo: 30 seg - 30 min (Figura 28)

Ajuste de sensibilidad: mín. – máx. (Figura 28)

Dimensiones: 2.5"x2.5"x1.14"

(6.35cmx6.35cmx2.9cm)

Montaje en techo (Altura): 2.4m

Patrones de cobertura

Los patrones de cobertura están determinados por la posición de montaje, altura de montaje y el patrón de visualización del sensor PIR (Figura 29). Cuando se aumenta la altura de montaje del sensor, el área de cobertura se incrementa notablemente.

Ángulo de cobertura: 90°

Máximo alcance frente: 4.6m

Máximo alcance lados: 4.6m

Lugar de instalación: Techo

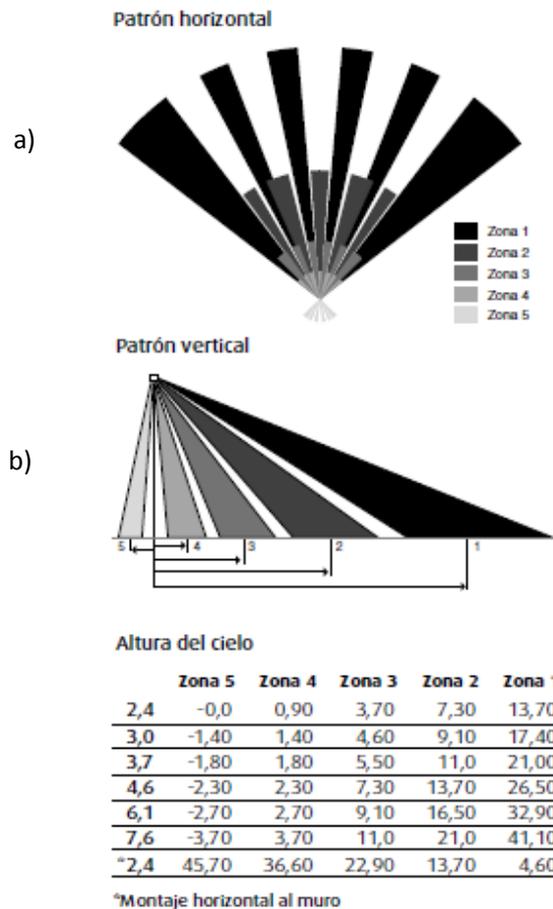


Figura 29. Patrones de cobertura del sensor WPIR. a) Vista planta. b) Vista horizontal

Conexión

La instalación normal es sobre cielo, pared, o en una caja de conexión eléctrica. El sensor se debe montar de modo que sus lentes queden frente al área a controlar. Se debe colocar el sensor de modo que haya una clara línea de visión entre él y las áreas que está controlando. El sensor no “verá” a través de vidrio. La posición de montaje típico es en la esquina de espacio a controlar con el sensor dirigido a esa área.

En la mayoría de las aplicaciones, el sensor se coloca sobre la superficie de montaje con los tornillos o pernos de sujeción que caben en los orificios bajo la tapa de control. Las conexiones de bajo voltaje se deben hacer en el lado opuesto de la superficie de montaje.

Para la conexión a baja tensión desde el Power Pack conecte (Figura 30):

- Cable ROJO (+24VDC) del Power Pack al cable ROJO del sensor.
- Cable NEGRO (común) del Power Pack al cable NEGRO del sensor.
- Cable AZUL (salida de control) del Power Pack al cable AZUL del sensor.

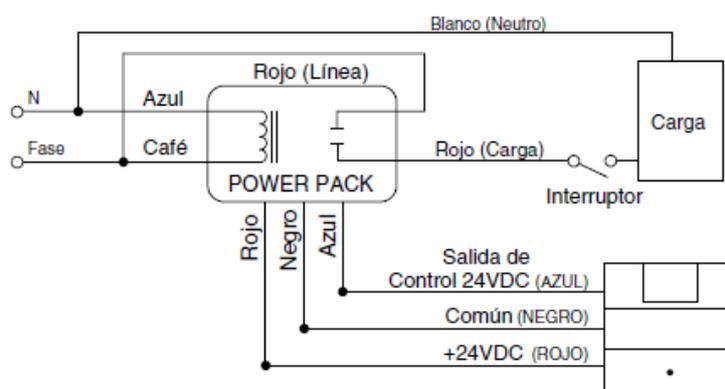


Figura 30. Diagrama de conexión eléctrica del sensor WPIR

2.4.4.5. DETECTOR DE PRESENCIA CI-200 [15]

El detector CI-200 emplea tecnología PIR y se caracteriza por su campo de detección de 360° (Figura 31). El sistema permite controlar diferentes tipos de iluminación, ya sean focos incandescentes, de bajo voltaje, lámparas fluorescentes, lámparas ahorradoras de



Figura 31. Aspecto físico del sensor CI-200

energía, etc. debido a que se conecta por medio de la fuente de poder “Power Pack”, la cual es la encargada de controlar las cargas, el tiempo de apagado automático de las luces es ajustable de 15 segundos a 30 minutos y transcurre a partir de la última detección. También puede conectarse a sistemas de ventilación, aire acondicionado, calefacción, sistemas de monitoreo y sistemas de administración de energía, etc. debido a un relé integrado.

El detector CI-200 incluye una fotocelda encargada de medir la cantidad de luz natural en el ambiente. El nivel de luz exterior a partir del cual el detector encenderá las luces es regulable según las preferencias del usuario y las características específicas del lugar. Así, cuando la luz solar supere el límite anteriormente fijado, el dispositivo no enciende las luces aún cuando sense presencia.

Se integra de un circuito denominado ASIC (sistema de circuito integrado de aplicación específica), el cual permite ofrecer inmunidad contra inducción por radio frecuencia (RFI) e inducción electromagnética (EMI), ofreciendo así mayor confiabilidad de operación.

Especificaciones

Fuente de Poder: Power Pack (hasta 5 unidades).

Voltaje: 24 V DC.

Consumo máximo: 20 mA

Ajuste de nivel de luz necesario: de 43 a 2044 luxes (Perrillas).

Ajuste de tiempo apagado automático: de 15 seg.-30 min. (Dip Switch) (Figura 32)

Ajuste de sensibilidad de detección: mín.-máx. (Dip Switch) (Figura 32)

Relevador con contactos aislados NA y NC.

Dimensiones: 85 mm de diámetro x 56 mm de profundidad.

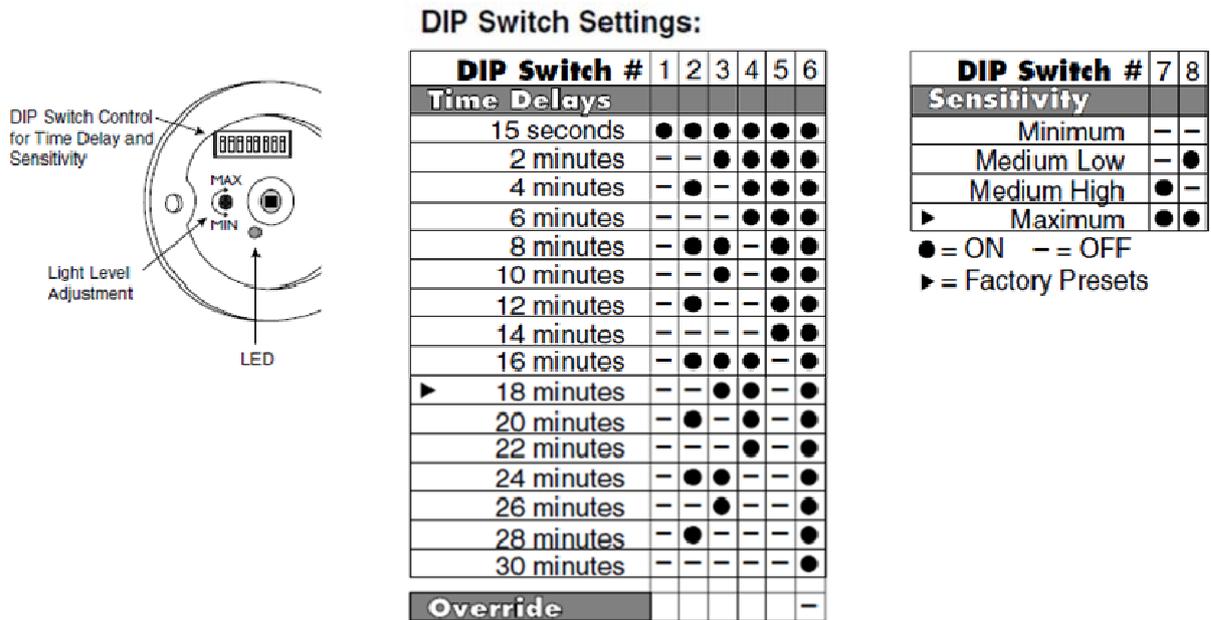


Figura 32. Ajuste de sensibilidad y tiempo de apagado automático del sensor CI-200

Patrones de cobertura

Ángulo de cobertura: 360°

Máximo alcance (frente): 2.4 m

Máximo alcance lados: 6.7 m

Lugar de instalación: Techo

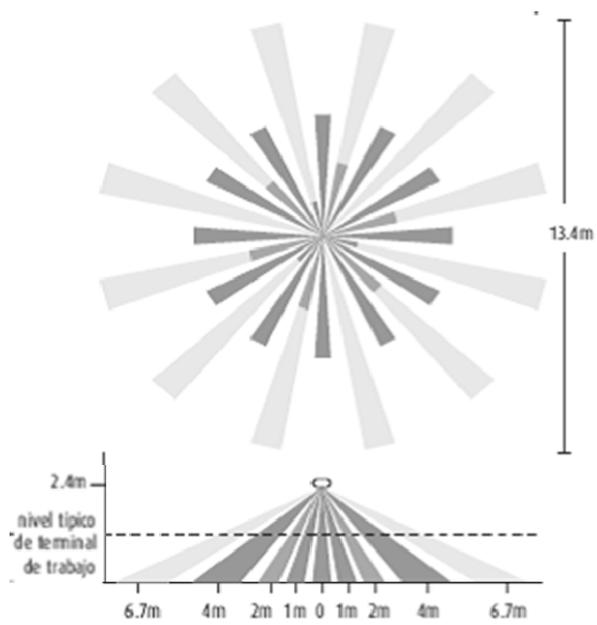


Figura 33. Cobertura sensor CI-200. a) Planta. b) Horizontal

2.4.4.6. DETECTOR ULTRASÓNICO W-1000A [15]

Este detector ultrasónico (Figura 36) de ocupación presenta una nueva tecnología en cuanto a detección de presencia ya que funcionan mediante la transmisión de una onda sonora de 25kHz generada por un cristal de cuarzo. Un transmisor emite la onda en forma omnidireccional (360°) al área controlada, para después rebotar y regresar al sensor. El movimiento en el área produce que



Figura 36. Aspecto físico del sensor W-1000A

dicha onda sonora regrese a una frecuencia más alta o más baja que la original (25kHz) y con esto se logra la detección. A partir de que no se detecte movimiento en el área, el sensor apagará las luces de forma automática una vez transcurrido el tiempo de apagado seleccionado por el usuario. Estos sensores permiten de igual forma, ajustar la sensibilidad de detección, adaptándose así a cada necesidad. El sistema permite además controlar diferentes tipos de iluminación, debido a que los sensores se controlan por medio de la fuente de poder "Power Pack", la cual es la encargada de controlar las cargas.

Especificaciones

Tecnología ultrasónica

Fuente de Poder: Power Pack (hasta 7 unidades)

Voltaje: 24 VCD

Transmisión omnidireccional de 360°

Frecuencia ultrasónica de 25kHz \pm 0.005%

Circuitos avanzados de procesamiento de señales

Receptores resistentes a la temperatura y a la humedad

Led para indicar detección

Ajuste de tiempo de apagado automático: de 15 seg. A 15 min. (Perilla)

Ajuste de sensibilidad de detección: mín.-máx. (Perilla)

Dimensiones: 115mmX115mmX32mm.

Patrones de cobertura

Ángulo de cobertura: 360°

Máximo alcance frente: 6.1 m

Máximo alcance lados: 3.6m

Lugar de instalación: Techo

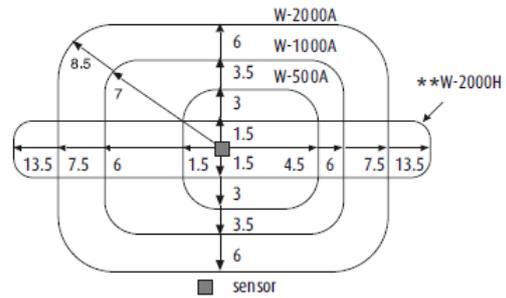


Figura 37. Cobertura sensor W-1000A

Instalación

En cuarto cerrado: En cuartos cerrados, los sensores ultrasónicos deben ser colocados de tal manera que no “vean” fuera de la puerta y así reducir falsas operaciones.

En oficinas abiertas: Se recomienda colocar los sensores de tal forma que se provoquen zonas superpuestas.

Los detectores ultrasónicos deben ser colocados por lo menos a 1.2m de los ductos de entrada de aire acondicionado, a 1.8m de ductos de aire acondicionado horizontales, a 1.8m del Power Pack (Figura 38) y a una altura entre 1.2m y 4.2m del piso.

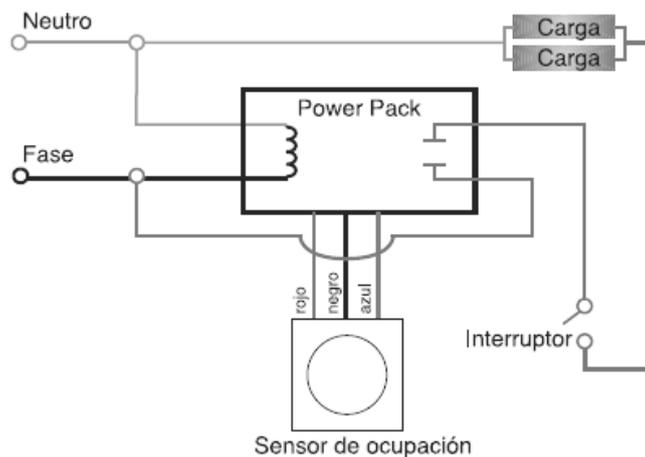


Figura 38. Diagrama de conexión eléctrica del sensor W-1000A

2.4.4.7. DETECTOR TECNOLOGÍA DUAL DT-200 [15]



Figura 39. Aspecto físico del sensor DT-200

El detector de movimiento DT-200 (Figura 39) reúne las ventajas de la tecnología de los rayos infrarrojos pasivos y de la tecnología ultrasónica, además incluye una fotocelda encargada de medir la cantidad de luz natural en el ambiente. El nivel de luz exterior a partir del cual el detector encenderá las luces según las preferencias del usuario y las características específicas del lugar. Así, cuando la luz solar supere el límite anteriormente fijado, el dispositivo no enciende las luces aún cuando detecte presencia.

El sistema permite controlar diferentes tipos de iluminación, ya sean focos incandescentes, de bajo voltaje, lámparas fluorescentes, lámparas ahorradoras de energía, etc. debido a que se conecta por medio de la fuente de poder “Power Pack”, la cual es la encargada de controlar las cargas, el tiempo de apagado automático de las luces es ajustable de 15 segundos a 15 minutos y transcurre a partir de la última detección. También puede conectarse a sistemas de ventilación, aire acondicionado, calefacción, sistemas de monitoreo y sistemas de administración de energía, etc. debido a un relé integrado.

Especificaciones

Tecnología PIR y ultrasónica

Fuente de Poder: Power Pack (hasta 2 unidades)

Voltaje: 24 VCD

Frecuencia ultrasónica de 40 kHz \pm 0.006%

Ajuste nivel de luz necesario: de 27 a 4627 luxes.

Ajuste de tiempo de apagado automático: de 15 seg. A 15 min. (Dips switches)

Ajuste de sensibilidad de detección: Min-Max (Dips switches)

Relevador con contactos aislados NA y NC

Montaje en techo (Altura):

Patrones de cobertura

Ángulo de cobertura: 90°

Máximo alcance frente: 15.2 m

Máximo alcance lados: 6.0 m

Lugar de instalación: Techo o pared

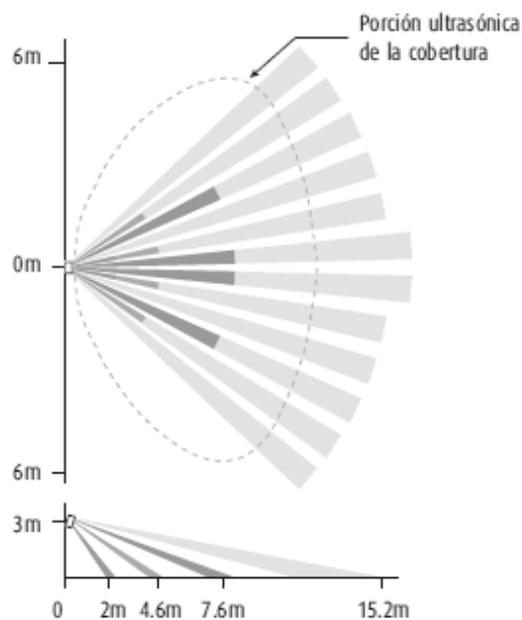


Figura 40. Cobertura sensor DT-200

Conexión

La conexión del sensor DT-200 se puede realizar de dos formas. Una en la que no se utiliza la fotocelda integrada y la iluminación se activa cuando detecta movimiento (Figura 41).

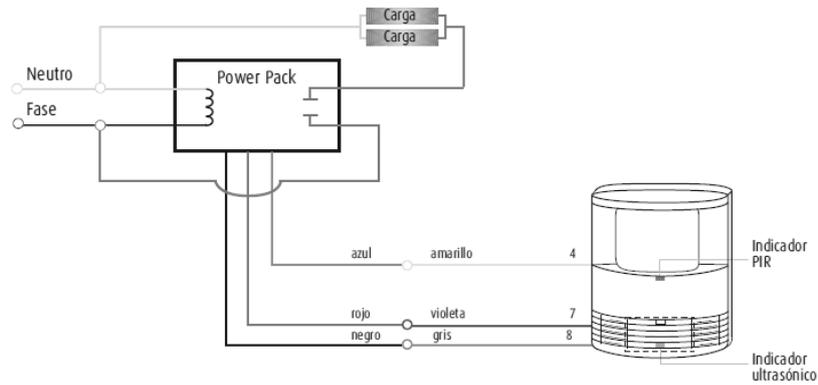


Figura 41. Diagrama sin utilizar la fotocelda integrada

Y utilizando la fotocelda integrada, con la cual enciende integrando la detección de movimiento y el nivel de luz natural. En este caso el encendido de las luces se acciona entre 1 y 3 segundos después de la primera detección de movimiento (Figura 42).

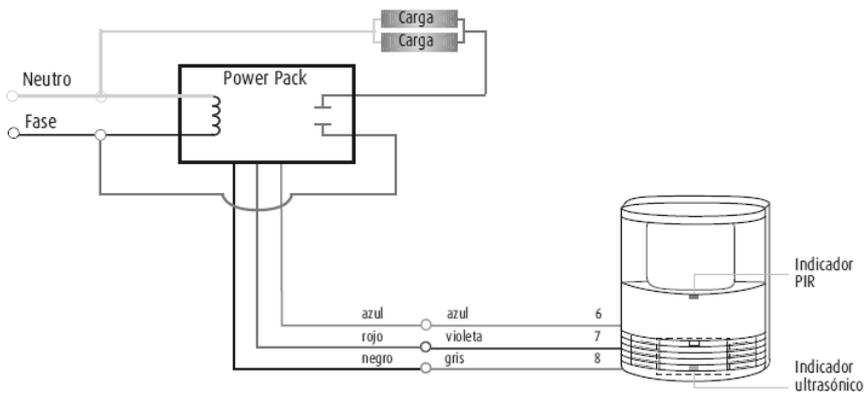


Figura 42. Diagrama utilizando la fotocelda integrada.

2.4.4.8. REGISTRADOR: ILUMINACIÓN Y OCUPACIÓN IT-100-PC [15]

El Intelitimer Pro es un registrador de iluminación y ocupación, registra el tiempo durante el cual un espacio está ocupado y desocupado y el tiempo en que las luces del espacio están prendidas y apagadas.

Usa la tecnología infrarroja pasiva para detectar ocupación. Observa el nivel de luz a través de un conducto de plástico liviano transparente para determinar si las luces están prendidas o apagadas en el área.



Figura 43. Intelitimer Pro TI-100

Especificaciones

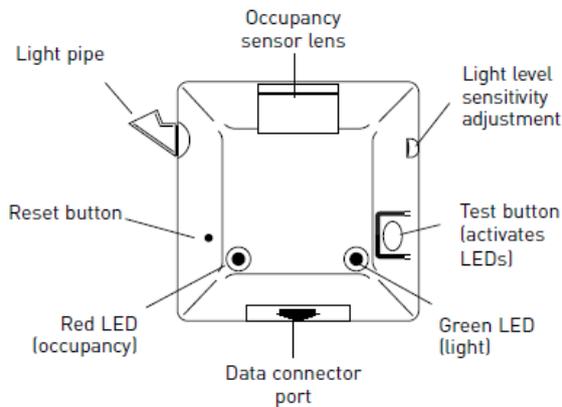


Figura 44. Ubicación de botones de prueba y ajuste de sensibilidad del IT-100 PC

Tecnología PIR

Fuente de Poder: Batería de litio

Voltaje: 6 VDC

Botón de prueba para ocupación y luz:
90 Seg. (Figura 44)

Ajuste de sensibilidad: mín. – máx.

Botón de reinicio. (Figura 44)

Hasta 4096 entradas.

Guarda el nombre para identificar el lugar monitoreado.

Conexión a la PC para la recuperación de datos.

Instalación

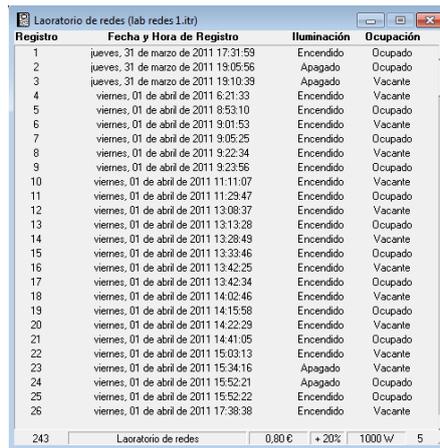
Es instalado rápidamente y sin cables, el registrador se engancha a un panel de techo o se asegura a una superficie con soportes de fábrica. Luego de una sesión de registro, el modelo IT-100 se conecta a una computadora para extraer la información.

Dicha información incluye las horas en que la luz estuvo prendida y apagada y las que el espacio del edificio estuvo ocupado o vacío. Cada intelitimer viene con el paquete de software

Software IT-Pro Soft

El software analiza la información recogida y la muestra a través de un informe de análisis, así como de gráficas donde aparecen los períodos de encendido/apagado y ocupado/desocupado.

Da un listado de eventos que incluye: número de evento, fecha y hora, estado de alumbrado y ocupación (Figura 45).



Registro	Fecha y Hora de Registro	Iluminación	Ocupación
1	jueves, 31 de marzo de 2011 17:31:59	Encendido	Ocupado
2	jueves, 31 de marzo de 2011 19:05:56	Apagado	Ocupado
3	jueves, 31 de marzo de 2011 19:10:39	Apagado	Vacante
4	viernes, 01 de abril de 2011 6:21:33	Encendido	Vacante
5	viernes, 01 de abril de 2011 8:53:10	Encendido	Ocupado
6	viernes, 01 de abril de 2011 9:01:53	Encendido	Vacante
7	viernes, 01 de abril de 2011 9:05:25	Encendido	Ocupado
8	viernes, 01 de abril de 2011 9:22:34	Encendido	Vacante
9	viernes, 01 de abril de 2011 9:23:56	Encendido	Ocupado
10	viernes, 01 de abril de 2011 11:11:07	Encendido	Vacante
11	viernes, 01 de abril de 2011 11:29:47	Encendido	Ocupado
12	viernes, 01 de abril de 2011 13:08:37	Encendido	Vacante
13	viernes, 01 de abril de 2011 13:13:28	Encendido	Ocupado
14	viernes, 01 de abril de 2011 13:28:49	Encendido	Vacante
15	viernes, 01 de abril de 2011 13:33:46	Encendido	Ocupado
16	viernes, 01 de abril de 2011 13:42:25	Encendido	Vacante
17	viernes, 01 de abril de 2011 13:42:34	Encendido	Ocupado
18	viernes, 01 de abril de 2011 14:02:46	Encendido	Vacante
19	viernes, 01 de abril de 2011 14:15:58	Encendido	Ocupado
20	viernes, 01 de abril de 2011 14:22:29	Encendido	Vacante
21	viernes, 01 de abril de 2011 14:41:05	Encendido	Ocupado
22	viernes, 01 de abril de 2011 15:03:13	Encendido	Vacante
23	viernes, 01 de abril de 2011 15:34:16	Apagado	Vacante
24	viernes, 01 de abril de 2011 15:52:21	Apagado	Ocupado
25	viernes, 01 de abril de 2011 15:52:22	Encendido	Ocupado
26	viernes, 01 de abril de 2011 17:38:38	Encendido	Vacante

Figura 45. Listado de eventos

El usuario determina:

- El nombre del lugar evaluado
- El costo de energía por Kilowatt-hora (KWh)
- El tamaño de la carga controlada en Watts

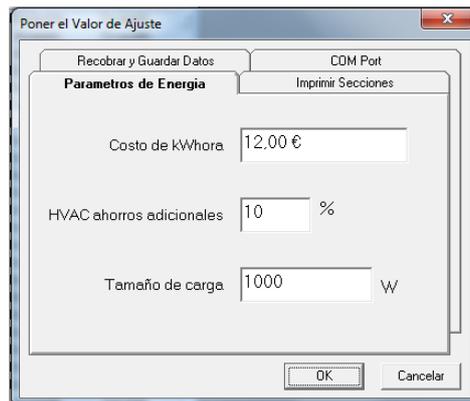


Figura 46. Ajuste de valores

El programa también calcula los ahorros obtenidos por los HVAC por reducción de su funcionamiento al reducir el calor emitido por el alumbrado.

Los informes muestran:

- Información estadística (Figura 47).

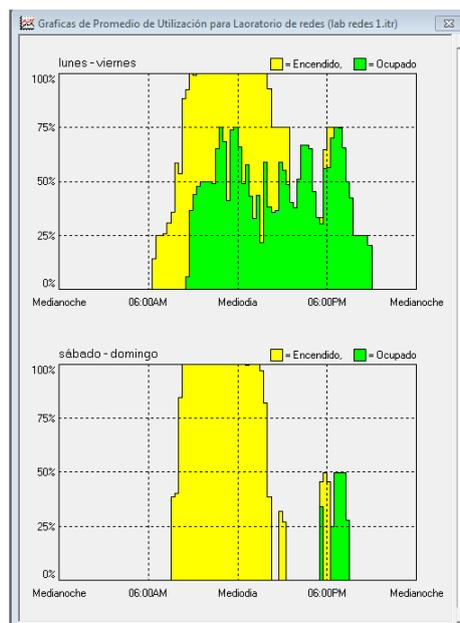


Figura 47. Graficas de promedio de utilización del área.

- Gráficas de ocupación/alumbrado (Figura 48)

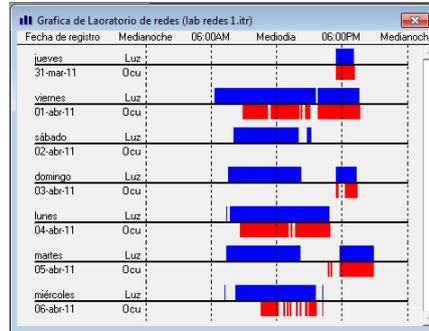


Figura 48. Gráficas ocupación alumbrado.

- El potencial ahorro de dinero (Figura 49).

Los datos se pueden guardar para un uso futuro.

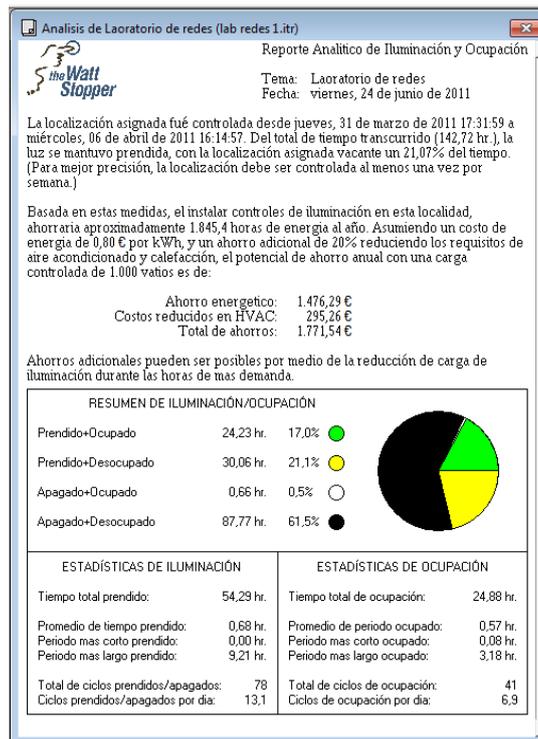


Figura 49. Análisis de ahorro potencial.

2.5. DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Son elementos destinados a proteger todo o parte del circuito, separándolo de las líneas de alimentación, cuando se presentan irregularidades en su funcionamiento, particularmente por sobrecargas o sobreintensidades y cortocircuitos [16].

Fusibles: Conductores calibrados específicamente para el paso de determinadas cantidades de corriente, de forma que al producirse un corto circuito se fundirá rápidamente, interrumpiendo inmediatamente el circuito y evitando daños mayores en las cargas o conductores [16].

Automáticos: Dispositivos contruidos para proteger un circuito contra sobre cargas y/o cortos circuitos, sin intervención del operario. Los más empleados en controles y automatismos, son los relés termomagnéticos y los relés electromagnéticos [16].

2.5.1. EL CONTACTOR

Son elementos conductores que tienen por objeto establecer o interrumpir el paso de corriente, tanto en el circuito de potencia como en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina, por lo que se denominan contactos instantáneos [12].

Todo contacto está compuesto por tres elementos: dos partes fijas (contactos fijos) ubicadas en la carcasa y una parte móvil (contacto móvil) colocado en la armadura, para establecer o interrumpir el paso de la corriente entre las partes fijas. Los contactos están hechos de bronce fosforado, material que es muy buen conductor, mecánicamente resistente y con un mayor grado de elasticidad que el cobre o el bronce [17].

Partes del contactor

Carcasa

Es el soporte fabricado en material no conductor que posee rigidez y soporta el calor no extremo, sobre el cual se fijan todos los componentes conductores al contactor. Además es la presentación visual del contactor [17].

Electroimán

Es el elemento motor del contactor, compuesto por una serie de dispositivos, los más importantes son el circuito magnético y la bobina; su finalidad es transformar la energía eléctrica en magnetismo, generando así un campo magnético muy intenso, que provocará un movimiento mecánico [17].

Bobina

Es un arrollamiento de cable de cobre muy delgado con un gran número de espiras, que al aplicársele tensión genera un campo magnético. Éste a su vez produce un campo electromagnético, superior al par resistente de los muelles, que a modo de resortes, se separan la armadura del núcleo, de manera que estas dos partes pueden juntarse estrechamente. Cuando una bobina se alimenta con corriente alterna la intensidad absorbida por esta, denominada corriente de llamada, es relativamente elevada, debido a que en el circuito solo se tiene la resistencia del conductor [17].

Esta corriente elevada genera un campo magnético intenso, de manera que el núcleo puede atraer a la armadura y a la resistencia mecánica del resorte o muelle que los mantiene separados en estado de reposo. Una vez que el circuito magnético se cierra, al juntarse el núcleo con la armadura, aumenta la impedancia de la bobina, de tal manera que la corriente de llamada se reduce, obteniendo así una corriente de mantenimiento o de trabajo más baja.

Núcleo

Es una parte metálica, de material ferromagnético, generalmente en forma de E, que va fijo en la carcasa. Su función es concentrar y aumentar el flujo magnético que genera la bobina (colocada en la columna central del núcleo), para atraer con mayor eficiencia la armadura [17].

Espira de sombra

Forma parte del circuito magnético, situado en el núcleo de la bobina, y su misión es crear un flujo magnético auxiliar desfasado 120° con respecto al flujo principal, capaz de mantener la armadura atraída por el núcleo evitando así ruidos y vibraciones [17].

Armadura

Elemento móvil, cuya construcción es similar a la del núcleo, pero sin espiras de sombra. Su función es cerrar el circuito magnético una vez energizada la bobina, ya que debe estar separado del núcleo, por acción de un muelle. Este espacio de separación se denomina cota de llamada [17].

Las características del muelle permiten que, tanto el cierre como la apertura del circuito magnético, se realicen de forma muy rápida, alrededor de unos 10 milisegundos. Cuando el par resistente del muelle es mayor que el par electromagnético, el núcleo no logrará atraer a la armadura o lo hará con mucha dificultad. Por el contrario, si el par resistente del muelle es demasiado débil, la separación de la armadura no se producirá con la rapidez necesaria [17]. (Figura 50)

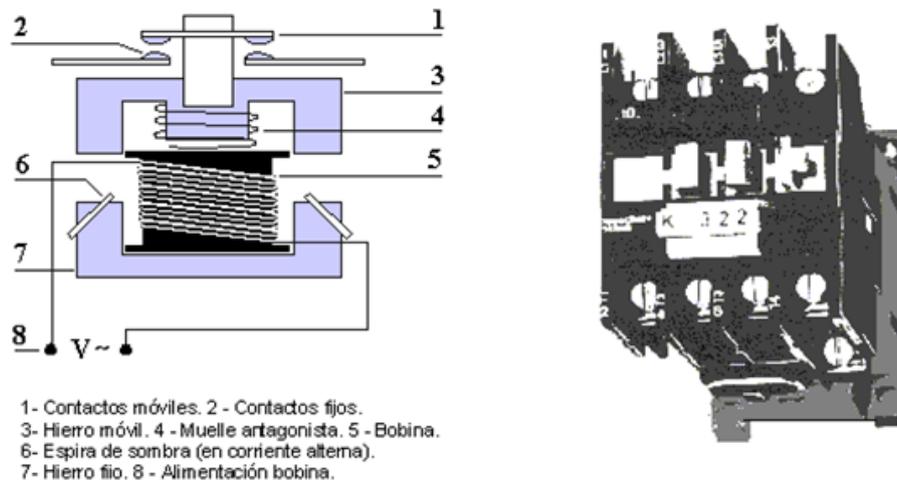


Figura 50. Estructura del contactor

2.5.2. INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO

Actúan por la acción de disparadores, o principalmente en el caso de los de media y alta tensión, a través de relés separados de la estructura principal del interruptor.

Se presentan en tipos monopolares (Figura 51) y multipolares, en el caso de estos últimos, posibilitan una protección adecuada, evitando la operación monofásica de motores trifásicos, como puede ocurrir con la quema de un único fusible. Pueden ser reconectados después de su operación sin necesidad de sustitución.

Los dispositivos de protección representan características de operación definidas por medio de una curva o zona tiempo-corriente [18].

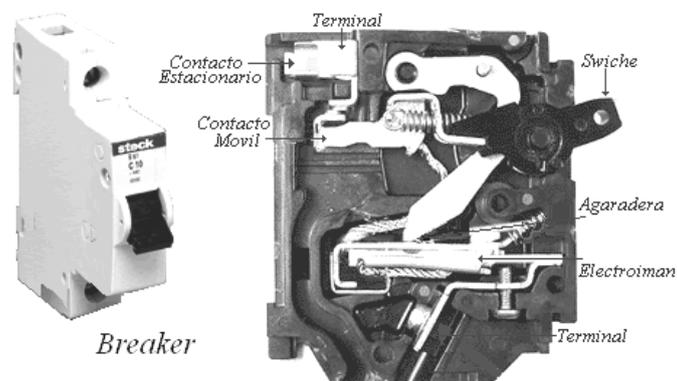


Figura 51. Estructura de breaker monopolar.

Se presenta una curva tiempo-corriente de un interruptor determinado (Figura 52). Conforme se puede observar, la sección "a" de la curva representa la zona de operación del relevador térmico (lámina bimetálica), definida por la relación tiempo-corriente con características inversa. En el tramo "n" representa la zona de operación del relevador electromagnético que actúa para valores de corriente nominal o de ajuste del interruptor.

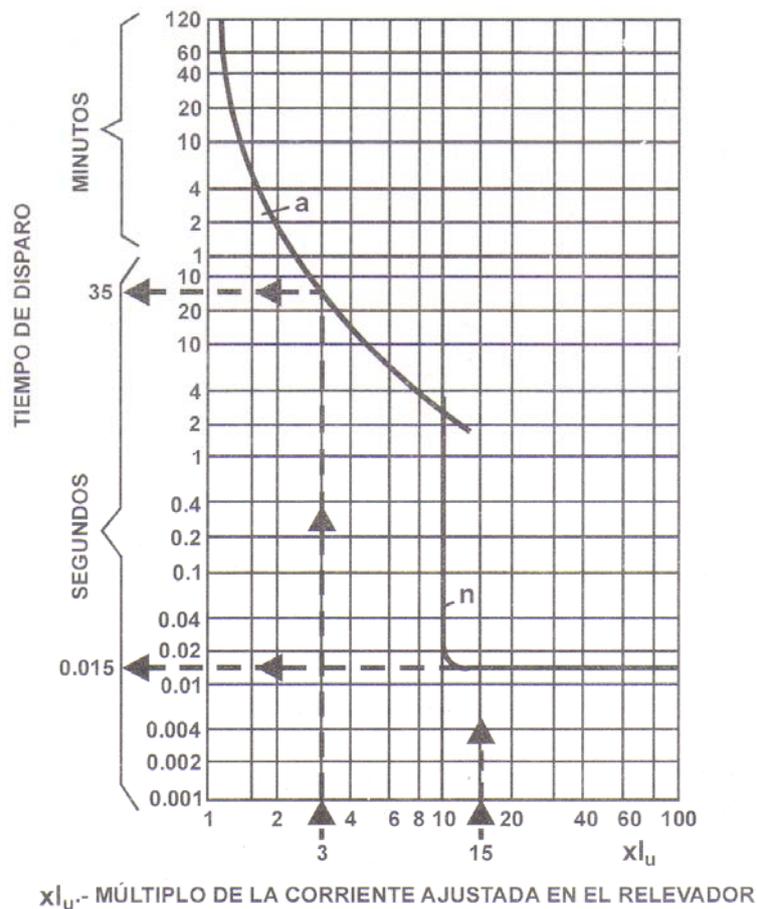


Figura 52. Curva de operación

A través de esta curva de utilización se puede determinar el tiempo y el dispositivo de actuación del interruptor para cualquier valor de corriente.

Por ejemplo, si se tiene un interruptor de corriente nominal o de ajuste de 200A entonces:

1. Si el interruptor es recorrido por una corriente $I_1 = 600 \text{ A}$, se tiene:
 $I_1/I_u = 600/200 = 3$ el tiempo de disparo = 35 seg
Transcurrido este tiempo el interruptor desconectará el circuito por acción del relevador térmico.
2. Ocurriendo un cortocircuito y siendo de 3KA el valor presumido para la corriente de cortocircuito en el punto de la instalación del interruptor, se tiene:
 $I_2/I_u = 3000/200 = 15$, tiempo de disparo = 0.015 seg
El interruptor desconectará el circuito casi instantáneamente por acción del relevador electromagnético [18].

2.6. DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN

Elementos destinados para indicar si el contactor está o no funcionando y por consiguiente si la carga está o no en funcionamiento [17]. Los más empleados son los pilotos luminosos (Figura 53) y las señalizaciones acústicas (Figura 54).



Figura 53. Piloto luminoso RAFIX 2 QR



Figura 54. Buzzer RAFIX 16

2.7. AUTÓMATAS PROGRAMABLES PLC

El Autómata Programable o Controlador Lógico Programable, en inglés Programmable Logic Controller (PLC), es un equipo electrónico diseñado para controlar, en tiempo real procesos secuenciales de cualquier tipo y volumen en la industria en general. Su manejo y programación puede ser realizada por personal eléctrico o electrónico sin conocimientos informáticos. Realiza funciones lógicas: series, paralelos, temporizaciones, contajes y otras más potentes como cálculos, regulaciones, etc. [19]

Se le puede definir como una caja negra en la que existen unos terminales de entrada a los que se conectarán pulsadores, finales de carrera, fotocélulas, detectores; unos terminales de salida a los que se conectarán bobinas de contadores, electroválvulas, lámparas; de tal forma que la actuación de estos últimos está en función de las señales de entrada que estén activadas en cada momento, según el programa almacenado. Aparato, máquina o herramienta son otros términos con los que también se le conoce.

Esto quiere decir que los elementos tradicionales como relés auxiliares, relés de enclavamiento, temporizadores, contadores, etc. Son internos. La tarea del usuario se reduce a realizar el programa, que no es más que la relación entre las señales de entrada que se tienen que cumplir para activar cada salida.

Las amplias ventajas de todo tipo que ofrece respecto a la lógica cableada lo convierte en el elemento imprescindible en el campo de la automatización industrial. Seguridad, fácil manejo, economía y tiempo son los factores fundamentales que han determinado su aceptación. [17]

2.7.1. ANTECEDENTES E HISTORIA

Debido a que ciertas etapas en los procesos de fabricación se realizan en ambientes nocivos para la salud, con gases tóxicos, ruidos, temperaturas extremadamente altas o bajas, en general condiciones no apropiadas para el manejo humano, esto aunado a consideraciones de productividad, llevó a pensar en dejar ciertas tareas tediosas, repetitivas y peligrosas a un ente al que no pudieran afectarle las condiciones ambientales.

Surgieron empresas dedicadas al desarrollo de los elementos que hicieran posible tal automatización; debido a que las máquinas eran diferentes y diferentes las maniobras a realizar, se hizo necesario crear unos elementos estándar que, mediante la combinación de los mismos, el usuario pudiera realizar la secuencia deseada para cada aplicación particular.

Relés, temporizadores, contadores, entre otros, fueron y son los elementos con que se cuenta para realizar el control de cualquier máquina. Debido a la constante mejora de la calidad en la producción, se fue incrementando el número de etapas en los procesos de fabricación controlados de forma automática.

Comenzaron a aparecer a aparecer los problemas, los armarios de maniobra donde se resguardaban los elementos, se hacían cada vez más grandes, la probabilidad de avería era enorme, su localización larga y complicada, el stock que el usuario se veía obligado a soportar era numeroso, y el costo elevado.

El desarrollo tecnológico que trajeron los semiconductores primero y los circuitos integrados después intentaron resolver el problema sustituyendo las funciones realizadas mediante relés por funciones realizadas con puertas lógicas. Con estos nuevos elementos se ganó fiabilidad y se redujo el problema del espacio, pero no el de la detección de averías ni el problema del mantenimiento de un stock.

Subsistía el problema de la falta de flexibilidad de los sistemas, debido a las constantes modificaciones que las industrias se veían obligadas a realizar en sus

instalaciones para la mejora de la productividad, los armarios de maniobra tenían que ser cambiados, generando pérdida de tiempo y aumento del costo que ello producía.

En 1968, Ford y General Motors impusieron a sus proveedores de automatismos unas especificaciones para la realización de un sistema de control electrónico par máquinas transfer. Este equipo debía ser fácilmente programable, sin recurrir a los computadores industriales ya en servicio en la industria [20].

A medio camino entre estos microcomputadores y la lógica cableada aparecen los primeros modelos autómatas, también llamados controladores lógicos programables (PLC's). Limitados originalmente a los tratamientos de lógica secuencial, los Autómatas se desarrollaron rápidamente, y actualmente extiende sus aplicaciones al áquinas.de sistemas de control de procesos y de máquinas.

2.7.2. PROCESADOR O UNIDAD CENTRAL

Equivalente a la CPU de un conmutador. Es un microprocesador que se usa para el tratamiento de la información o de las instrucciones que contiene el programa, relativos al funcionamiento de la aplicación deseada [17].

- **Memoria:** Capacidad que tiene el PLC para almacenar un determinado programa o una cantidad determinada de instrucciones.

RAM: Memoria principal o de trabajo, a la cual se puede acceder en forma rápida y eficiente.

EEPRON: Memoria de sólo lectura, que es programable y borrable eléctricamente. Es una zona de almacenamiento secundario del PLC a la memoria EEPRON y viceversa. [17]

- **Bits internos o marcadores:** Equivalentes a los contactores auxiliares. Memorizan los estados intermedios y se utilizan para y durante la ejecución de un programa. [17]

- **Bits sistema:** Controlan el correcto funcionamiento del PLC, así como el desarrollo y correcto funcionamiento del programa de aplicación. Algunos son controlados exclusivamente por el sistema, otros por el usuario y otros por ambos. [17]
- **Bits etapa:** Permiten indicar el estado de activación o desactivación de las diferentes etapas del graficet. [17]
- **Funciones o bloques de función:** En los PLC encontramos diversas funciones complementarias, que permiten realizar una serie de aplicaciones mucho más complejas que las realizadas con lógica cableada. En este libro encontraremos algunas de estas funciones: temporizadores, relojes-calendarios, contadores y descontadores, programadores cíclicos, contadores paso a paso y registros de desplazamiento. [17]

Es necesario tener presente que los PLC sólo pueden realizar funciones para las que fueron programadas, de tal manera que una aplicación es posible únicamente si los términos del problema están clara y exactamente definidos en el programa.

2.7.3. ESTRUCTURA FÍSICA Y ESQUEMA GENERAL DE CONEXIÓN

- **Entradas:** Normalmente éste es uno de los primeros factores que se toma en cuenta para poder elegir correctamente un PLC, pues nos permite conocer la capacidad que tiene en cuanto al número de señales externas que puede recibir. [17]
- **Salidas:** Elementos a través de los cuales se transmiten las órdenes de mando y de señalización, provenientes del tratamiento y la ejecución del programa, a los preaccionadores (normalmente a las bobinas de los contactores principales). [17]

Como sucede con las entradas, para elegir un PLC es necesario conocer el número de salidas que tiene, para saber el número de preaccionadores que se pueden controlar. Las salidas se pueden realizar a través de relevos, transistores o triacs.

Las corrientes que pueden circular por los elementos de salida son normalmente muy pequeñas (mA o a lo más 1 ó 2 A), por lo que es necesario observar muy bien las especificaciones que da el fabricante.

Si las salidas funcionan con una E de 208 V, una de las fases (S), debidamente protegida, se conecta al ó a los puntos comunes (C). La otra fase (R), también con su protección, se conecta a las salidas (A2) de las bobinas. Las entradas de las bobinas (A1) se van conectando a las salidas (, 1, 2, etc.) del PLC. [17]

Si las entradas funcionan con 24VCD: el negativo se conecta al común (C) del PLC y el positivo se conecta a las entradas de todos los elementos de mando, sensores, interruptores de posición, etc. Las salidas de estos elementos se van conectando a las entradas (, 1, 2, etc.) que tiene el PLC (Figura 55).

Cuando se conectan sensores hay que tener en cuenta si son tipo 2 ó 3 hilos: los de dos hilos prácticamente se conectan como si fueran pulsadores, en cambio los de tipo tres hilos tienen una conexión particular (Figura 55). [17]

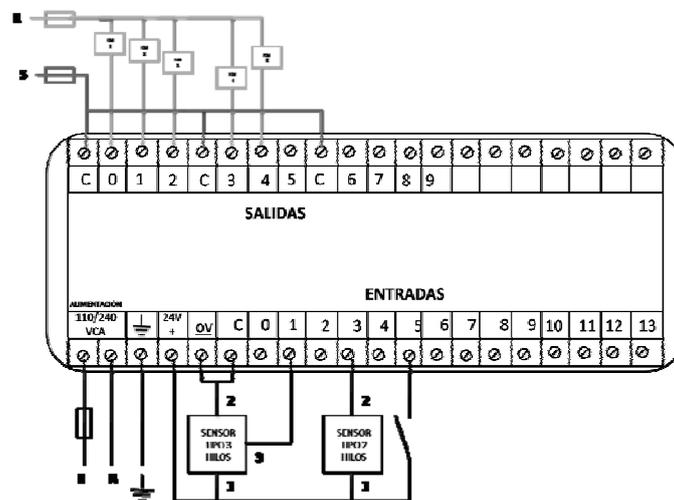


Figura 55. Esquema general de conexión del PLC

2.7.4. PROGRAMACIÓN

Programar es introducir una serie de instrucciones literales o gráficas para que el PLC las ejecute. Está conformado por unas funciones lógicas que tratan la información recibida en las entradas, para elaborar una nueva información en las salidas. Para programar se emplean las consolas de programación o programadores. Actualmente es mucho más práctico y ofrece más ventajas el uso del computador, siempre que se tenga el software y la interface requeridos. [17]

Existen diferentes lenguajes de programación empleados para programar un PLC. Los usados actualmente:

➤ **Por listas de instrucciones:**

Es un lenguaje de texto tipo booleano (Figura 56), cada reglón o label está compuesto por dirección, instrucción y operando:

DIRECCIÓN	INSTRUCCIÓN	OPERANDO
000	LD	%I0.1
001	OR	%Q0.1
002	ANDN	%I0.2
003	ST	%Q0.1

Figura 56. Programación por lista de instrucciones

Los esquemas a contactos y grafcet se pueden introducir en el PLC mediante el lenguaje por listas de instrucciones. [17]

➤ **LADDER, a contactos o escalera:**

Lenguaje booleano basado en circuitos gráficos, el esquema es muy similar al esquema horizontal: las líneas de alimentación se representan verticalmente y las líneas en las cuales se ubican los contactos y bobinas son horizontales (Figura 57).

Únicamente se emplean contactos NA (NO) y NC, debidamente identificados en la parte superior del símbolo.

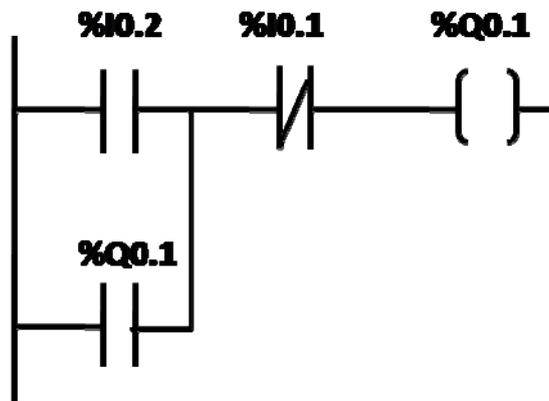


Figura 57. Programación LADDER

Todo circuito parcial debe concluir necesariamente en un operando (bobina) o bloque de función. Realizado el esquema de una aplicación, se concluye con un circuito que indica el fin de la misma (Figura 58). [17]



Figura 58. Circuito de fin de programación LADDER

➤ **Grafcet:**

El grafcet es un sistema gráfico muy funcional que facilita el diseño de automatismos, especialmente en los procesos secuenciales. El diseño se realiza en función de un proceso secuencial, descomponiéndolo en una serie de etapas sucesivas y asociadas entre sí mediante determinadas transiciones hasta formar un proceso cerrado y/o cíclico, de tal manera que la última etapa debe retornar siempre a la primera etapa o a una de las anteriores (Figura 59). [17]

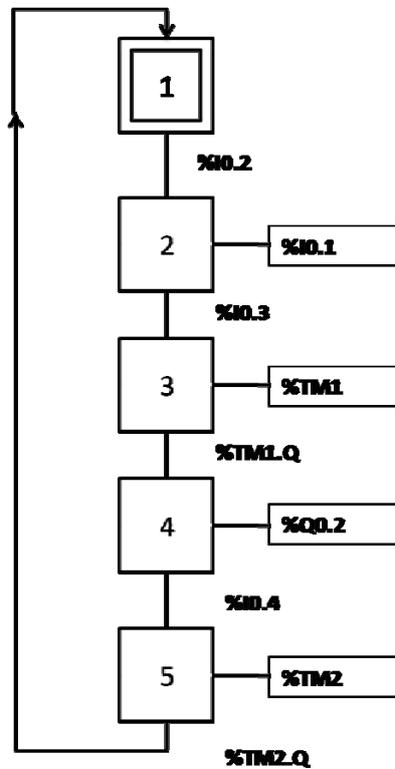


Figura 59. Programación GRAFCET

2.7.5. PLC CROUZET CUSTOM CON VISUALIZADOR XD10 CUSTOM REF 88974141

Características generales [21]

Está diseñado para recibir funciones específicas Custom.

Abierto a las extensiones analógicas “específicas” (Figura 61):

-XA04W: pH/ORP

-XA03:3 Pt100

Compatibles también con las extensiones “estándar” (XN, XR, XE, XA)

Protección contra inversiones de polaridad.

Alimentación: 24 V CD

Potencia máxima absorbida: con salida a relé 4 W

Display: LCD de 18 caracteres (caracteres blancos sobre fondo azul)

Entradas: 6 digitales (4 pueden ser analógicas)

Salidas: 4 relés de 8 A

Alimentación: 24 V DC

Temperatura de empleo: -20° a 55°C, y 40°C en armario no ventilado.

Montaje: En perfil DIN simétrico (Figura 62), 35 x 7.5mm y 35 x 15 mm, o panel (2 x Ø 4 mm)

Capacidad de conexión del borne a tornillo:

Hilo flexible con puntera:

1 Conductor: De 0,25 a 2,5 mm² (de AWG 24 a AWG 14)

2 conductores de 0,25 a 0,75 mm² (de AWG 24 a AWG 18)



Figura 60. PLC CROUZET XD10



Figura 61. Extensiones analógicas específicas.

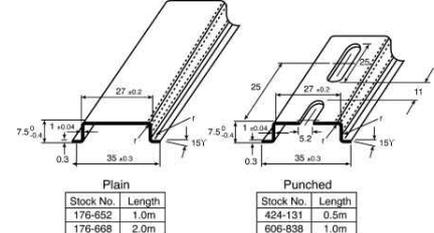


Figura 62. Perfil DIN simétrico.

Hilo semirrígido:

1 Conductor: De 0,2 a 2,5 mm² (de AWG 25 a AWG 14)

Hilo rígido:

1 Conductor: De 0,2 a 2,5 mm² (de AWG 25 a AWG 14)

2 conductores de 0,2 a 1,5 mm² (de AWG 25 a AWG 16)

Par de apriete: 0,5 N.m (4.5 lb-in) (apriete mediante destornillador de diámetro 3,5 mm)

Características generales software:

Método de programación: Ladder o bloques de funciones/ SFC (Grafcet (Figura 63))

Tamaño programa: Ladder: 120 líneas

Bloques de funciones: 700 bloques estándar

Memoria programa: Flash EEPROM

Memoria extraíble: EEPROM

Memoria datos: 368 bits/ 200 palabras.

Entradas analógicas o digitales

4 entradas de IB a IE

Rango de medida: (0 a 10 V) o (0 a alimentación V)

Tensión de entrada: 30 V CD máximo.

Precisión a 25° C: ± 5%

Longitud cable: 10 m máximo con cable blindado (sensor no aislado)

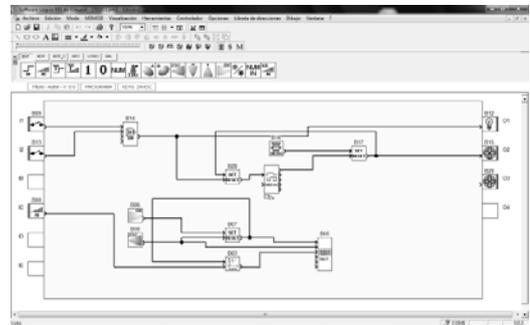


Figura 63. Modo de programación GRAFCET.

Dimensiones del equipo:

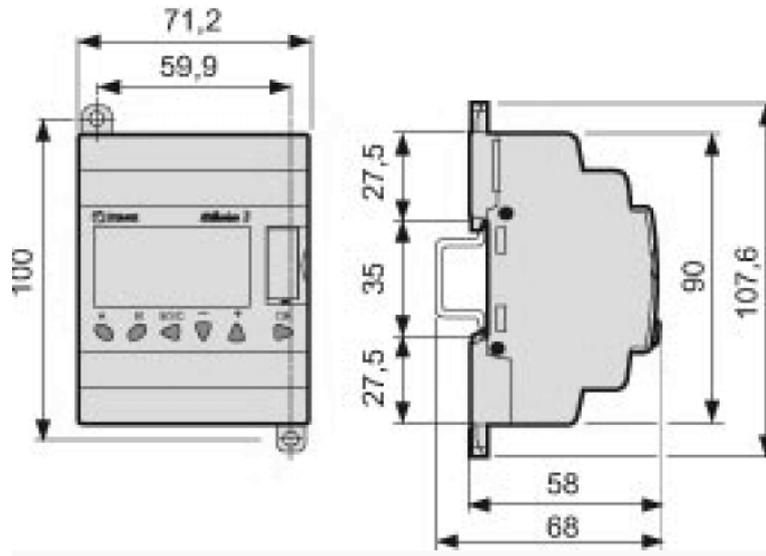


Figura 64. Dimensiones del equipo

CAPÍTULO III. PROGRAMACIÓN GRAFICET

3.1. SOFTWARE LÓGICO M3 DE CROUZET

El software del Millenium 3 emplea el lenguaje de programación Ladder o FBD/Grafcet, es capaz de leer y de convertir los programas realizados en el controlador lógico Millenium 2, además es multilingüe: Inglés, francés, italiano, alemán, español.

Para una programación rápida y sencilla, el software del Millenium 3 dispone de espacio para las funciones específicas como permutación de bombas, regulación de PID, movimiento, presión, nivel, caudal; También están disponibles las funciones básicas: Contaje, temporización, comparación, visualizador, etc.

El software de programación M3 SOFT dispone de un sistema de compilación que detecta el mínimo error desde el principio y lo indica en rojo.

Entre otras funciones destaca que puede:

- Elegir las Entradas/salidas físicas o internas y las funciones preprogramadas que correspondan a su aplicación.
- Comprobar en tiempo real el resultado de su programación por la opción de simulación.
- Transferir sus programas directamente en los controladores con el puerto USB a la PC o a distancia a través de las soluciones Módem.
- Visualizar el estado de su aplicación, en modo local o a distancia, gracias a las soluciones de comunicación.
- Hacer evolucionar su programa al nivel de las modificaciones de su instalación.

3.2. REQUISITOS MÍNIMOS DEL SISTEMA Y CONFIGURACIÓN RECOMENDADA

Para La instalación del software Millenium 3 se necesitan los siguientes requisitos mínimos en el sistema o que sean superiores:

Microsoft Windows XP

Procesador a 800 MHz o más veloz

256 MB de RAM

100 MB de espacio libre en el disco

Tarjeta video a 32 bit con resolución 1024x768

Y se sugiere la siguiente configuración:

Microsoft Windows XP

Procesador a 1,0 GHz o más veloz

512 MB de RAM

200 MB de espacio libre en el disco

Tarjeta video a 32 bit con resolución 1024x768

3.3. INSTALACIÓN DEL SOFTWARE MILLENIUM 3

1. Insertar el CD de Millennium III en la unidad CD-Rom.
2. La interfaz de instalación se activará automáticamente (Figura 65), en caso contrario ver los archivos en el CD y escoger con dos clic el archivo AutorunM3.exe.

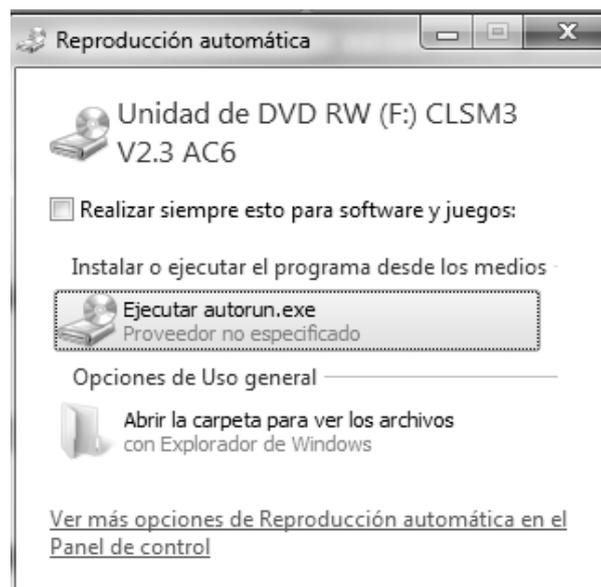


Figura 65. Autorun del Software

3. Elegimos el idioma con que se instalará (Figura 66).



Figura 66. Elección del idioma

4. Damos inicio a la instalación del programa (Figura 67).



Figura 67. Inicio de la instalación

5. Seguimos las instrucciones y esperamos a que se complete la instalación (Figura 68).

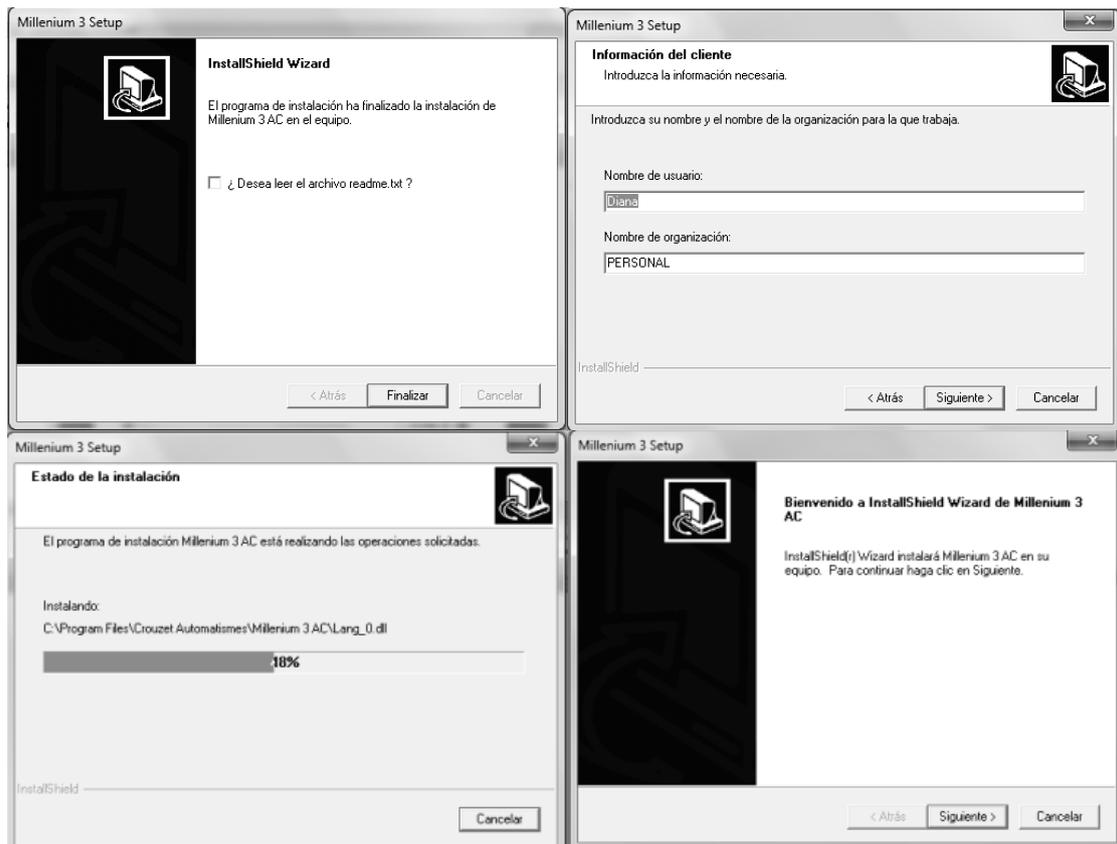


Figura 68. Proceso de instalación

3.4. INICIAR EL SOFTWARE

Accedemos al programa con el icono que se genero en el escritorio como el que se muestra en la Figura 69.



Figura 69. Icono del programa

A continuación se abrirá una ventana (Figura 70).

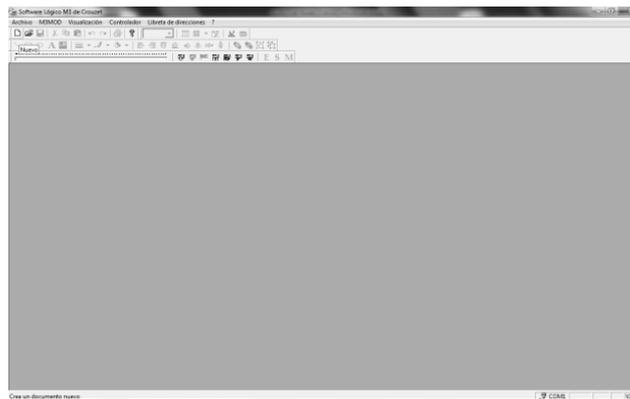


Figura 70. Ventana de trabajo

Para crear el programa accedemos al icono *nuevo* de la barra de herramientas o ingresamos a la barra del menú en la opción *archivo* y luego a *nuevo* (Figura 71).

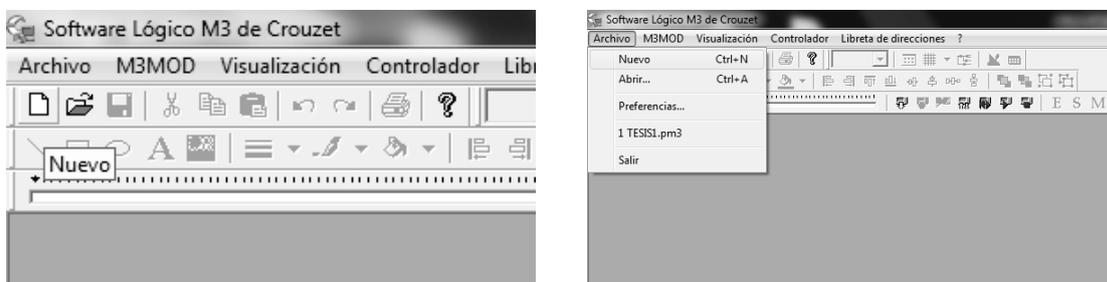


Figura 71. Generar nuevo archivo del programa

Una vez realizado esto, se generara la ventana como el de la Figura 72, en ella se selecciona el modelo del PLC que se programara, en este caso el XD10.

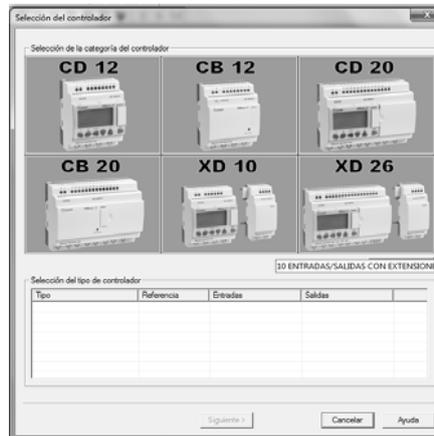


Figura 72. Elección del modelo de PLC en uso

En seguida seleccionamos la categoría del controlador de nuestro PLC (Figura 73), para ello se necesita el número de referencia del modelo, para el nuestro 88974141, Dicho numero lo podemos ubicar a un costado de éste (Figura 74).

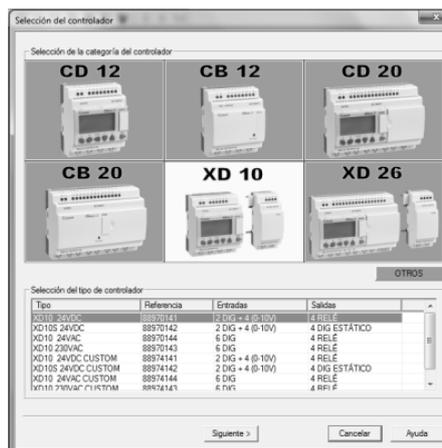


Figura 73. Elección de la categoría del controlador



Figura 74. Número de referencia de modelo

En caso de emplear extensiones, la ventana (Figura 75) que se nos presenta es para ello, para el modelo que empleamos son compatibles las extensiones analógicas “específicas”:

- XA04W: pH/ORP
- XA03:3 Pt100

Y con las extensiones “estándar”:

- XN, XR, XE, XA

En esta ocasión no se requieren.

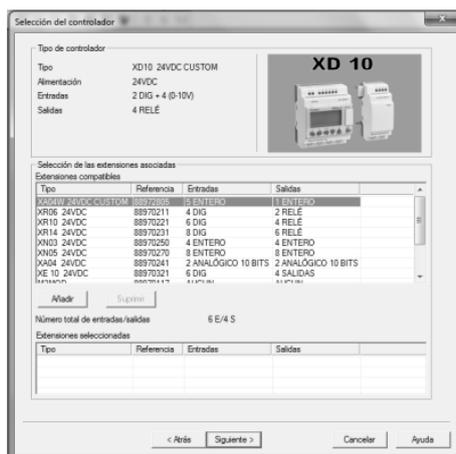


Figura 75. Elección de extensiones

Seleccionamos el lenguaje de programación con el cual se trabajara (Figura 76), en este caso emplearemos el GRAFCET.

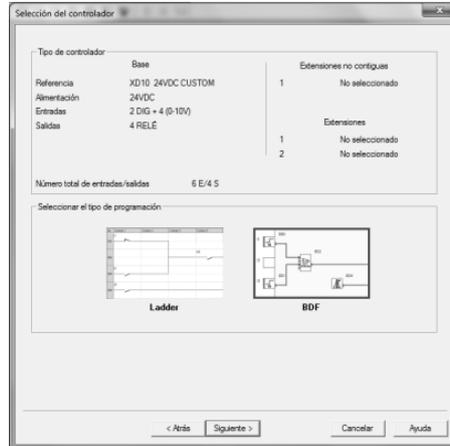


Figura 76. Selección del lenguaje de programación

Finalmente se abre la ventana de trabajo para la programación (Figura 77).

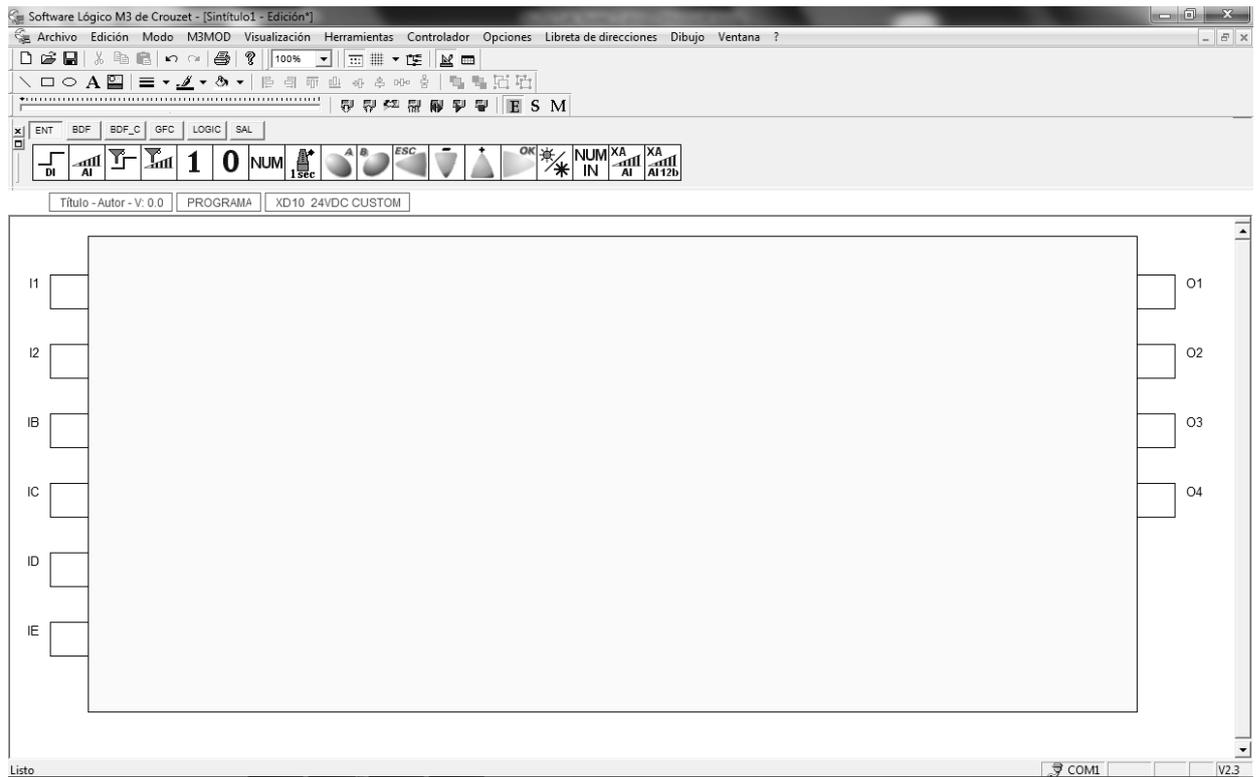


Figura 77. Ventana de trabajo

Para programar seleccionamos el bloque Grafcet que se desee usar y se arrastra, hasta ubicarla en el lugar que le corresponde de la ventana de trabajo (Figura 78).

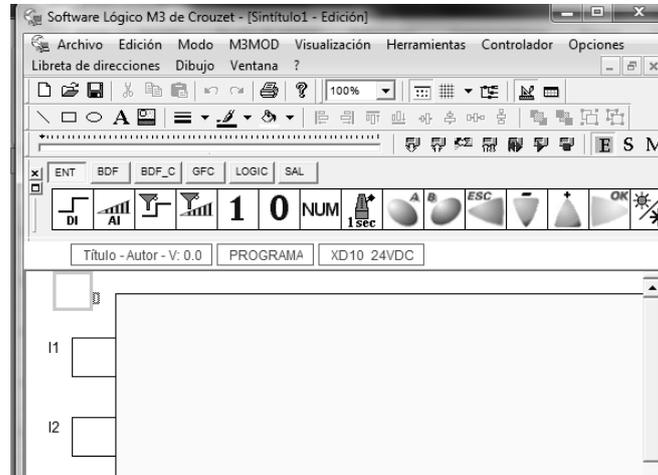


Figura 78. Inserción de bloque de programación

3.5. INSTALACIÓN DE DRIVERS PARA EL PUERTO USB

Es indispensable haber instalado el Software Millenium 3 antes de tratar de instalar el driver para usar el cable USB con número de código 88970109. Conectamos el cable USB a la PC, nos aparecerá el asistente de configuración, seleccionaremos que no deseamos conectarnos a Windows Update (Figura 79).



Figura 79. Inicio de asistente configuración

A continuación instalaremos el driver desde una ubicación específica (Figura 80).



Figura 80. Selección de modo de instalación del driver

Escogemos la unidad C y examinamos (Figura 81), aparecerá otra ventana a continuación entonces seguiremos el destino hasta encontrar la carpeta Driver USB (Figura 82).

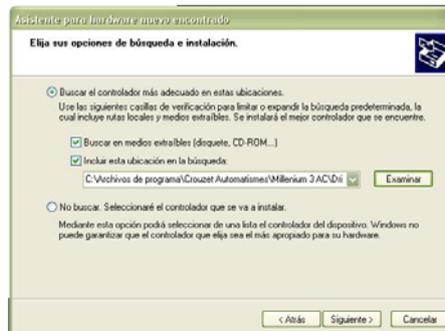


Figura 81. Ubicación de origen del driver



Figura 82. Selección de carpeta que contiene controladores

Seleccionamos el controlador para el USB y finalizamos la instalación (Figura 83).



Figura 83. Final del proceso de instalación del controlador

3.6. CONFIGURACIÓN DE COM USB PARA COMPILACIÓN DE PROGRAMA

Accedemos a la barra de menú, seleccionamos controlador, conexión y configurar (Figura. 84).

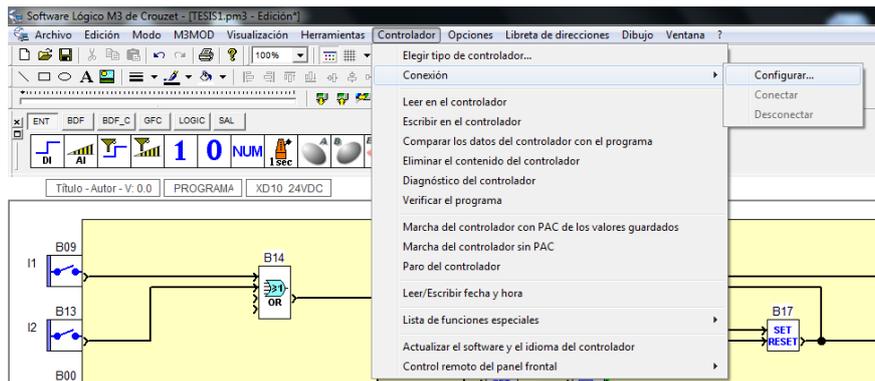


Figura 84. Acceso a barra de menú

A parecerá una ventana para configurar conexión (Figura 85), elegimos *Puerto Com* y a continuación *Com USB*.

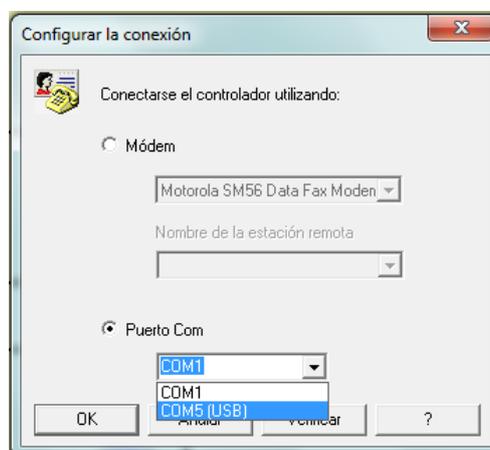


Figura 85. Elección de puerto USB

3.7. FUNCIONES DE BLOQUES EMPLEADOS EN LA PROGRAMACIÓN

En el software se emplean bloques de funciones, los cuales se encuentran en una barra del mismo nombre clasificados en: ENT (Funciones de entradas), BDF (Funciones preprogramadas), BDF_C (Funciones preprogramadas específicas), GFC (Funciones para automatismos secuenciales), LOGIC (Funciones lógicas) y SAL (Funciones de salidas).

Los programas se elaboran en la ventana de edición, ésta se distribuye en las siguientes partes (Figura. 86):

1. Barra de funciones.
2. Hoja de cableado: Introducimos las funciones del programa.
3. Sección de entradas: Parte izquierda de la hoja de cableado.
4. Sección de salidas: Parte derecha de la hoja de cableado.
5. Bloque de función.
6. Número de bloque de función.
7. Conexión entre dos bloques de función.

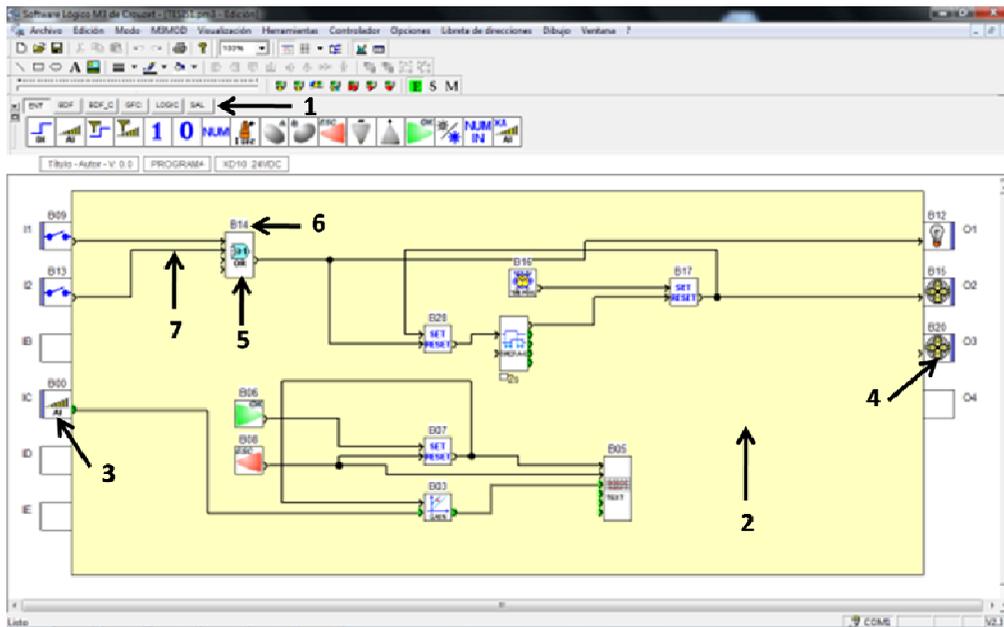


Figura 86. Ventana de programación.

La cantidad de entradas y salidas, así como su naturaleza son específicas del tipo de controlador y de extensión empleados.

Para programar seleccionamos alguno de los bloques de función, lo deslizamos sobre el plan de trabajo y conectamos los bloques con cables (Figura 87), dependiendo del bloque que empleemos definimos los parámetros, el siguiente apartado se enfocará a especificar los correspondientes a los bloques empleados para la programación de nuestra automatización.

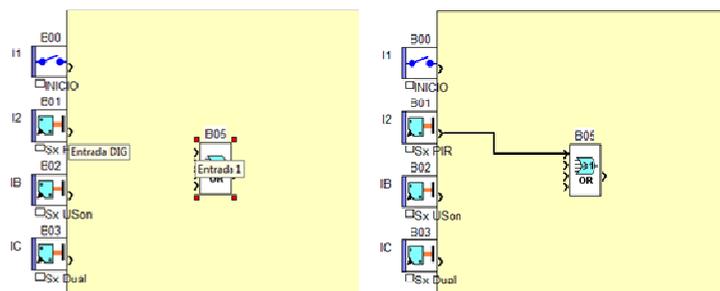


Figura 87. Conexión de detector de presencia a compuerta OR

3.7.1. BLOQUES DE ENTRADA

Hay diferentes tipos de entradas (Figura. 88)



Figura 88. Bloques de entradas.

La *entrada tipo digital* (DIG) está disponible en todos los tipos de controladores en todas las entradas del controlador (Figura 89).



Figura 89. Entrada digital (Digital Input) bloque estándar. a) Inactivo. b) Activo

Se puede cambiar la imagen de visualización accediendo al bloque, entonces aparecerá una ventana que nos permite esa opción (Figura 90), elegimos la que resulte para el propósito, para el nuestro de detector de presencia (Figura 91), además se puede agregar un comentario, en esta ocasión indica la función que le asignamos al bloque.

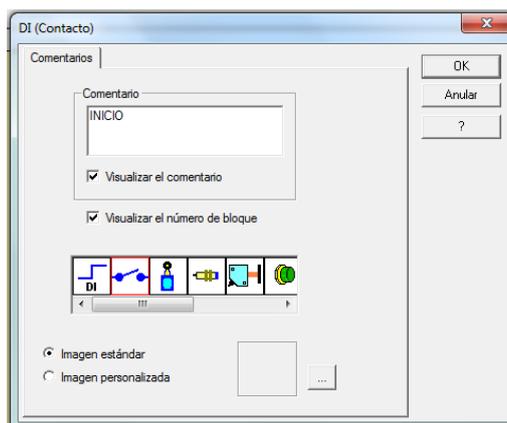


Figura 90. Cambio de visualización de bloque entrada digital

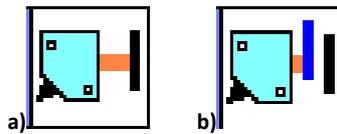


Figura 91. Visualizaciones de entradas digitales detector de presencia. a) Inactivo. b) Activo.

La *entrada de tipo analógico* se encuentra disponible en los tipos de controladores alimentados con una tensión continua, se puede acceder a ella desde la ventana ENT (Figura 92). La tensión de ésta entrada se convierte en un valor numérico entero mediante un convertidor analógico/ digital de 10 bits. El valor entero de salida está comprendido entre 0 y 1.023; su disposición puede estar solamente entre las entradas de IB a IG (Figura 93).

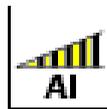


Figura 92. Entrada analógica predeterminada.

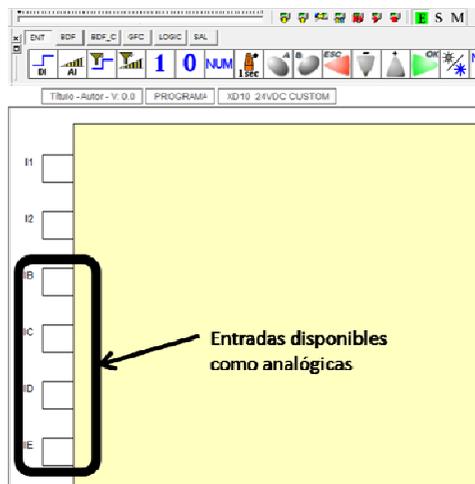


Figura 93. Entradas disponibles como analógicas en el controlador.

El parámetro de este tipo de entrada por defecto varía entre 0 y 10 VCC, se puede configurar accediendo al bloque, en la ventana Parámetro (Figura 94), seleccionando potenciómetro si la entrada se encuentra conectada a un dispositivo potenciómetro que recibe alimentación entre 0 y la tensión de alimentación del controlador.

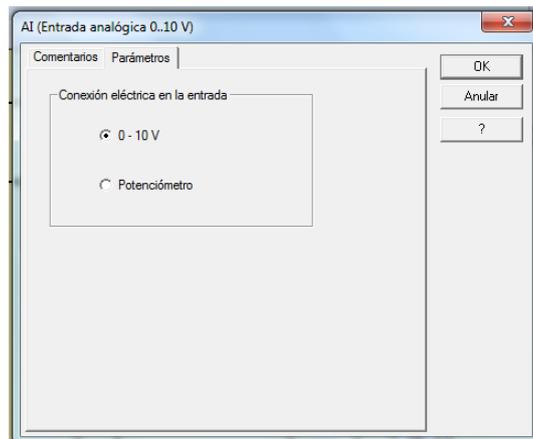


Figura 94. Ajuste de parámetro a entrada analógica.

Se puede cambiar la imagen de visualización accediendo a la otra pestaña de la ventana en que se ajustaron parámetros, entonces aparecerá la visualizaciones disponibles (Figura 95), elegimos la que resulte para el propósito, para el nuestro de temperatura que representa el termostato (Figura 96), se puede agregar un comentario indicando la función del bloque.

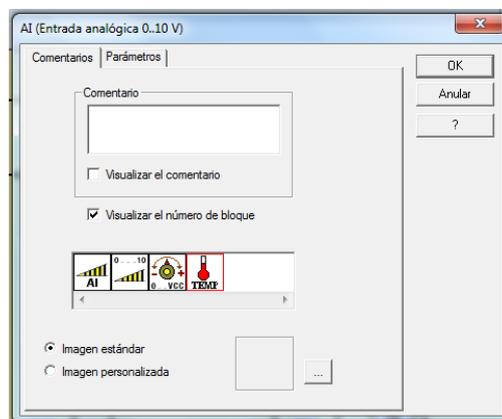


Figura 95. Cambio de visualización de bloque entrada analógica.

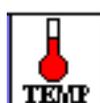


Figura 96. Entrada analógica visualización temperatura.

3.7.2. BLOQUES DE ENTRADA ESPECIALES DEL LENGUAJE BDF

En BDF se encuentran disponibles varias entradas especiales:

- Botón.
- Constantes DIG
- Constantes numéricas.
- Horario de verano.
- Parpadeando 1 segundo.

Se puede acceder a estas entradas desde la ventana ENT. En la programación empleamos las *entradas tipo botón* y las *constantes numéricas*.

Las *entradas tipo botón* (Figura 97) corresponden a las teclas del panel frontal del controlador. Estas pueden insertarse en un esquema BDF y pueden simular contactos en los modos de simulación y motorización.

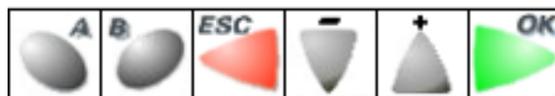


Figura 97. Entradas tipo botón.

La *entrada tipo constante numérica* (Figura 98) es un número entero cuyo valor está comprendido entre -32.768 y 32.767. Estas constantes pueden utilizarse para fijar valores en entradas desconectadas de las funciones:

- GAIN.
- COMP IN ZONE.
- TRIGGER.



Figura 98. Bloque función constante numérica (NUM)

El valor de la constante se modifica en la ventana parámetros en cualquiera de los modos de edición, simulación o monitorización (Figura 99).

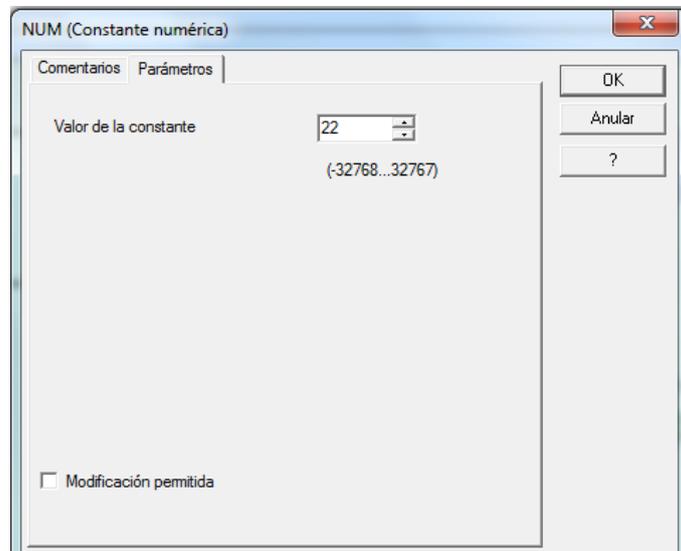


Figura 99. Ventana parámetros función constante numérica.

3.7.3. BLOQUES DE SALIDA

Los controladores cuentan con dos tipos de salidas DIG:

- Estáticas: Para controladores alimentados con tensión continua.
- Relé: Para controladores alimentados con tensión alternativa o continua.

Se tiene acceso a la función de salida DIG desde la ventana OUT (Figura 100).



Figura 100. Salida digital (Digital Output) bloque estándar. a) Inactivo. b) Activo.

Para cambiar la imagen de visualización se accede al bloque, entonces aparecerá una ventana que nos permite esa opción (Figura 101), elegimos la que resulte para el propósito, para el programa actual seleccionamos el correspondiente a lámpara que representara nuestro alumbrado, y el de calefacción que lo hara por el sistema de AA (Figura 100), se agrega un comentario indicando la función que le asignamos al bloque.

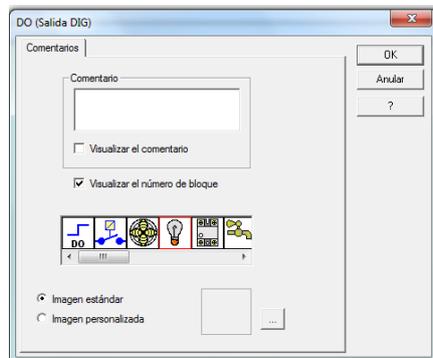


Figura 101. Cambio de visualización de bloque salida

Tipo	Inactivo	Activo
Lámpara		
Calefacción		

Figura 102. Visualizaciones de salidas digitales empleadas.

3.7.4. FUNCIONES ESTÁNDAR (BDF)

Las funciones estándar son todas las funciones genéricas, están disponibles: recuento, temporización, comparación, visualizador, seno/coseno, etc.

3.7.4.1. TEMPORIZADORES (TIMMERS)

Accedemos al bloque desde la barra de funciones BDF (Figura 103).



Figura 103. Bloque de función TIMERS.

Este bloque nos permite acceder a los siguientes tipos de temporizadores (Figura 104):

- Temporizador A/C
- Temporizador BW
- Temporizador LI
- Temporizador B/H
- Totalizador

Al seleccionar el tipo de temporizador, si es necesario se activa la casilla *Consigna externa*, con ello los tiempos de marcha o de parada pertenecerán a las entradas de tipo entero del bloque del temporizador, en lugar de a los parámetros internos configurables (esta opción no funciona para el tipo BW).

Los empleados en la programación son el A/C y el B/H, por lo tanto se ahonda solo en ellos.

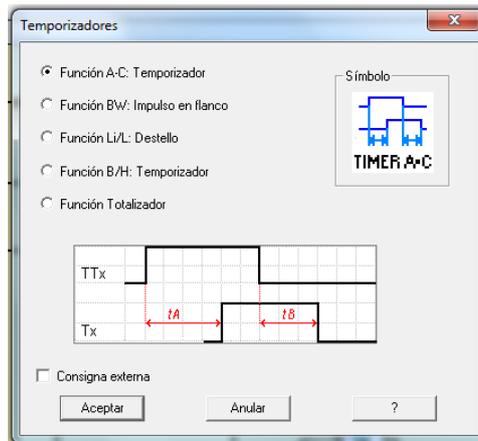


Figura 104. Selección del tipo de temporizador.

El temporizador A/C permite retardar o prolongar las acciones durante un periodo determinado:

- Función A: Retardo en la conexión o temporización de trabajo.
- Función C: Retardo en la desconexión o temporización de reposo.
- Función A/C: Combinación de las dos funciones A y C.

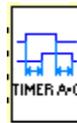


Figura 105. Bloque de temporizador tipo A/C

El temporizador B/H permite crear en el flanco ascendente de la entrada un impulso en la salida:

- Función B: Independientemente de la duración del impulso de comando, la salida permanece activa durante el tiempo configurado.
- Función H: La salida permanece activa transcurrido un tiempo establecido o en el flanco descendente del comando.



Figura 106. Bloque de temporizador tipo B/H

Entradas y salidas de los temporizadores

ENTRADAS	Temporizado A/C	Temporizador B/H
Comando.	X	X
Puesta a cero.	X	X
Valor de consigna de retardo de marcha.	<u>X</u>	
Valor de consigna de retardo de paro.	<u>X</u>	
Valor de consigna de marcha.		<u>X</u>

Tabla 1. Entradas de los temporizadores.

X: Entrada siempre disponible

X: Entrada disponible solo si la casilla Consigna externa se activo

SALIDAS	Temporizador A/C	Temporizador B/H
Salida.	X	X
Valor de consigna de retardo de marcha.	<u>X</u>	
Valor actual de retardo de marcha.	X	
Valor de consigna de retardo de paro.	<u>X</u>	
Valor actual de retardo de paro.	X	
Valor de consigna de marcha.		<u>X</u>
Valor actual de marcha		X

Tabla 2. Salidas de temporizadores.

X: Salida siempre disponible

X: Salida disponible solo si la casilla Consigna externa se activo

Parámetros

Para el temporizador A/C, al acceder a la ventana de parámetros (Figura 107) nos permite:

- Elegir la unidad de tiempo de los retardos, mismos que se pueden indicar en segundos, décimas de segundo o mediante un número de ciclos.
- Determinar el valor de *retardo marcha* para la función A, sólo si la casilla *consigna exterior* no se activó durante la selección del tipo de temporizador.
- Determinar el valor de *retardo paro* para la función C, sólo si la casilla *consigna exterior* no se activó durante la selección del tipo de temporizador.
- Activar si se requiere la opción *Copia de seguridad en caso de corte de red*, el cual reinicia el temporizador en donde se detuvo tras un corte de red.

La combinación de los retardos *marcha* y *paro* son los que permiten la función A/C.

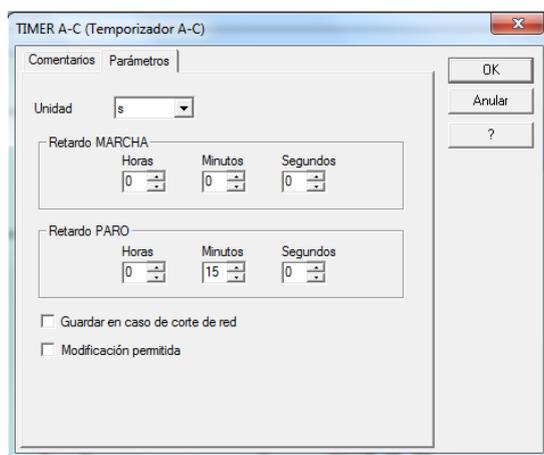


Figura 107. Parámetros temporizador A/C (Sin consigna externa)

En el temporizador B/H la ventana de parámetros permite (Figura 108):

- Elegir la unidad del tiempo de marcha, en segundos, décimas de segundo o mediante números de ciclos.

- Determinar el valor de tiempo de marcha si se activó la casilla consigna exterior.
- Elegir el tipo de funcionamiento para el temporizador; B si se desea que la salida permanezca activa independientemente de la duración del impulso de comando o la función H para que la salida pase al estado inactivo en el flanco descendiente del comando.
- Activar la copia de seguridad, que en caso de corte de red el temporizador se reinicia en donde se había detenido después de un corte de red.

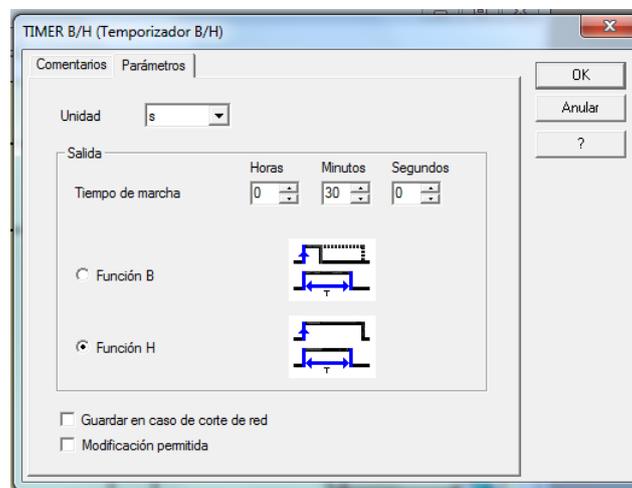


Figura 108. Parámetros temporizador B/H (Sin consigna externa)

3.7.4.2. PROGRAMADOR HORARIO

Se accede a la función TIME-PROG desde la barra de funciones BDF (Figura 109), esta función permite determinar ciclos horarios durante los que será posible ejecutar funciones.



Figura 109. Bloque de TIME-PROG

Este bloque solo tiene salida, la cual es la validación del programador y se activa cuando alcanza uno de los ciclos definidos en los parámetros.

Parámetros

Al acceder al bloque para determinar los parámetros se puede definir (Figura 110):

- El tipo de acción marcha o paro.
- La hora en la que entra en vigor.
- El modo de activación con cuatro opciones disponibles:
 - Periódico:* Activación de un evento determinadas semanas al mes o determinados días a la semana.
 - Fecha:* Se activa el evento en una fecha específica (Día, mes y año a especificar).
 - Anual:* Se activa el evento una vez al año (Día y mes a configurar).
 - Mensual:* Activación del evento una vez al mes (Solo se especifica día).

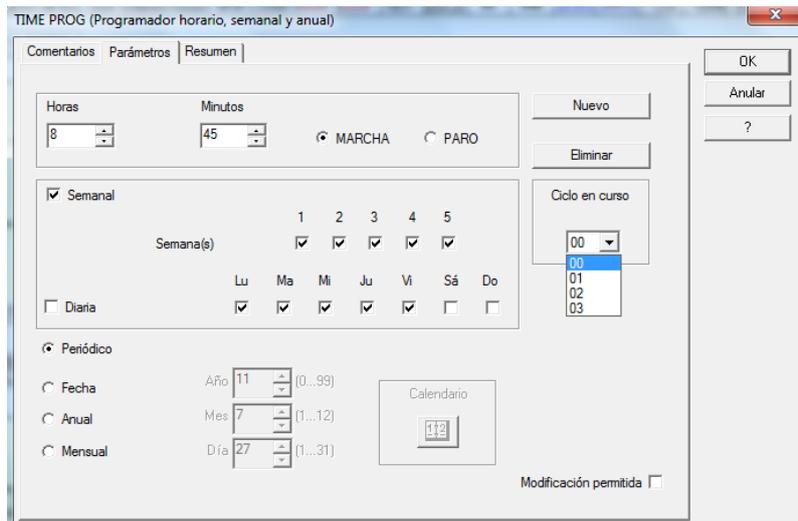


Figura 110. Parámetros modo periódico para bloque TIME PROG

Creación de un ciclo

- Se crea un ciclo pulsando el botón *Nuevo* de la ficha *Parámetros*, en la casilla *Ciclo en curso* aparece un nuevo número.
- Configurar la hora en el que el evento entra en vigor.
- Seleccionar el tipo de acción (Marcha o paro).
- Configurar el modo de activación (Por defecto vienen activados todos los días).
- Validar con el botón aceptar.

Modificación de un ciclo

- Se selecciona el ciclo a modificar en el menú desplegable *Ciclo en curso* de la ficha *Parámetros*.
- Se modifican los parámetros deseados.
- Validar con el botón aceptar.

Eliminación de un ciclo

- Se selecciona el ciclo a eliminar en el menú desplegable *Ciclo en curso* de la ficha *Parámetros*.
- Borrar el ciclo con la opción *Eliminar* (el evento desaparece de la lista desplegable).
- Validar con el botón aceptar.

Resumen de la configuración

Al acceder a la ficha *Resumen* se puede examinar la lista de los ciclos configurados (Figura 111).

El botón *Eliminar* permite suprimir el evento seleccionado haciendo clic con el ratón en la lista de esta ficha.

El botón *Número* asigna un número nuevo (sin utilizar) al evento escogido clic con el ratón en la lista de esta ficha.

También se puede modificar los parámetros de los ciclos a través de esta ficha, haciendo doble clic en la línea deseada y la ventana de parametrización se abre en el evento seleccionado.

Número	Ira	Horario	Día(s)	Semana(s)
00	ON	08:45	LUN, MAR, MIÉ, JUE,	1, 2, 3, 4, 5
01	OFF	14:00	LUN, MAR, MIÉ, JUE,	1, 2, 3, 4, 5
02	ON	15:45	LUN, MAR, MIÉ, JUE,	1, 2, 3, 4, 5
03	OFF	21:00	LUN, MAR, MIÉ, JUE,	1, 2, 3, 4, 5

Figura 111. Resumen de la configuración.

3.7.4.3. GANANCIA

Accedemos a la función de ganancia (Figura 112) desde la barra de funciones BDF. Ésta nos permite convertir valores analógicos por cambio de escala y offset.



Figura 112. Bloque función ganancia (Gain)

La fórmula de cálculo de la ganancia:

$$\text{SALIDA DE CÁLCULO} = A/B * \text{ENTRADA DE CÁLCULO} + C$$

El numerador de ganancia A corresponde al rango de la sonda de temperatura:

Ejemplo si es de -10°C a 40°C entonces $A=50^{\circ}\text{C}$

El denominador de ganancia B, corresponde a la resolución; al dividir A entre B se determina la escala de medida (A/B).

El offset corresponde al valor mínimo para el sensor de temperatura, en los límites se ingresan los valores de temperatura máxima y mínima del mismo.

Entradas y salidas

Cuenta con dos entradas:

- Validación función: Entrada de comando de la función ganancia, que es de tipo DIG. El estado de esta entrada determina el funcionamiento del bloque, ya que si está inactiva, la SALIDA CÁLCULO conservara el último valor calculado.
- Entrada CÁLCULO: Recibe el valor de la entrada analógica conectada a la función de ganancia. Entero comprendido entre -32.768 y 32.767.

La SALIDA CÁLCULO es el valor de salida de la función de ganancia, este valor depende del estado de la entrada de VALIDACIÓN FUNCIÓN.

Si la entrada de VALIDACIÓN FUNCIÓN está:

- Inactiva, la SALIDA CÁLCULO conservará el último valor calculado.
- Activa, la SALIDA CÁLCULO es igual al resultado del forma de cálculo de la ganancia.

Parámetros

Al acceder a la ventana de parámetros se puede ajustar (Figura 113):

- A/B que corresponde a la ganancia aplicada por la función con:
 - A: Numerador (de -32.768 a 32.767).
 - B: Denominador (de -32.768 a -1 y de 1 a 32.767)
- C que es el offset aplicado por la función, es un entero comprendido entre -32.768 y 32.767.

Se puede definir un rango de funcionamiento estableciendo límites para la salida de la función:

- Límite inferior: enteros comprendidos entre -32.768 y 32.767.
- Límite superior: enteros comprendidos entre -32.768 y 32.767.

Figura 113. Parámetros para la función ganancia (Gain).

3.7.4.4. ACTIVACIÓN TRIGGER DE SHMITT

Accedemos a la función desde la barra de funciones BDF (Figura 114). Ésta nos permite supervisar un valor analógico con relación a dos umbrales.

La salida cambia de estado si:

- El valor de entrada es inferior al valor mínimo.
- El valor de entrada es superior al valor máximo.



Figura 114. Bloque función Trigger

Si la entrada está entre los dos valores, el estado de salida no cambia.

Cada una de las consignas de Marcha a Paro y Paro a Marcha pueden ser tanto el valor mínimo como el máximo. Esto implica un funcionamiento inverso de la función.

Si la entrada de validación está en estado inactivo, la salida permanecerá inactiva. La salida no cambia de estado si la entrada de validación pasa de estado Activo a Inactivo.

Entradas y salidas

La función cuenta con cuatro entradas:

- Valor para comparar de tipo entero.
- Consigna de marcha a paro de tipo entero.
- Consigna de paro a marcha de tipo entero.
- Validación de función de tipo G.

Y proporciona una salida de tipo DIG.

3.7.4.5. TEXTO

Se accede a la función Texto desde la barra de funciones BDF (Figura 115). Ésta permite mostrar textos o valores numéricos en la pantalla LCD en lugar de en la pantalla de ENTRADAS-SALIDAS.



Figura 115. Acceso a la función TEXTO.

Entradas

- Dispone de dos entradas DIG:
- SET: La activación de la entrada Set provoca la visualización.
- RESET: La activación de la entrada la visualización. Reset tiene prioridad sobre Set.

La función de TEXTO también dispone de cuatro entradas analógicas de 10 bits, que son valores que se pueden visualizar.

- Valor 1
- Valor 2
- Valor 3
- Valor 4

Visualización de una cadena de caracteres

El posicionamiento del cursor de inicio de la cadena que se va a visualizar en la ventana se realiza de la siguiente forma:

- Se sitúa el cursor al principio del texto.
- Introducir el texto que se desea visualizar.
- Validar con el botón aceptar.

Se debe tomar en cuenta que la cadena de caracteres se limita a cuatro líneas, si se continúa introduciendo caracteres adicionales, cada uno se sobrescribe en el contenido de la última casilla.

Visualización de un valor numérico

Se selecciona el valor que se visualizará sobre la zona de edición. Esta ventana tiene los siguientes elementos (Figura 116).

- Fecha: Valor actual de la fecha interna del dispositivo en el que se ejecuta el programa.
- Hora: Valor actual de la hora interna.
- Calibración: Valor de la desviación del reloj interno del controlador.
- Lista de los valores que se pueden visualizar de las entradas analógicas de la función.

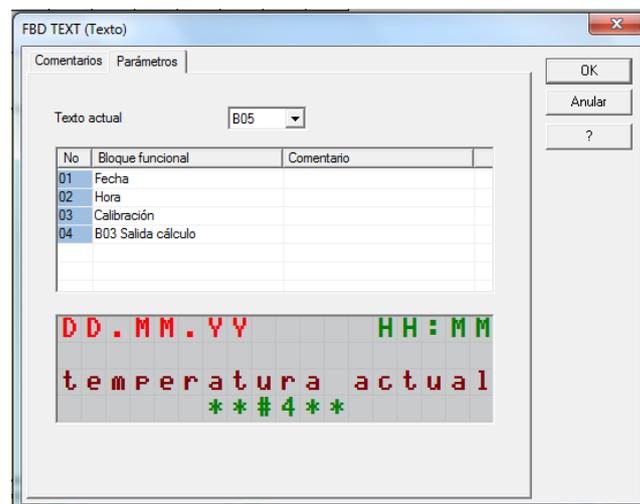


Figura 116. Parámetros función TEXTO.

3.7.4.6. SET RESET

Se puede acceder al bloque de la función desde la barra de funciones BDF (Figura 117).



Figura 117. Bloque de función SET y RESET.

Su funcionamiento consiste en la activación de la salida al activar la entrada SET y permanece así aunque ésta se desactive posteriormente. La salida se desactiva con la activación de la entrada RESET.

Las entradas desconectadas se encuentran en estado inactivo y en caso de activar ambas, el estado de la salida dependerá de la configuración de la función. Si la opción SET está configurada como prioritaria la salida se activará, en caso de priorizar RESET la salida se desactivará, esta configuración la podemos realizar accediendo al bloque (Figura 118).

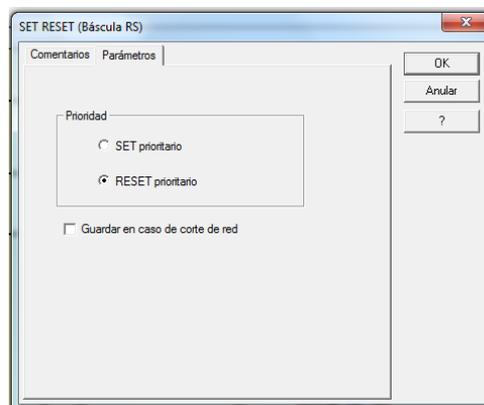


Figura 118. Configuración bloque SET y RESET.

3.7.5. FUNCIONES PREPROGRAMADAS ESPECÍFICAS (BDF_C)

Además de los bloques de funciones básicas, una biblioteca de funciones específicas adaptadas a necesidades y funciones particulares. Las utilizadas para los fines de este caso son:

- Y lógica con dos entradas (Figura 119). Si ambas entradas están activas, la salida está activa. Si al menos una entrada está inactiva, la salida se encontrará inactiva.



Figura 119. Bloque función Y lógica con dos entradas

- O lógica con dos entradas (Figura 120). Si al menos una entrada está activa, la salida está activa. Si todas las entradas están inactivas o desconectadas, la salida estará inactiva.



Figura 120. Bloque función O lógica con dos entradas

3.7.6. FUNCIONES LÓGICAS

En el lenguaje BDF, se puede utilizar bloques de funciones lógicas en los esquemas. Las funciones disponibles son:

- Función Y: Cuatro entradas tipo digital. Si todas las entradas están activas o desconectadas, la salida está activa. Si al menos una entrada está inactiva, la salida se encontrará inactiva (Figura 121.a).
- Función OR: Cuatro entradas tipo digital. Si al menos una entrada está activa, la salida está activa. Si todas las entradas están inactivas o desconectadas, la salida estará inactiva (Figura 121.b).

- Función NO Y: Cuatro entradas tipo digital. Si al menos una entrada está activa, la salida está activa. Si todas las entradas están activas o desconectadas, la salida está inactiva (Figura 121.c).
- Función NO OR: Cuatro entradas digitales. Si todas las entradas están inactivas o desconectadas, la salida está activa, si al menos una entrada está activa, la salida se encontrará inactiva (Figura 121.d).
- Función OR exclusivo: Dos entradas digitales. Si una entrada está inactiva y la otra está activa o desconectada, la salida está activa. Si las dos entradas están activas, inactivas o desconectadas, la salida está inactiva (Figura 121.e).
- Función NO: Una entrada digital. Si la entrada está inactiva o desconectada, la salida estará activa. Si la entrada está activa, la salida está inactiva (Figura 121.f).

Accedemos a ellas en la sección de los bloques LOGIC y arrastramos el bloque al área de trabajo.

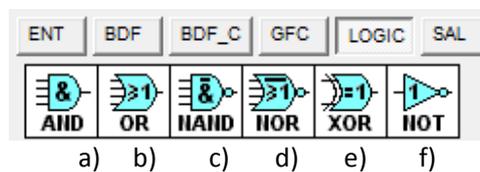


Figura 121. Funciones lógicas.

3.8. LÓGICA DE PROGRAMACIÓN

De acuerdo a las necesidades del decidió implementar un programa que cumpla con las siguientes características:

- Active el sistema de alumbrado al detectar presencia.
- Active el sistema de AA:

Si la temperatura ambiente alcanza 26°C.

De acuerdo al calendario el sistema de AA, 15 minutos antes del horario de acceso de los usuarios, con el fin de que los usuarios a su llegada disfrute de una temperatura de confort.

Al detectar presencia aunque este fuera del horario de calendario.

- Desactive el sistema de alumbrado al no detectar presencia, con un retardo de 15 minutos.
- Desactive el sistema de AA:

30 minutos después del horario de activación por calendario en caso de no detectar presencia.

Al no detectar presencia, con un retardo de 15 minutos.

3.8.1. ALGORITMO

El algoritmo seguido se presenta en la Figura 122.

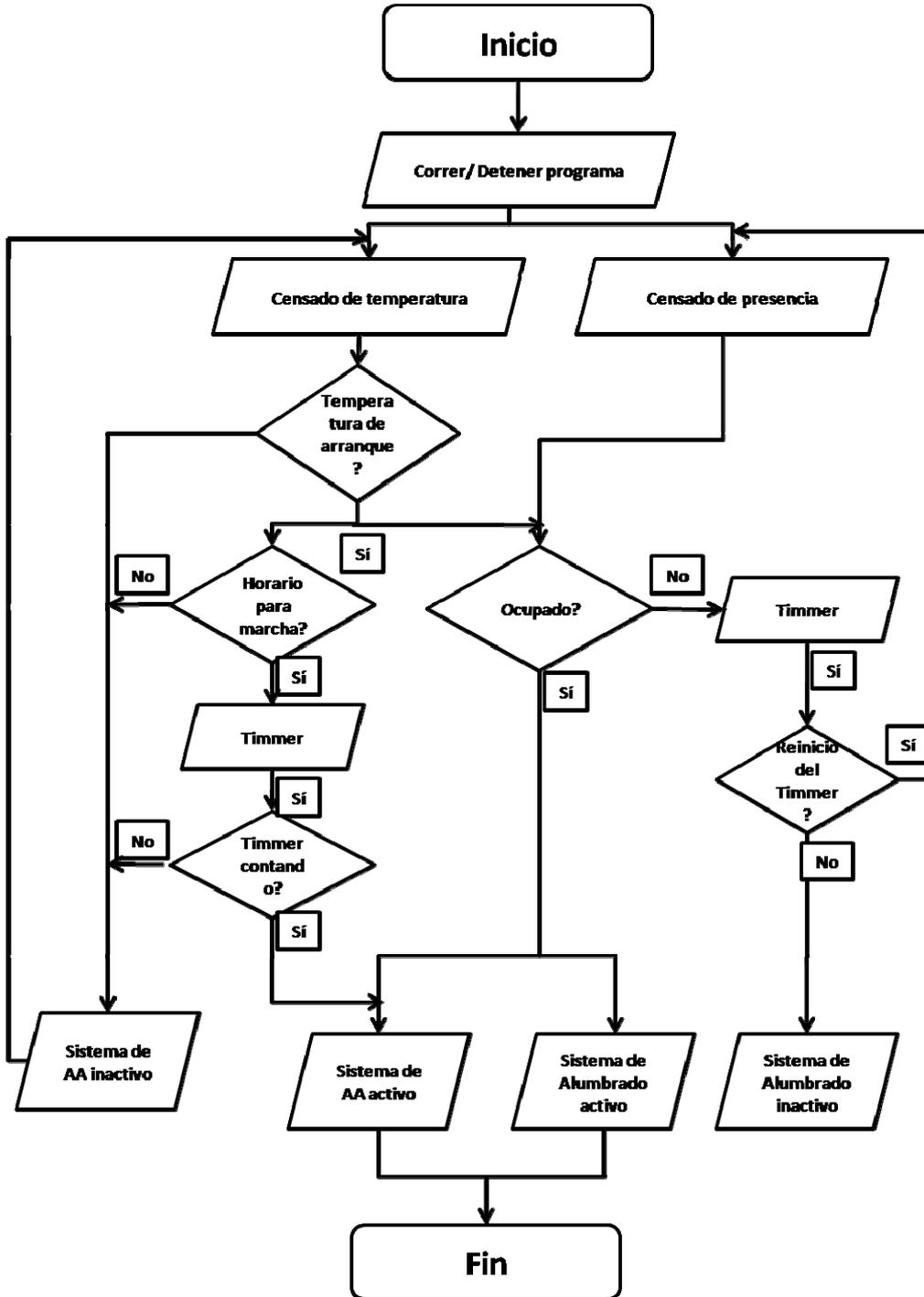


Figura 122. Algoritmo de la programación.

3.8.2. PROGRAMACIÓN GRAFCET

La programación final para la automatización de los sistemas de alumbrado y AA, empleando el algoritmo y los bloques de la programación GRAFCET, fue la siguiente:

Entradas

Para activar el encendido del alumbrado es mediante la detección de presencia por medio de uno o más sensores. Insertamos la cantidad de entradas digitales observándolas como los sensores en este caso tres, realizando el cambio correspondiente de visualización y acompañado del comentario adecuado.

Para la activación del sistema de AA se requiere el censado de temperatura, la señal que se recibe de la sonda es análoga entonces se insertó la entrada del mismo tipo y se configuró la imagen de visualización.

Salidas

Los sistemas que se automatizan son del alumbrado y del AA, se insertan dos salidas y se configura la visualización que corresponde a cada uno.

Control del sistema de alumbrado por presencia

Se espera que el alumbrado se active cuando cualquiera de los sensores detecte presencia, se emplea la función lógica OR de cuatro entradas a las cuales se conectan los sensores, con esto se cumple el propósito.

Si solo se espera que se active o desactive la programación con la detección de presencia de los sensores, bastaría con conectar esta parte a la salida que es el alumbrado. Pero se desea que:

- El sistema se mantenga activado durante 15min, después de que los sensores dejen de detectar presencia.
- Si cualquiera de los sensores detecta presencia, reiniciar tiempo de espera.
- Si no detecta presencia desactivar el sistema.

Por ello se inserta un bloque de función *temporizador* (TIMMER) del tipo A/C después de la compuerta OR.

La configuración de los parámetros para el TIMMER A/C será de los 15 minutos en *Retardo de PARO*.

La conexión para la función TIMMERS:

- *Comando*: O lógica.
- *Reset*: Queda libre.
- *Salida*: Queda pendiente.

Activación y desactivación del automatismo

Se desea tener controlado el automatismo, para ello se inicia la programación asignando una entrada digital, con el fin de activar (Entrada tipo botón A conectado al Set de un bloque SET-RESET) y otra para desactivar la automatización del sistema (Entrada tipo botón B conectada al Reset del bloque SET-RESET anterior).

Para plantear las conexiones para este bloque, se debe tomar en cuenta que para el control del alumbrado, planteado anteriormente, se espera que funcione si se cumplen dos condiciones:

- Activación del automatismo
- Detección de presencia.

Entonces las conexiones de la función SET-RESET:

- SET: Entrada botón A
- RESET: Entrada botón B
- Salida: Función lógica *AND* de dos entradas, a la cual se incluye la conexión de la salida del TIMMER que había quedado pendiente.

Control del sistema de AA por temperatura

La primera condición para la activación del AA es que se esté dentro los parámetros de temperatura.

Dicha temperatura que se comparará es del valor análogo recibido por la entrada del mismo tipo que se incluyó anteriormente, por lo que se debe convertir por cambio de escala y offset con la función GAIN.

Conexiones para GAIN:

- *Validación de función:* Con la activación del automatismo, entonces a salida de SET-RESET
- *Entrada de cálculo:* Entrada análoga

Se modifican los parámetros con los datos del sensor de temperatura (Figura 123)

Numerador de ganancia $A= 50^{\circ}\text{C}$

Denominador de ganancia $B=100$

Así la escala de medida $(A/B)=50/100=1/20$

Entonces en los parámetros $A=1$ y $B=20$.

Offset= -10

Límite superior= 40°C

Límite inferior= -10°C

Figura 123. Parámetros GAIN para la programación.

Una vez acondicionada la señal, ésta se compara en relación dos umbrales de temperatura para activar o desactivar el sistema, se emplea la función TRIGGER para realizar dicha comparación y la función *constante numérica* para establecer la temperatura de paro y arranque.

Las conexiones para TRIGGER quedan de la siguiente forma:

- *Validar función:* Con la activación del automatismo, entonces a salida del SET-RESET.
- *Valor para comparar:* Salida de GAIN a la entrada.
- *Consigna de marcha a paro:* Función constante numérica con valor de parámetro 22°C.
- *Consigna de paro a marcha:* Función constante numérica con valor de parámetro 26°C.

Control del sistema de AA de acuerdo al calendario y a la presencia.

De acuerdo al calendario y a detección de presencia, para el sistema de AA, se deben cumplir con las siguientes condiciones:

- Activar 15 minutos antes del horario de acceso de los usuarios y desactivarlo en los horarios libres.
- Desactive 30 minutos después del horario de activación en caso de no detectar presencia de acuerdo al calendario.
- Activar el sistema al detectar presencia aunque este fuera del horario de calendario.

Activación por calendario

Para el cubrir la primera consigna, se emplea la función *programador TIME PROG*. Con las siguientes características:

- Modo de activación: Periódico
- Creando 2 ciclos:
 - Ciclo 00: 8 horas/ 45 minutos. Tipo de acción Marcha.
 - Ciclo 02: 15 horas/ 45 minutos. Tipo de acción Marcha.

NOTA: La configuración de activación para todos los ciclos será en las cinco semanas y de lunes a viernes.

Para controlar la desactivación de esta función se inserta la función *Temporizador TIMMER* tipo B/H. Configurándole con la función H a tiempo de marcha de 30 minutos.

Con el fin de establecer que al terminarse el tiempo de espera, se desactive el sistema de AA, aunque continúe en marcha el TIMME PROG, se incluye una función analógica *AND*, de dos entradas.

La conexión para este modulo es:

- Salida TIME PROG: *Comando* temporizador B/H.
- Salida TIME PROG: Entrada función analógica *AND*.
- Salida temporizador B/H: Entrada función analógica *AND*.

Activación por presencia

Para la activación de sistema de AA por presencia, se emplea la parte de la programación para el control del alumbrado, específicamente la respuesta a la salida del TIMMER A/C utilizado.

Ensamble de activación por calendario, presencia y temperatura.

Se incluye la función lógica OR de dos entradas, a la que se conecta la función del calendario y la condición de presencia, para activa el sistema con cualquiera de éstas.

Aunque se cumpliera alguna de las anteriores consignas, se debe cumplir la condición de temperatura en el inmueble, así se inserta una función AND lógica conectando en sus entradas la función OR anterior y la salida de la función TRIGGER.

Monitoreo de temperatura por visualización en pantalla LCD

Al correr el programa se desea ver la temperatura censada en el momento, se inserta la función *TEXTO*.

Las conexiones para el bloque *TEXTO* son:

- *Set*: Salida del bloque *SET-RESET*
- *Valor 1*: Salida de *GAIN*

Para la configuración de los parámetros, se visualiza (Figura 124):

- En la parte superior izquierda, la fecha.
- En la parte superior derecha, la hora.
- Parte central el texto: Temperatura actual.
- Parte inferior: Salida del cálculo de *GAIN*.

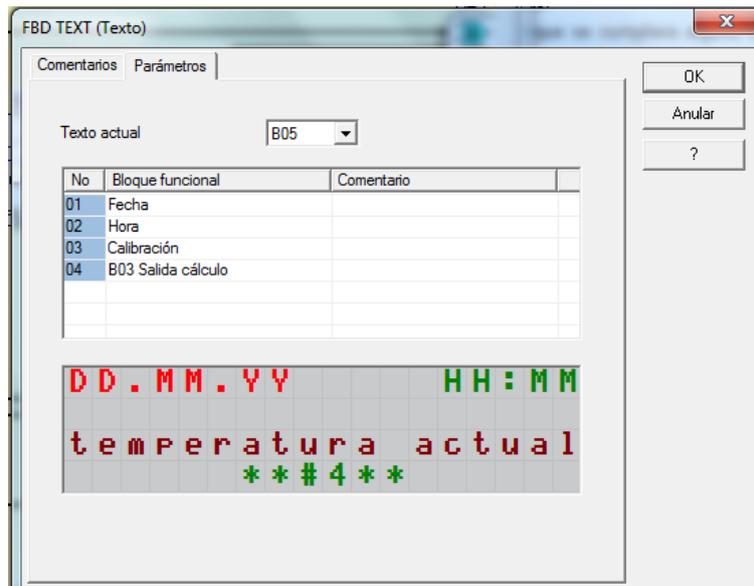


Figura 124. Configuración visualización de la temperatura.

La programación finalmente se presenta como en la Figura 125.

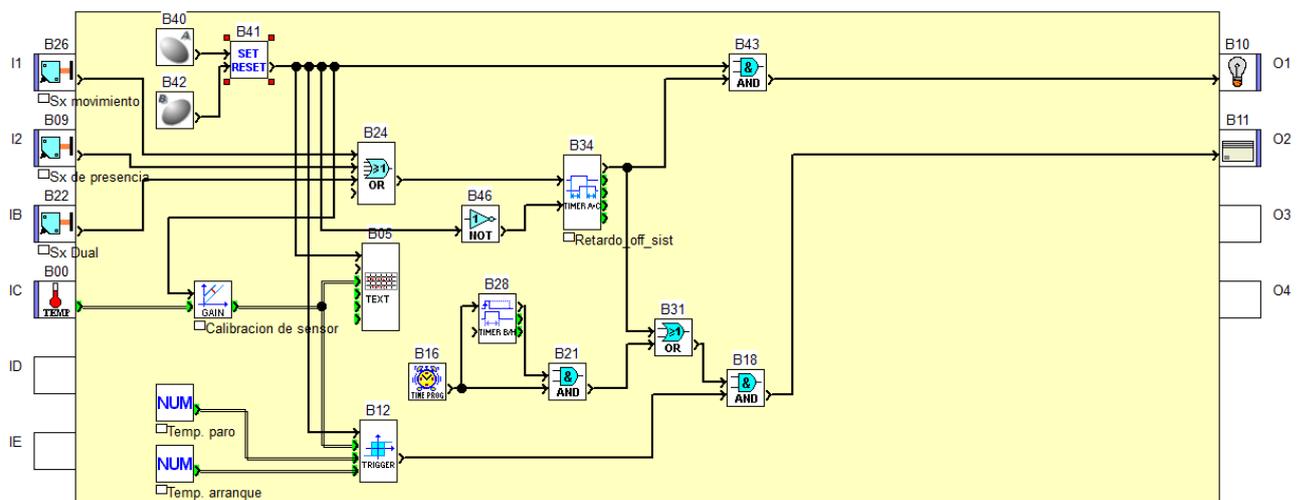


Figura 125. Programación GRAFCET final.

3.9. DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL PLC CROUZET XD10 CUSTOM

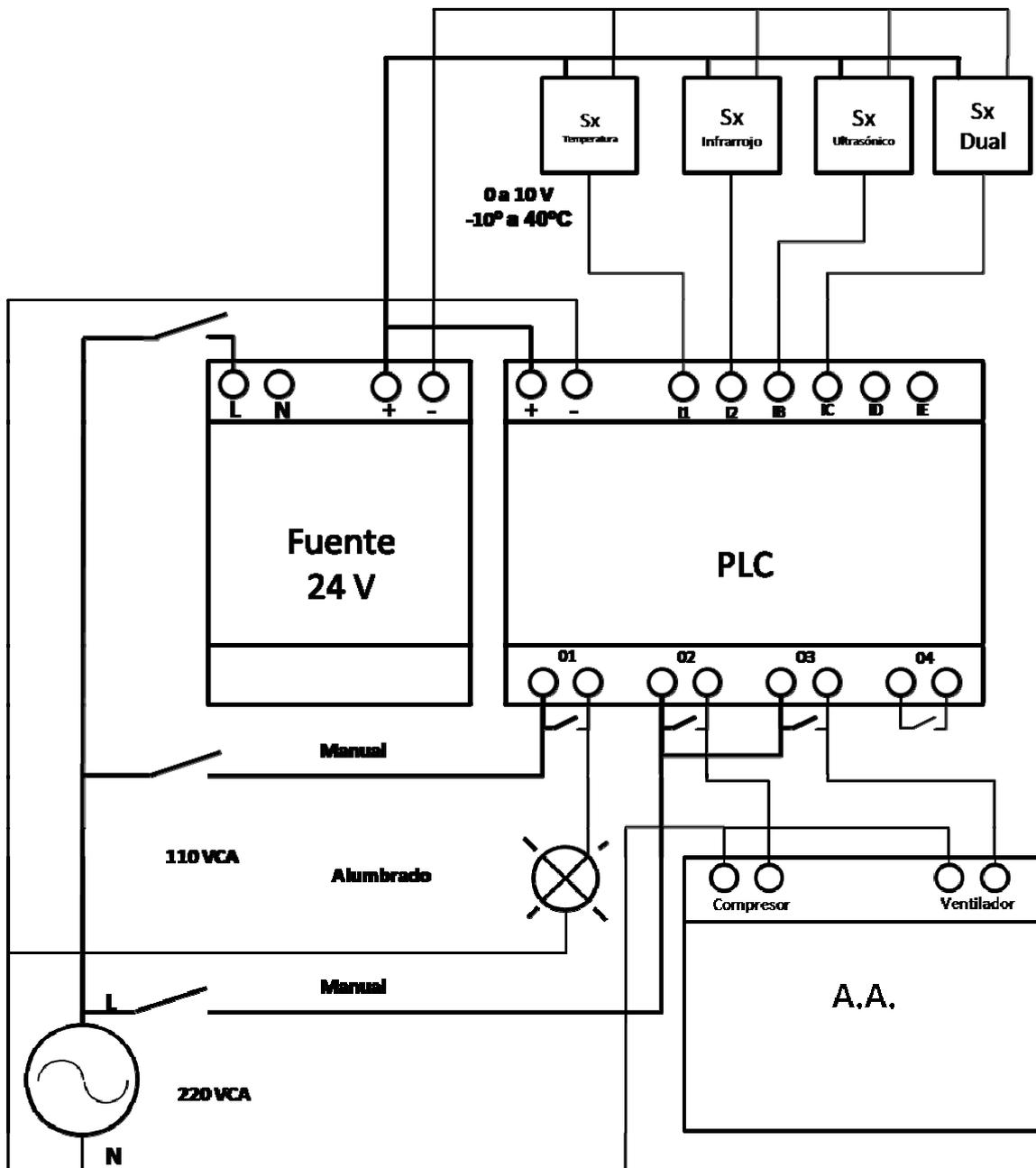


Figura 126. Diagrama de conexión de los elementos.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE

RESULTADOS

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE PROGRAMACIÓN

El alumbrado del laboratorio de redes se compone para el alumbrado general por ocho lámparas ahorradoras Osram FHF32SSEX, instaladas por pares en el techo (Figura 127).



Figura 127. Lámpara Osram FHF32SSEX

A la entrada cuenta con tres lámparas ahorradoras Sylvania CF1-DD/841 igualmente instaladas en el techo (Figura 128).



Figura 128. Sylvania CF1-DD/841

A un costado del termostato con que cuenta actualmente el laboratorio de redes, está instalada una lámpara Osram Dulux. Cabe mencionar que todo el alumbrado se controla por un solo apagador.



Figura 129. Osram Dulux

A continuación se presenta un concentrado de las características del alumbrado.

Osram	32 W	8
FHF32SSEX (Figura xx)		
Sylvania	13 W	3
CF1-DD/841		
Osram Dulux	13 W	1

Tabla 3. Características del alumbrado.

Las dimensiones del inmueble son en general de 7.38m por 6.47m, con una sección donde se empotra un gabinete que es de 0.4m por 1.95m (Figura 130).

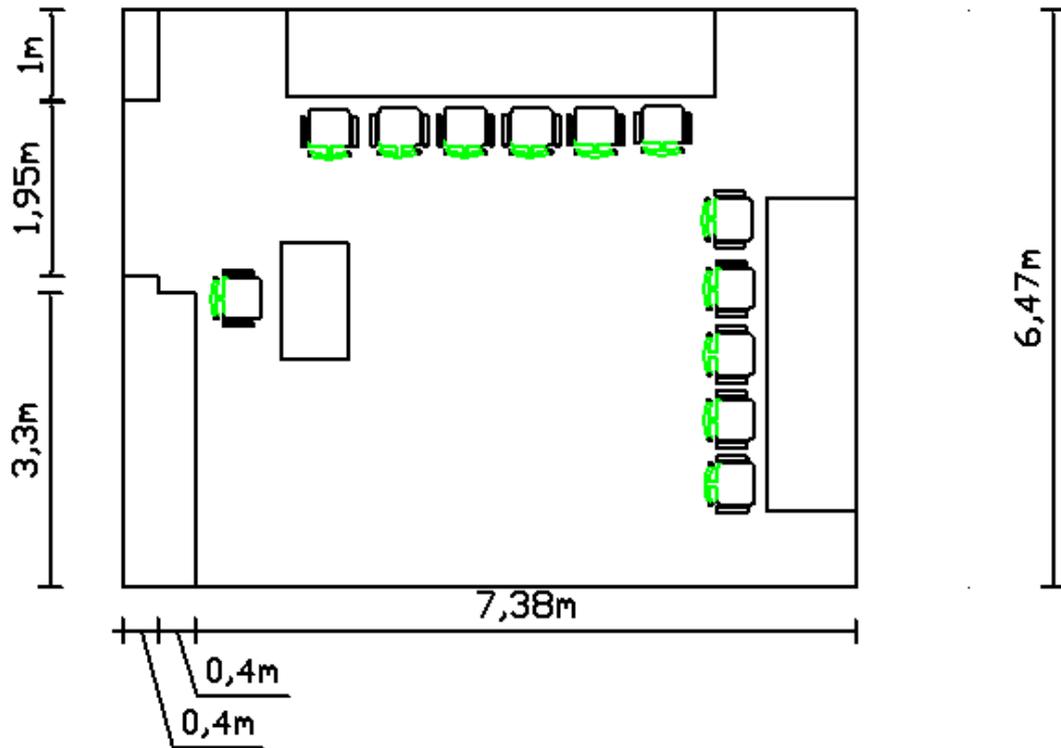


Figura 130. Dimensiones del inmueble.

La altura al nivel del plafón es de 2.4 m (Figura131)

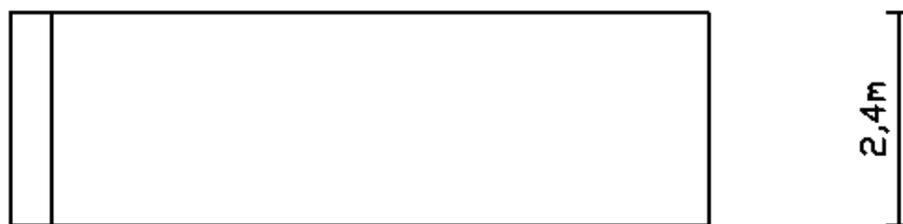


Figura 131. Altura a nivel del plafón.

4.2. PRESUPUESTO DE RECURSOS EMPLEADOS

El presupuesto fue obtenido de dos diferentes proveedores puesto que uno solo no contaba con todo el equipo necesario, estos fueron BTicino y Newark, se presenta a continuación la cotización.

BTicino México [21][22][23]

Sensor de Temperatura CROUZET 89 750 150	\$1.741,72
Fuente de poder CROUZET 88 950 302 , 100-240VAC/24VDC, 60W	\$2.623,11
PLC tipo XD10 CROUZET 88970141	\$4.077,12
Breaker termomagnético Merlin Gerin 2 polos, 32A, VCA 415V	\$1.149,38
Riel DIN Anchura ext:35mm; Profundidad ext:7.5mm	\$414,92
	Total \$10.006,25

Tabla 4. Presupuesto equipo BTicino México.

Newark [15]

CI-200 Watt Stopper Detector de presencia PIR	2086,18
W-1000A Watt Stopper Detector de presencia ultrasónico techo	2267,6
DT-200 Watt Stopper Detector de presencia dual	3450,47
IT-200 Watt Stopper Registrador Intelitimer Pro	5062,06
	Total \$12.866,31

Tabla 5. Presupuesto equipo Newark.

La inversión total es de **\$22 872,56.**



Figura 132. Equipo empleado, tabla de pruebas.

4.3. AHORRO ENERGÉTICO OBTENIDO

Se instaló el registrador TI-100 en el laboratorio de redes (Figura 133), y del reporte analítico de iluminación y ocupación obtenido, desde el lunes 02 de mayo de 2011 a la 10:16.03 hrs a miércoles, 15 de junio de 2011 16:08:30, arrojo que del total de tiempo transcurrido (1 061.87 hrs.), la luz se mantuvo prendida, con la localización asignada vacante un 15.48% del tiempo.



Figura 133. Registrador TI-100 en el laboratorio de redes.

El instalar controles de iluminación en esta ubicación, ahorraria aproximadamente 1355.9 horas de energía al año. Asumiendo un costo de energía de \$1.6 por kWh, la inversión en elequipo y un ahorro adicional del 20% reduciendo los requisitos de aire acondicionado, el potencial de ahorro anual con una carga controlada de 1 KW es de:

Ahorro energético:	\$2 169,44
Costos reducidos en AA:	\$433,89
Total de ahorros:	\$2603,33
Tiempo de recuperación (años):	8,79

Tabla 6. Tiempo de recuperación empleando los tres sensores.

4.4. CONCLUSIONES

Como ingenieros en sistema de energía, además de explorar y aplicar como una opción las fuentes de energía renovables, es de importancia considerar la administración y uso eficiente de la energía eléctrica, obtenida por los métodos tradicionales, con la que contamos.

De ahí surgió la idea de implementar la automatización del sistema de alumbrado y del sistema de AA del laboratorio de redes.

En el desarrollo de este tema de tesis se logró definir los parámetros para la automatización requeridos para el proyecto y junto con ellos el desarrollo del programa para cubrir los parámetros, dicho programa puede servir de base para implementarse en la automatización de otros sistemas con características similares realizando las adaptaciones necesarias, gracias a la facilidad y flexibilidad de la programación GRAFCETT implementada.

Al realizar el análisis sobre el ahorro energético contra la inversión requerida se observa que está se recuperará alrededor de un periodo de nueve años, claro tomando en cuenta que se empleen los tres tipos de sensores estudiados. Dicha inversión junto con el tiempo de recuperación, se puede reducir sugiriendo se emplee solamente el sensor Dual-T200, basándonos en que sus características abarca de manera satisfactoria el área del inmueble censado. De tal forma que el potencial de ahorro anual se puede comparar como a continuación se presenta:

Inversión:	\$22 872,56	\$17 154,49
Precio KWh:	\$1,6	\$1,6
Tiempo ahorrado (hrs):	1355,9	1355,9
Ahorro energético:	\$2 169,44	\$2 169,44
Costos reducidos en AA:	\$433,89	\$433,89
Total de ahorros:	\$2 603,33	\$2 603,33
Tiempo de recuperación:	8,79	6,59

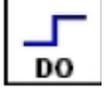
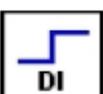
Tabla 7. Comparativo recuperación de inversión.

Se observa que el tiempo de recuperación se reduce de casi nueve a siete años, prácticamente año y medio menos, y siendo tiempo considerable para que se pague por sí mismo, incluyendo otros beneficios como el confort de los usuarios se encuentra viable económicamente el proyecto

ANEXOS

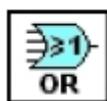
ANEXO 1. TERMINOLOGÍA DE LOS BLOQUES DE FUNCIONES

ANEXO 1.1. ENTRADAS Y SALIDAS

ENTRADAS	SALIDAS
<i>INPUT</i>	<i>OUT</i>
 Entrada analógica 0/10 V	 Salida de extensión analógica 10 bits
 Entrada de extensión analógica de 10 bits	 Salida digital
 Entrada de extensión analógica de 12 bits	 Salida PWM
 Entrada analógica filtrada	
 Entrada digital filtrada	
 Entrada digital filtrada	

ENTRADAS	SALIDAS
<p><i>HMI</i></p>  Botón A	<p><i>HMI</i></p>  Salida de retroiluminación de la pantalla LCD
 Botón B	<p>GRAFSET SFC</p>       
 Botón ECHAP (ESC)	
 Botón MENOS	
 Botón ACEPTAR	
 Botón MÁS	

ENTRADAS	SALIDAS
<p>PROG</p>	<p>PROG</p>
<p> <i>Constante "Parada"</i></p>	<p> Salida tipo entero</p>
<p> <i>Constante "Marcha"</i></p>	
<p> <i>Entrada de tipo entero</i></p>	
<p> <i>Constante numérica</i></p>	
<p> <i>Horario de verano</i></p>	

ENTRADAS	SALIDAS
<p data-bbox="220 465 376 504">CONTROL</p> <div data-bbox="220 544 603 645">  <p data-bbox="327 607 603 645">Reloj de 1 segundo</p> </div>	<p data-bbox="802 465 927 504">LÓGICA</p> <div data-bbox="802 544 1209 651">  <p data-bbox="909 607 1209 651">"Y" lógica 4 entradas</p> </div> <div data-bbox="802 689 1257 797">  <p data-bbox="909 752 1257 797">"Y NO" lógica 4 entradas</p> </div> <div data-bbox="802 813 1262 920">  <p data-bbox="909 875 1262 920">"O NO" lógica 4 entradas</p> </div> <div data-bbox="802 936 1070 1043">  <p data-bbox="909 999 1070 1043">"NO" lógica</p> </div> <div data-bbox="802 1081 1206 1189">  <p data-bbox="909 1144 1206 1189">"O" lógica 4 entradas</p> </div> <div data-bbox="802 1227 1299 1335">  <p data-bbox="909 1279 1299 1323">"O EXCLUSIVA" 2 entradas</p> </div>

ANEXO 1.2. FUNCIONES FBD

APP



Activación de Schmitt. Supervisa un valor analógico en relación con dos umbrales.



Programador de levas. Activa un conjunto de ocho ruedas de levas solidarias.

CALCUL



Suma/resta. Operaciones simples de enteros: suma/ resta.



Bin/Dec. Se compone de una salida de tipo entero (16 bits) a partir de 16 entradas de tipo bit



Dec/Bin. Descompone una entrada de tipo entero (16 bits) en 16 salidas tipo bit.



Ganancia. Convierte un valor analógico cambiando la escala y el origen.



Multiplicación y/o división. Operaciones simples de enteros: Multiplicación y/o división.



Multiplexado. Multiplexado de dos vías de entrada en una salida.

FUNCIONES FBD

CONTROL



BISTABLE Biestable. Modifica el estado de la salida de cada flanco ascendente (paso de inactivo a activo) de la entrada de CONTROL.



COMPARE Comparación. Compara dos valores analógicos utilizando los operadores =, >, <, >=, <=, !=.



**<Val<
COMP IN
ZONE** Comparación "Compare in Zone" (Comparar en zona) Compara un valor entre dos consignas (los valores mínimos y máximos delimitan la zona).



MIN MAX Mín. y máx. Memoriza el valor mínimo y el máximo de una señal.



**PRESET
COUNT** Contador/descontador con preselección.



**PRESET
H-METER** Contador horario con preselección. Contador horario con preselección (horas y minutos).



**SET
RESET** Set/Reset Memoria biestable: se da prioridad a SET o a RESET según la configuración de la función.



TIME PROG Programador horario. Programador de rangos horarios durante los cuales se podrán ejecutar funciones (día/semana/mes/año).



TIMERS Temporizador. Selección de funciones de temporización (A/C, BW, B/H, Li/L, Totalizador).



**UP DOWN
COUNT** Contador/descontador. Cuenta o descuenta a partir de un valor de preselección, resultado de un cálculo exterior a la función.

FUNCIONES FBD

HMI



Visualización en la pantalla. Visualiza texto, una fecha, una hora o un valor numérico en el visualizador xLCD.



Mensaje. Envía mensajes de alarmas a teléfonos móviles, a la herramienta Millenium 3 Alarm o a direcciones de correo electrónico mediante la interfaz de comunicaciones M3MOD.



SL In. Transmite, mediante una conexión en serie, datos a emplazamientos de memoria de direcciones fijas en el controlador.



SL Out. Envía datos almacenados en las direcciones fijas del controlador, a otros equipos, mediante una conexión en serie.



Texto. Visualiza textos y/o valores numéricos (valor actual, preselección, etc.).

LOGIC



Ecuación booleana. Crea ecuaciones lógicas en función de la combinación de entradas.

PROG



Archivo. Guarda los valores simultáneamente con las informaciones relativas a su fecha y hora.



Estado del controlador. Permite al usuario tener acceso a estados del controlador y modificar el comportamiento de su programa FBD o/y SFC en función de estos estados.



Estándar de macro. Permite generar macros.

ANEXO 1.3. FUNCIONES FBD_C

APP



Regulación de PID analógico (8 bits). Control de temperatura (Presión u otra salida analógica de 8 bits.)



Programador de levas angular. Programador de levas con el ángulo efectuado por las levas como entrada de comando.



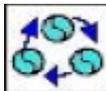
Flujo. Permite calcular el caudal de un fluido por un conducto con la ayuda de un órgano deprimógeno o la medición de presión dinámica.



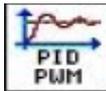
Permita calcular mediante sensores de presión la altura del líquido en un depósito abierto o cerrado con o sin volumen constante.



Ganancia de presión. Permite actuar como interfaz entre dos sensores de presión (modo manual) o dos sensores de presión Crouzet (modo automático) y el Millenium.



Permutación circular de bombas. Gestión de depósito con permutación circular de bombas.



Regulación de PID PWM (8 bits). Control de temperatura (presión u otra) con las salidas digitales de 8 bits.

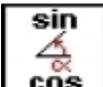
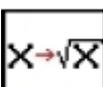
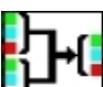


Seguimiento solar 1 eje. Calcula la posición del sol para situar un cuadrante solar.



Amanecer/puesta de sol. Calcula la hora del amanecer y de la puesta del sol en relación con la latitud y la longitud leída en las entradas del bloque de función.

FUNCIONES FBD_C

<i>CALCUL</i>	
	Función aritmética SuM/RES. Operaciones simples de enteros: suma/resta.
	Demultiplexor. Demultiplexado de enteros. Permite dirigir el valor de la entrada a una de las 4 salidas.
	Multiplexor. Efectúa un multiplexado en las entradas MOT (PALABRA). Permite dirigir a la salida el valor de una de las entradas seleccionadas por la entrada ADRESSE (DIRECCIÓN).
	Seno/coseno. Esta función permite calcular el coseno y el seno de un ángulo comprendido entre 0° y 90°.
	Raíz cuadrada. Calcula la raíz cuadrada de un número presente en la entrada con una precisión de dos decimales.
<i>HMI</i>	
	Menú de desplazamiento. Permite activar una de las salidas digitales. Esta función puede ser útil para desplazarse por un menú si hay pantallas cableadas en salida.
	SLin S (salvaguardado). Permite transmitir, mediante una conexión en serie, datos a emplazamientos de memoria de direcciones fijas en el controlador. Los datos se recuperan si se produce un corte de alimentación del controlador.
<i>SFC</i>	
	Multiplexor del motor. Combina las señales de control del motor aisladas de las dos etapas SFC de MOVIMIENTO encadenadas.
	Etapá SFC de movimiento. Permite materializar una etapa de movimiento de un motor controlado por el autómata hasta una posición especificada en la entrada de DESTINO.
	Etapá SFC de espera. Permite materializar una fase o etapa de espera de un autómata o de un equipo.

FUNCIONES FBD_C

CONTROL



Contador rápido. Permite contar los impulsos que llegan a la entrada I1 con cadencias superiores a un impulso cada 10 ms.



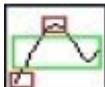
Contador de alta velocidad. Permite contar los impulsos que llegan a las entradas I1 y I2 de un controlador alimentado por corriente continua con cadencias superiores a un impulso cada 6 ms.



Conmutador HL. Comparación de un valor en relación con 5 umbrales.



Multicomparación. Permite activar la salida correspondiente con el valor presente en la entrada "Valor".



Media reducida. Efectúa la media de un número de valores parametrizados suprimiendo el valor mínimo y el valor máximo.



Temporizador A. Permite retrasar las acciones durante un tiempo determinado.



Set Reset/horario. Activa el funcionamiento de cualquier material a una hora determinada durante un periodo determinado por el usuario.



Programador horario semanal. Programador horario que permite validar rangos horarios durante los cuales se podrán ejecutar acciones.

FUNCIONES FBD_C

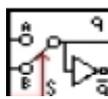
PROG



“Y” lógica 2 entradas.



“Y” lógica 6 entradas. Y lógica con 6 entradas. Si todas las entradas están activas o no conectadas, la salida está activa. Si al menos una entrada se encuentra inactiva, la salida está inactiva.



Multiplexor bit. Vuelve a copiar la entrada seleccionada en las salidas Q y /Q.



Booleano con 6 entradas/2 salidas. Ecuaciones booleanas con seis entradas y dos salidas.



O lógica con 2 entradas.



O lógica con 6 entradas. Si al menos una entrada se encuentra activa, la salida está activa. Si todas las entradas están activas o no conectadas, la salida está activa.

FUNCIONES FBD_C

PROG



Hora y minutos. Muestra la hora del controlador (H/Min).



Convertidor de horas y minutos. Convierte un horario en el formato “hora: minutos” en minutos y al contrario.



Memorización. Permite memorizar un valor comprendido entre -32768 y 32767.



Aleatorio. Proporciona un valor pseudoaleatorio comprendido entre los valores mínimos y máximos parametrizados por el usuario.



Almacenamiento. Realiza una media móvil de los valores memorizados.

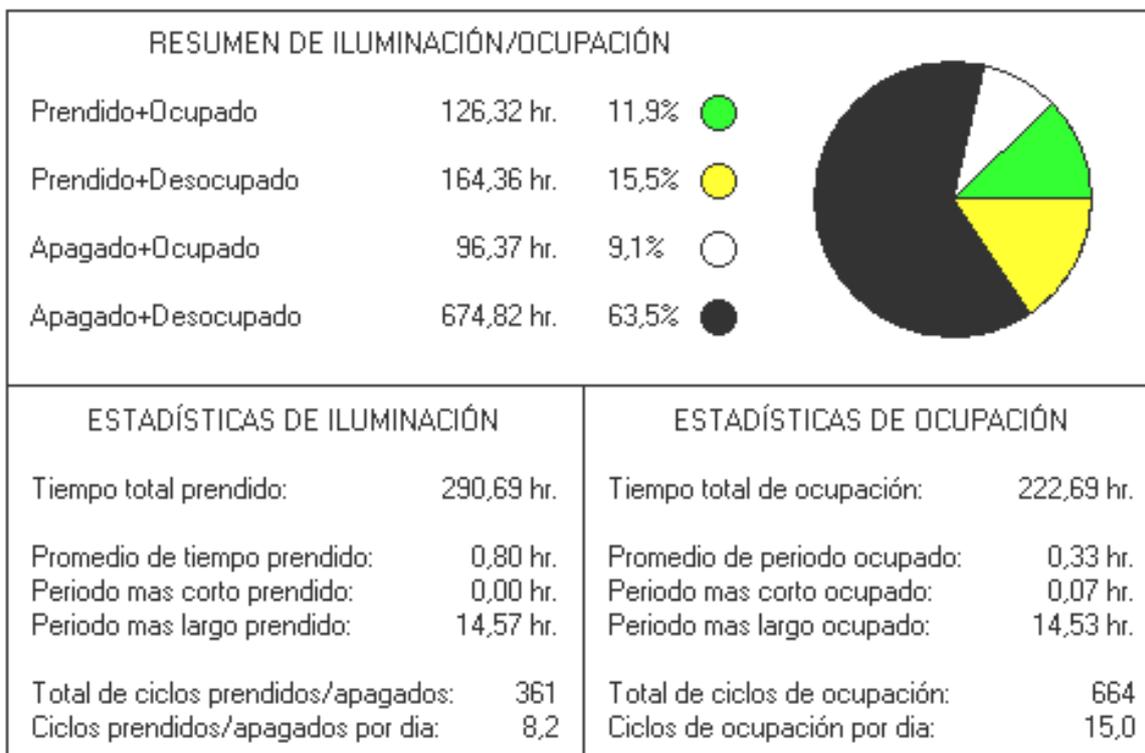


Sí bit. Permite volver a copiar la entrada en la salida (muy útil para el uso de macros).

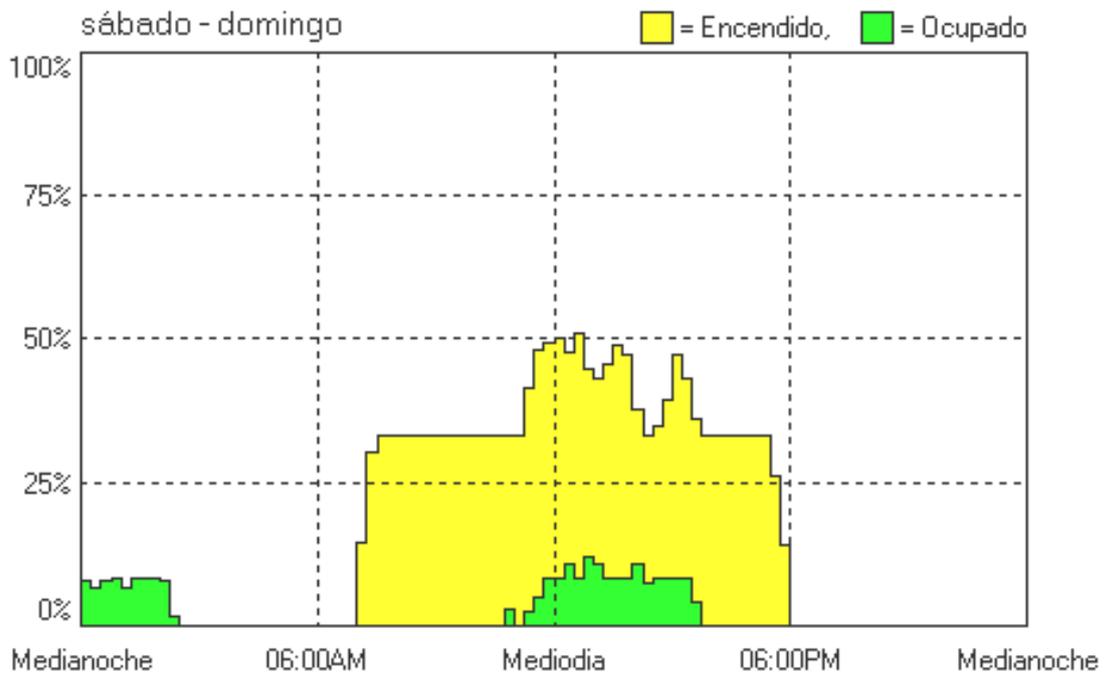
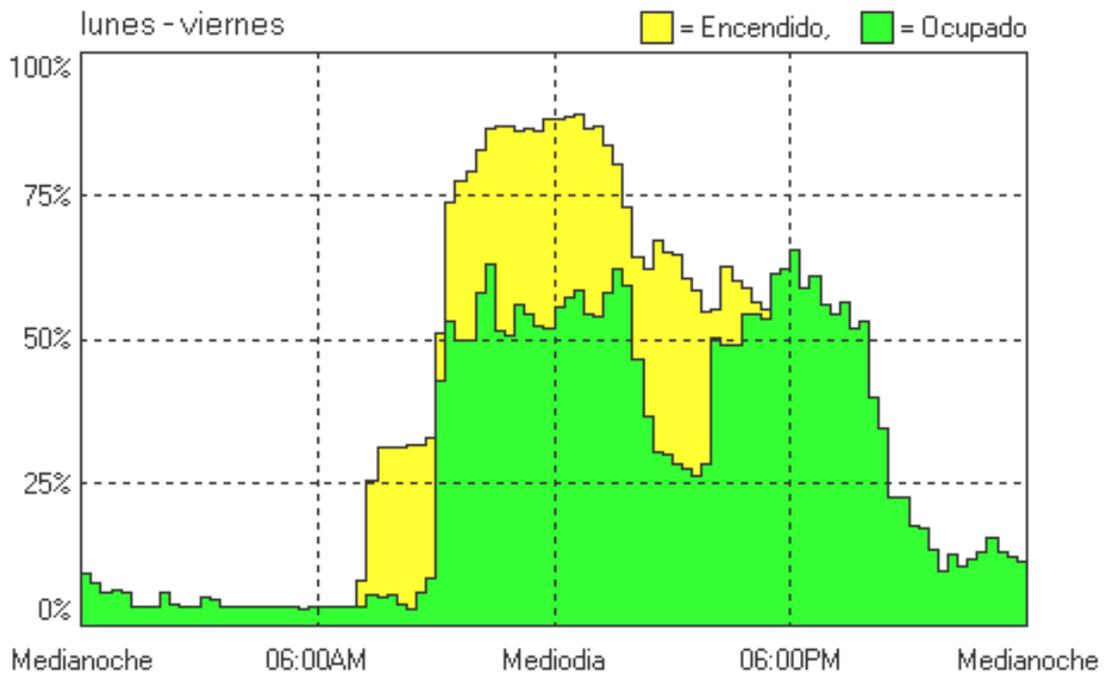


Sí palabra. Permite volver a copiar la entrada en la salida (muy útil para el uso de macros).

ANEXO 2. ANÁLISIS DEL LABORATORIO DE REDES IT-PROSOFT

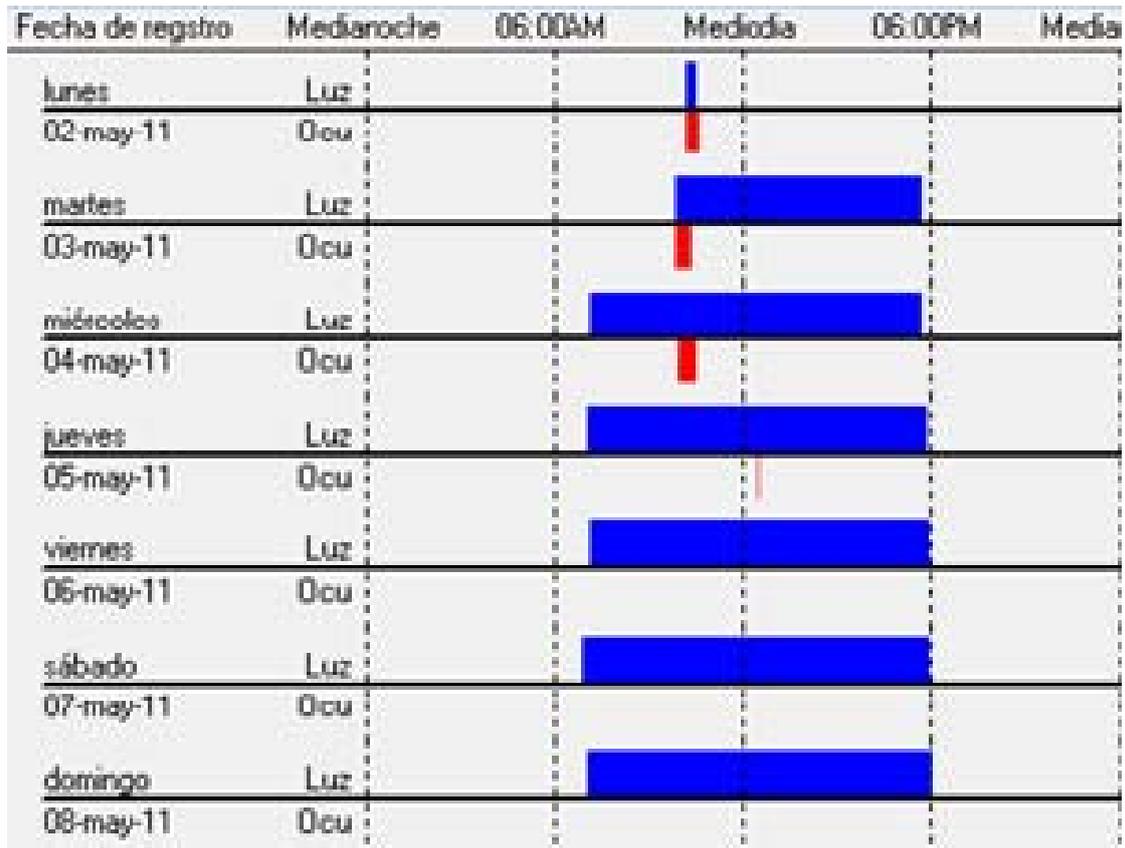


ANEXO 3. GRÁFICAS PROMEDIO DE UTILIZACIÓN DEL LABORATORIO DE REDES IT-PROSOFT

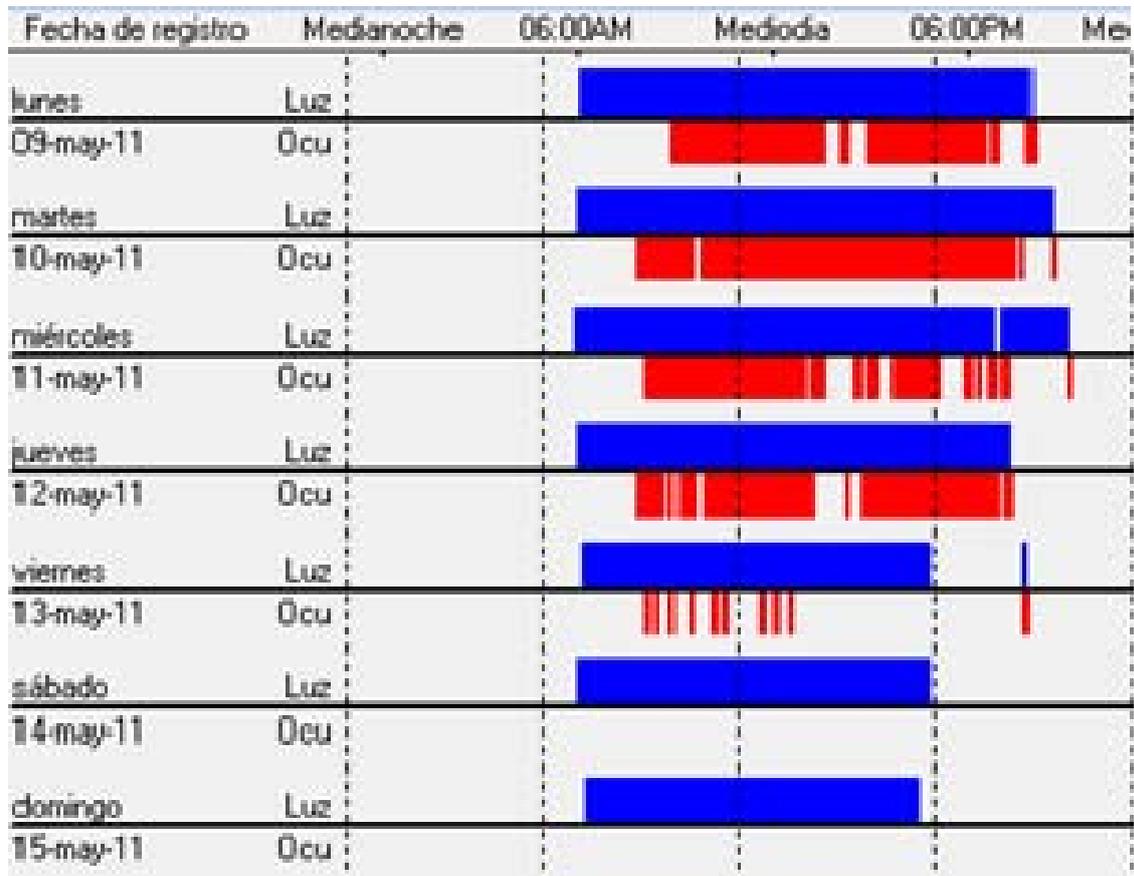


ANEXO 4. GRÁFICAS DE UTILIZACIÓN DIARIA DEL LABORATORIO DE REDES IT-PROSOFT

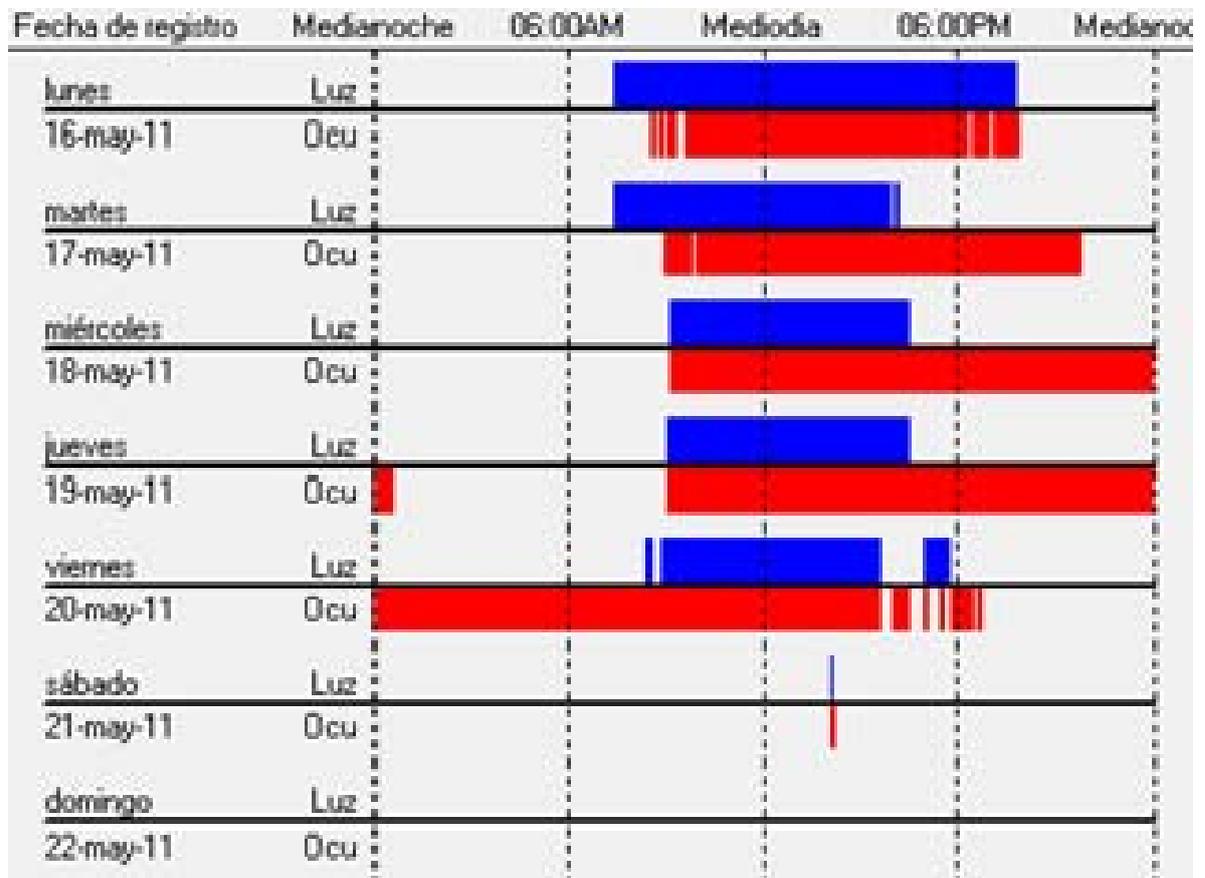
Semana 1



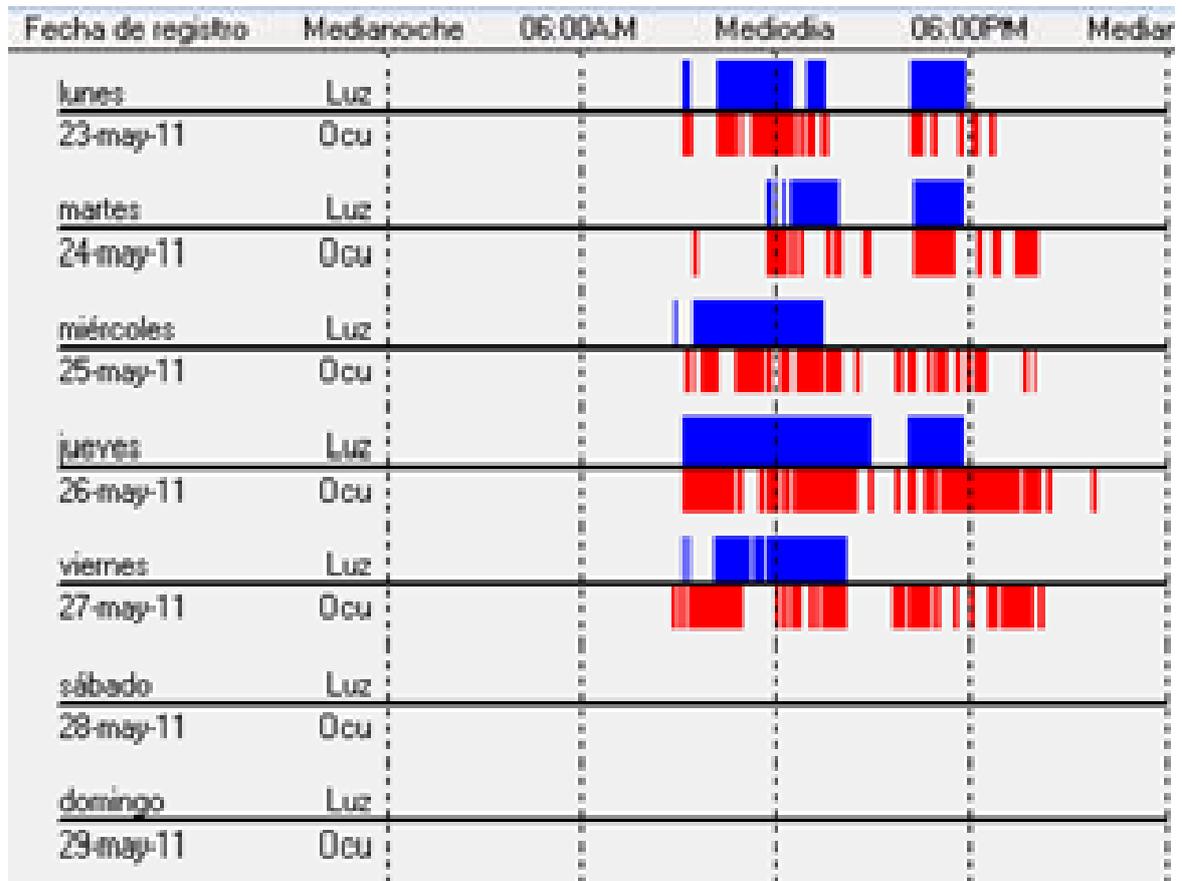
Semana 2



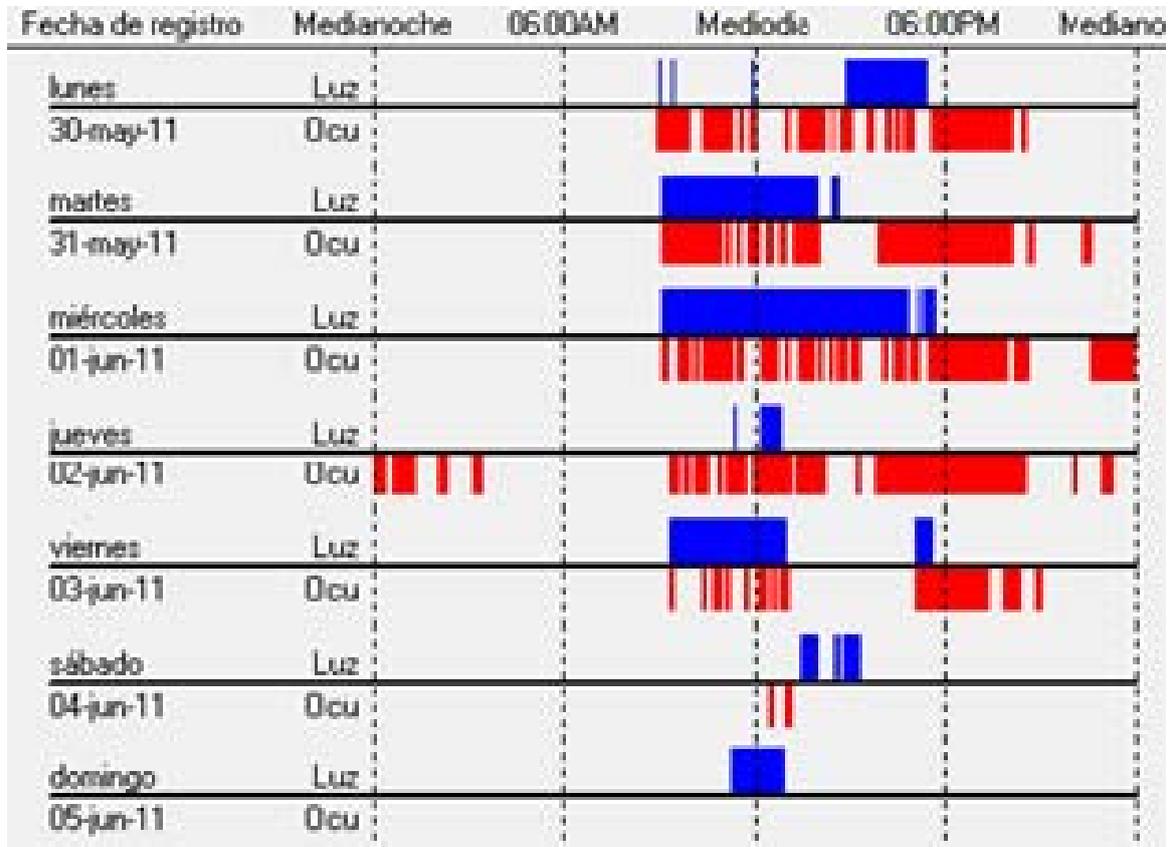
Semana 3



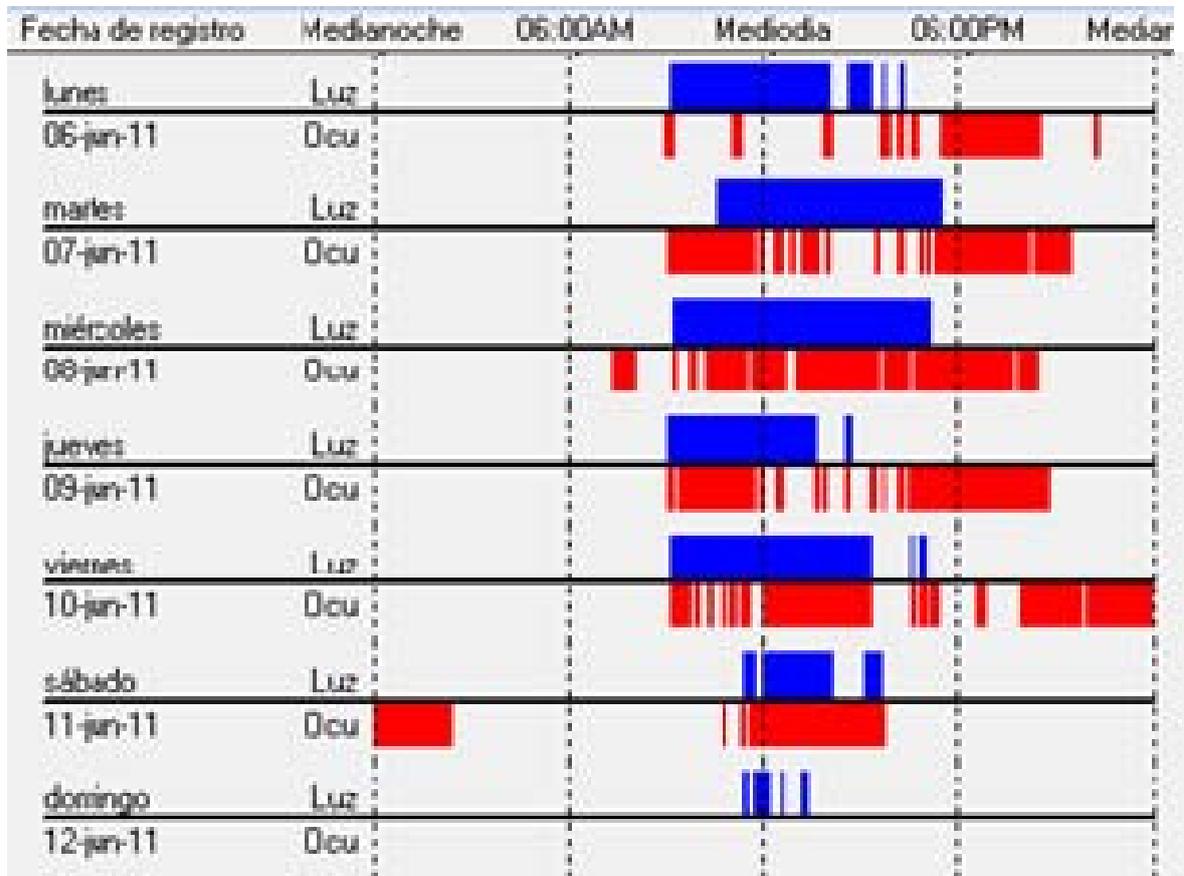
Semana 4



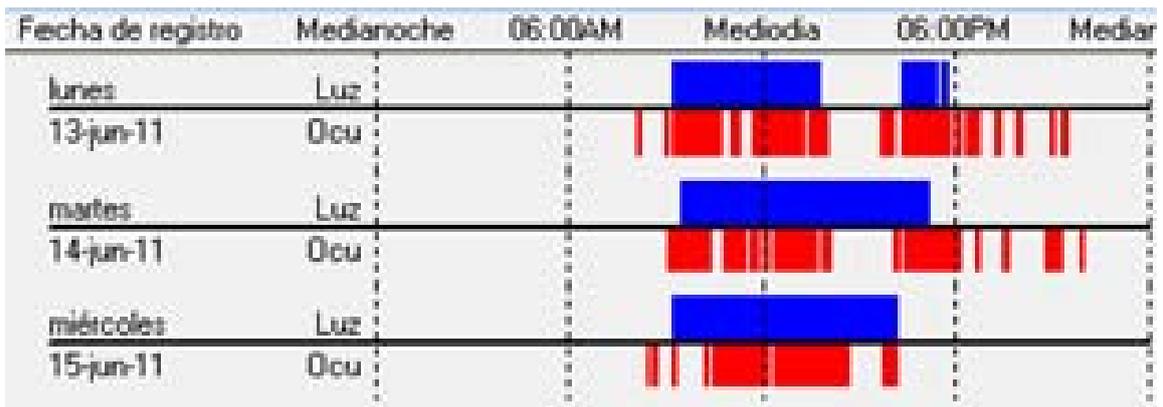
Semana 5



Semana 6



Semana 7



FUENTES DE INFORMACIÓN

- [1] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. 2008. Key World Energy Statistics. ["Online"] Disponible: en <http://www.iea.org>
- [2] Pérez Arriaga, José I. (2002). Energía y desarrollo sostenible. Por un futuro sostenible: 6. Recuperado el día 14/12/2008 de <http://www.oei.es/decada/portadas/energydesarrollosost.htm>.
- [3] "EL EMPIRE STATE SE CERTIFICA LEED" de Arquitectura bioclimatica (2009, julio 17). NewSolclima [Online] Disponible: <http://news.solclima.com/noticias>.
- [4] Rubén Darío Núñez (2011, enero 20). "HUESCA INVIERTE 660.000 EUROS EN DOS AÑOS PARA EXTENDER EL ALUMBRADO PÚBLICO DE BAJO CONSUMO" Noticias Heraldo de Aragón. Política municipal. ["Online"] Disponible: <http://www.heraldo.es/noticias>
- [5] "AUTOMATIZACIÓN DE EDIFICIOS" de Soluciones (2011, Marzo 13). GINSATEC [Online] Disponible: <http://www.gtn.com.mx>.
- [6] "CENTRO DE CÓMPUTO BANCRECER TLALPAN. ACUARIO TECNOLÓGICO" de Construcciones (2011, Marzo 13). ObrasWeb [Online] Disponible: <http://www.gtn.com.mx>.
- [7] USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA EN LA BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO.
Córdoba Martines, Wilber.
Tesis de licenciatura, 1997.
- [8] ENERGÉTICO EN EL EDIFICIO DE RECTORÍA Y ALUMBRADO EXTERIOR DE LA UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO. UQROO.
Cardoso Chulín, William D.; Ku Carrillo, Roberto A.
Diagnóstico Tesis de licenciatura, 1999.
- [9] PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA EN LA BIBLIOTECA "SANTIAGO PACHECO CRUZ". UQROO.
Tun Osorio, Josué.
Tesis de licenciatura, 2005.
- [10] DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO APLICADO A LA UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO. UQROO.
Vázquez Espinoza, Luis C.; Moen Cano, Pedro J.
Tesis de licenciatura, 2008.

[11] PROGRAMA INSTITUCIONAL DE AHORRO DE ENERGÍA: FASE
DIAGNÓSTICA

Dr. Freddy Ignacio Chan Puc
Protocolo de investigación, 2010

[12] INDUSTRIAL CONTROL ELECTRONICS

John Webb/ Kevin Greshock
Macmillan, 2ª Edición
United States of America, 1993

[13] TOMO 3: CONTROLES Y AUTOMATISMOS ELÉCTRICOS

Luis Flower Leiva
Alfaomega
Bogotá, 2007

[14] PARTE 3 - SENSORES INDUCTIVOS, CAPACITIVOS,
FOTOELÉCTRICOS...CUAL USAR?. Archivo de blog (2010, Junio) ["Online"].
Disponible: <http://dircasa-calora.blogspot.com/2010/06/parte-3-sensores-inductivos-capacitivos.html>

[15] Línea "Watt Stopper" del catálogo "Lista de precios 2011" (2011, Julio
10). Productos y soluciones ["Online"]. Disponible: www.bticino.com

[16] INSTALACIONES ELÉCTRICAS. TOMO 2: INSTALACIONES
RESIDENCIALES

Luis Flower Leiva
Alfaomega
Bogotá, 2007

[17] INSTALACIONES ELÉCTRICAS. TOMO 4: DISEÑO Y PROGRAMACIÓN
CON AUTÓMATA PROGRAMABLES O PLC

Luis Flower Leiva
Alfaomega
Bogotá, 2007

[18] EL ABC DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EDIFICIOS Y
COMERCIOS

Enríquez Harper
Limusa
México, 2007

[19] AUTOMATAS PROGRAMABLES. Fundamento, manejo, instalaciones y
prácticas.

A. Porras/ A.P. Montanero
Mc Graw Hill
México, 1990

[20] AUTOMATISMO. AUTÓMATAS PROGRAMABLES. (2011, Marzo)
Olimpiadas Nacionales de Contenidos Educativos en Internet ["Online"] Disponible:
<http://www.oni.escuelas.edu.ar/2001/bs-as/hombre-vs-maquina/programa.htm>

[21] Línea CROUZET de "Automation & Process Control/ Industrial Computing & PLCs / Industrial Computing & PLCs/ Processors" (2011, Julio 10). Catálogo ["Online"]. Disponible: www.mexico.newark.com

[22] Línea CROUZET de "Automation & Process Control / More Automation & Process Control " (2011, Julio 10). Catálogo ["Online"]. Disponible: www.mexico.newark.com

[23] Línea CROUZET de "Power & Line Protection / Switch Mode Power Supplies" (2011, Julio 10). Catálogo ["Online"]. Disponible: www.mexico.newark.com