



UNIVERSIDAD
DE LOS ANDES
MERIDA VENEZUELA

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA INMOTICO PARA EL CONTROL Y GESTIÓN
INTEGRADO DEL SISTEMA DE FUERZA, Y POTENCIA DEL
CENTRO CÍVICO PLURIFUNCIONAL DE MÉRIDA

Br. Gutiérrez P. Anthony J.

Mérida, Marzo, 2021



UNIVERSIDAD
DE LOS ANDES
MÉRIDA VENEZUELA

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA INMOTICO PARA EL CONTROL Y GESTIÓN
INTEGRADO DEL SISTEMA DE FUERZA, Y POTENCIA DEL
CENTRO CÍVICO PLURIFUNCIONAL DE MÉRIDA

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero
Electricista

Br. Gutiérrez P. Anthony J.
Tutor(es): MSc. Francisco J.
Viloria M.
MSc. Lelis Nelson Ballester

Mérida, Marzo, 2021

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA
INMOTICO PARA EL CONTROL Y GESTIÓN INTEGRADO DEL
SISTEMA DE FUERZA, Y POTENCIA DEL CENTRO CÍVICO
PLURIFUNCIONAL DE MÉRIDA

Br. Gutiérrez P. Anthony J.

Trabajo de Grado, presentado en cumplimiento parcial de los requisitos exigidos para optar al título de Ingeniero Electricista, aprobado en nombre de la Universidad de Los Andes por el siguiente Jurado.

MSc. Oscar E. Blanco O.

Ing. David A. Quintero A.

MSc. Francisco J. Vilorio M

Gutiérrez P. Anthony J. Diseño de una propuesta de implementación de un sistema inmótico para el control y gestión integrado del sistema de fuerza, y potencia del centro cívico plurifuncional de Mérida. Universidad de Los Andes. Tutor(es): MSc. Francisco J. Viloria M., MSc. Lelis Nelson Ballester. Marzo, 2021

Resumen

El propósito de este proyecto es implementar un sistema inmótico para el control y gestión integrado del sistema de fuerza y potencia del centro cívico plurifuncional de Mérida. En este sentido, la investigación se enfoca dentro de la modalidad de un proyecto tecnológico, apoyándose en una investigación proyectiva con sustento documental. Este diseño sostenible es un proyecto integrador, que permite lograr que sus funciones en cuanto a recursos sean optimizados, obteniendo el bienestar de sus usuarios al ser un modelo funcional para sus alrededores. Con herramientas sustentadas en base al análisis del sistema que se pretende automatizar, incluyendo cada uno de sus componentes, se engloba a través de la programación y configuración del controlador lógico programable PLC, y la interfaz hombre – máquina para llevar a cabo las labores de control y monitoreo de este sistema en particular, se realizó un análisis de factibilidad económica del proyecto que es de vital importancia a la hora de llevar a la práctica este método. Conveniente al proceso realizado se obtuvo la propuesta final de un sistema automatizado con una representación de un interfaz gráfico en TIA Portal Siemens, acompañado de un manual de usuario para la implementación y uso adecuado del sistema inmótico.

Descriptor: automatización, ahorro energético, Inmótica, auto-sustentabilidad.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--------------------|----|
| APROBACIÓN | ii |
| RESUMEN | iv |
| INTRODUCCIÓN | v |

| Capítulo | pp. |
|--|----------|
| 1. AUTOMATIZACION DEL CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL..... | 1 |
| 1.1 Planteamiento del problema..... | 3 |
| 1.2 Justificación..... | 4 |
| 1.3 Objetivos..... | 5 |
| 1.3.1 Objetivo general..... | 5 |
| 1.3.2 Objetivos específicos..... | 5 |
| 1.4 Metodología..... | 5 |
| 1.5 Alcance..... | 5 |
| 1.6 Limitaciones..... | 6 |
| 2. MARCO TEORICO..... | 7 |
| 2.1 Centro cívico plurifuncional y sus características..... | 7 |
| 2.1.1 Centro cívico..... | 7 |
| 2.1.2 Características de los centros cívicos..... | 7 |
| 2.2 Centro plurifuncionales..... | 8 |
| 2.2.1 Aspectos de los centro plurifuncionales..... | 8 |
| 2.3 Inmótica..... | 8 |
| 2.4 Gestiones de un sistema inmótico..... | 9 |
| 2.4.1 Gestión del confort agregado..... | 9 |
| 2.4.2 Gestión en el consumo de energía eléctrica..... | 10 |
| 2.4.3 Gestión de seguridad..... | 10 |
| 2.5 Edificio integrado..... | 10 |
| 2.6 Aspectos a controlar en un edificio integrado..... | 11 |
| 2.6.1 Instalación eléctrica..... | 12 |
| 2.6.2 Instalaciones de climatización..... | 13 |
| 2.6.3 Control de ascensores..... | 14 |
| 2.7 Automatización y control..... | 15 |
| 2.7.1 Estaciones de control y adquisición de datos..... | 15 |
| 2.7.2 Detectores y actuadores..... | 16 |
| 2.8 Interfaz hombre – máquina..... | 17 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 2.9 | Acondicionamiento de señales..... | 18 |
| 2.10 | Red de comunicación..... | 19 |
| 2.11 | Arquitectura del sistema de control..... | 19 |
| | 2.11.1 Arquitectura centralizada..... | 20 |
| | 2.11.2 Arquitectura descentralizada..... | 21 |
| | 2.11.3 Arquitectura distribuida..... | 22 |
| 2.12 | Topología de un sistema de control. | 23 |
| | 2.12.1 Configuración en estrella..... | 23 |
| | 2.12.2 Configuración en anillo..... | 24 |
| | 2.12.3 Configuración en bus..... | 25 |
| | 2.12.4 Configuración en árbol..... | 25 |
| 2.13 | Controladores lógicos programables..... | 26 |
| | 2.13.1 Conceptos básicos..... | 26 |
| | 2.13.2 Características sobresalientes de los PLC..... | 26 |
| 2.14 | Bases legales..... | 28 |
| | 2.14.1 Código eléctrico nacional..... | 28 |
| | 2.14.2 AENOR..... | 29 |
| | 2.14.3 Certificación LEED..... | 30 |
| | 2.14.4 Normas ISO..... | 31 |
| 3. | METODOLOGIA..... | 32 |
| 3.1 | Modalidad de investigación..... | 32 |
| 3.2 | Diseño de la investigación..... | 32 |
| 3.3 | Tipo de investigación..... | 32 |
| 4. | PRESENTACION, ANALISIS E INTEPRECACION DE RESULTADOS. | 34 |
| 4.1 | Memoria descriptiva del centro cívico..... | 34 |
| | 4.1.1 descripción de las áreas de la edificación..... | 37 |
| 4.2 | Criterio de diseño..... | 40 |
| | 4.2.1 Circuitos ramales..... | 46 |
| | 4.2.2 Cálculo del ascensor..... | 60 |
| | 4.2.3 Cálculo del hidroneumático..... | 64 |
| | 4.2.4 Alimentadores..... | 66 |
| | 4.2.5 Tableros..... | 73 |
| | 4.2.6 Cálculo de acometida..... | 76 |
| | 4.2.7 Corto circuito..... | 80 |
| 4.3 | Automatización de acometida..... | 82 |
| | 4.3.1 Principio de funcionamiento..... | 82 |
| | 4.3.2 Elementos utilizados..... | 83 |
| | 4.3.3 Diagrama de funcionamiento..... | 86 |
| 4.4 | Control lumínico..... | 88 |
| | 4.4.1 Principio de funcionamiento..... | 89 |

| | | |
|-------|---------------------------------------|-----|
| 4.4.2 | Elementos utilizados..... | 90 |
| 4.4.3 | Diagrama de funcionamiento..... | 92 |
| 4.5 | Automatización de ascensores..... | 93 |
| 4.5.1 | Principio de funcionamiento..... | 93 |
| 4.5.2 | Elementos utilizados..... | 94 |
| 4.5.3 | Diagrama de funcionamiento..... | 95 |
| 4.6 | Automatización de hidroneumático..... | 97 |
| 4.6.1 | Principio de funcionamiento..... | 97 |
| 4.6.2 | Elementos utilizados..... | 97 |
| 4.6.3 | Diagrama de funcionamiento..... | 99 |
| 4.7 | Control de temperatura..... | 100 |
| 4.7.1 | Principio de funcionamiento..... | 101 |
| 4.7.2 | Elementos utilizados..... | 101 |
| 4.7.3 | Diagrama de funcionamiento..... | 104 |
| 5. | ANÁLISIS ECONOMICO..... | 106 |
| | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 123 |
| | REFERENCIAS..... | 125 |
| | APÉNDICES..... | 129 |
| | ANEXOS..... | 148 |

www.bdigital.ula.ve

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura | pp. |
|--|------------|
| 2.1 Ejemplo de sensores..... | 16 |
| 2.2 Actuador..... | 17 |
| 2.3 Funcionamiento básico de un HMI..... | 18 |
| 2.4 Arquitectura centralizada..... | 20 |
| 2.5 Arquitecturadescentralizada..... | 21 |
| 2.6 Arquitectura distribuida..... | 22 |
| 2.7 Topología estrella..... | 24 |
| 2.8 Topología anillo..... | 24 |
| 2.9 Topología en bus..... | 25 |
| 2.10 Topología en árbol..... | 25 |
| 2.11 Simatic S7-1200..... | 26 |
| 2.12 Memorias de un PLC..... | 27 |
| 2.13 Visualizador de status del PLC..... | 27 |
| 4.1 Vista del conjunto de sur a norte..... | 34 |
| 4.2 Vista de techo del conjunto..... | 35 |
| 4.3 Edificio A..... | 35 |
| 4.4 Edificio B..... | 36 |
| 4.5 Edificio C..... | 36 |
| 4.6 Método por caída de tensión CAO A1..... | 48 |
| 4.7 Método por caída de tensión CCET1..... | 49 |
| 4.8 Sistema de ascensor motor..... | 62 |
| 4.9 Sistema de hidroneumático..... | 65 |
| 4.10 Bancadas de tubos para acometida..... | 80 |
| 4.11 Corto circuito equivalente..... | 81 |
| 4.12 Contactor de potencia Danfoss..... | 83 |
| 4.13 Generador 250kW SDMO..... | 84 |
| 4.14 UPS APC 1500VA..... | 85 |
| 4.15 Módulo analizador de líneas..... | 85 |
| 4.16 Diagrama de flujo acometida..... | 86 |
| 4.17 Contactor de 4 polos. SIRIUS 4RH2..... | 90 |
| 4.18 Detectores volumétricos Siemens..... | 91 |
| 4.19 Diagrama de flujo control lumínico..... | 92 |
| 4.20 Sensor final de carrera Honeywell..... | 94 |

| | | |
|------|--|-----|
| 4.21 | Diagrama de flujo sistema de ascensores..... | 95 |
| 4.22 | Switches tipo flotador con inserción lateral..... | 98 |
| 4.23 | Válvulas de asiento..... | 99 |
| 4.24 | Diagrama de flujo hidroneumático..... | 99 |
| 4.25 | Aire acondicionado split LG..... | 102 |
| 4.26 | Válvula expansión electrónica..... | 103 |
| 4.27 | Sondas de conducto QFM2160..... | 104 |
| 4.28 | Diagrama de flujo sistema de aire acondicionado..... | 103 |

www.bdigital.ula.ve

ÍNDICE DE TABLAS

| Tablas | pp. |
|--|------------|
| 2.1 Sistema centralizado..... | 20 |
| 2.2 Sistema descentralizado..... | 22 |
| 2.3 Sistema distribuido..... | 23 |
| 4.1 Especificación edificio A..... | 37 |
| 4.2 Especificación edificio B..... | 38 |
| 4.3 Especificación edificio C..... | 39 |
| 4.4 Especificación áreas comunes..... | 39 |
| 4.5 Especificación de luminaria..... | 40 |
| 4.6 Especificación de circuitos ramales..... | 47 |
| 4.7 Tabulación de circuitos ramales sótano..... | 50 |
| 4.8 Tabulación de circuitos ramales planta baja..... | 52 |
| 4.9 Tabulación de circuitos ramales planta 1..... | 56 |
| 4.10 Tabulación de circuitos ramales planta 2..... | 59 |
| 4.11 Tabulación de circuitos ramales centro deportivo..... | 60 |
| 4.12 Tabulación de ascensores..... | 63 |
| 4.13 Tabulación de dotación de agua edificio B..... | 64 |
| 4.14 Tabulación del circuito ramal hidroneumático..... | 65 |
| 4.15 Tabulación del hidroneumático..... | 66 |
| 4.16 Tabulación demanda de los locales comerciales..... | 71 |
| 4.17 Tabulación de la demanda por piso..... | 72 |
| 4.18 Tabulación de tableros..... | 73 |
| 4.19 Reparto de cargas..... | 74 |
| 4.20 Tabulación desbalance de tableros..... | 75 |
| 4.21 Tableros de servicios generales..... | 76 |
| 4.22 Demanda edificio A..... | 77 |
| 4.23 Demanda TUG..... | 77 |
| 4.24 Demanda de circuitos especiales..... | 78 |
| 4.25 Demanda total por edificio..... | 78 |
| 4.26 Posibles soluciones para acometida..... | 79 |
| 4.27 Porcentaje de carga por edificio..... | 80 |
| 4.28 Horarios de Racionamiento de consumo energético..... | 89 |
| 5.1 Relación de costos edificio A – acometida..... | 107 |
| 5.2 Relación de costos edificio A – hidroneumático..... | 108 |
| 5.3 Relación de costos edificio A – ascensores..... | 108 |

| | | |
|------|---|-----|
| 5.4 | Relación de costos edificio A – control lumínico..... | 108 |
| 5.5 | Relación de costos edificio A – control de temperatura..... | 109 |
| 5.6 | Relación de costos edificio A – autómata programable..... | 109 |
| 5.7 | Relación de costos edificio A..... | 111 |
| 5.8 | Relación de costos edificio B – acometida..... | 111 |
| 5.9 | Relación de costos edificio B hidroneumático..... | 111 |
| 5.10 | Relación de costos edificio B ascensores..... | 112 |
| 5.11 | Relación de costos edificio B control lumínico..... | 112 |
| 5.12 | Relación de costos edificio B control de temperatura..... | 113 |
| 5.13 | Relación de costos edificio B autómata programable..... | 113 |
| 5.14 | Relación de costos edificio B..... | 114 |
| 5.15 | Relación de costos acometida edificio C..... | 115 |
| 5.16 | Relación de costos edificio C hidroneumático..... | 115 |
| 5.17 | Relación de costos edificio C ascensores..... | 115 |
| 5.18 | Relación de costos edificio C control lumínico..... | 116 |
| 5.19 | Relación de costos edificio C control de temperatura..... | 116 |
| 5.20 | Relación de costos edificio C autómata programable..... | 117 |
| 5.21 | Relación de costos edificio C..... | 118 |
| 5.22 | Relación de costos Edificio A-B-C..... | 118 |
| 5.23 | Relación de costos del centro cívico prurifuncional..... | 119 |
| 5.24 | Precio del kWh de las tarifas de ENDESA..... | 120 |
| 5.25 | Consumo energético de la edificación mensual sin la aplicación..... | 120 |
| 5.26 | Consumo energético de la edificación aplicando inmótica..... | 121 |
| A.1 | Elementos utilizados para la automatización acometida edificio A..... | 130 |
| A.2 | Elementos utilizados para la automatización hidroneumático edificio A..... | 131 |
| A.3 | Elementos utilizados para la automatización ascensores edificio A..... | 131 |
| A.4 | Elementos utilizados para la automatización control lumínico edificio A..... | 132 |
| A.5 | Elementos utilizados para la automatización control de temperatura edificio A.. | 133 |
| A.6 | Elementos utilizados para la automatización acometida edificio B..... | 134 |
| A.7 | Elementos utilizados para la automatización hidroneumático edificio B..... | 135 |
| A.8 | Elementos utilizados para la automatización ascensores edificio B..... | 136 |
| A.9 | Elementos utilizados para la automatización control lumínico edificio B..... | 136 |
| A.10 | Elementos utilizados para la automatización control de temperatura edificio B.. | 138 |
| A.11 | Elementos utilizados para la automatización acometida edificio C..... | 139 |
| A.12 | Elementos utilizados para la automatización hidroneumático edificio C..... | 140 |
| A.13 | Elementos utilizados para la automatización ascensores edificio C..... | 140 |
| A.14 | Elementos utilizados para la automatización control lumínico edificio C..... | 141 |
| A.15 | Elementos utilizados para la automatización control de temperatura edificio C. | 143 |
| A.16 | Autómatas programables edificio A..... | 144 |
| A.17 | Autómatas programables edificio B..... | 145 |
| A.18 | Autómatas programables edificio C..... | 146 |

INTRODUCCION

El desarrollo sostenible a lo largo de las últimas décadas, ha dado un giro de acuerdo a las nuevas prioridades en los sistemas de gestión integrada de energía, al construir edificaciones consignados a mejorar la calidad de vida de las personas que habitan en él, ya sea para su confort, seguridad y ahorro energético. Este trabajo se basa en una de las tendencias para la creación de novedosas tecnologías. Ahora se inicia con un concepto de mayor valor para la planificación de todos los componentes que brindara un ambiente más productivo que permita minimizar los costos económicos de manera ecológica. El control y supervisión eficaz de estos elementos son caracterizados por la inmótica presente en edificios, viviendas o en cualquier lugar que se puede implementar estos avances tecnológicos.

Una de las grandes necesidades que tienen los edificios, es poder mantener sus instalaciones en buen estado a lo largo del tiempo, cosa que estamos viviendo actualmente en Venezuela, presentando además un aumento en las tarifas del servicio eléctrico, causando el interés por la implementación de este tipo de sistema para mejorar la rentabilidad económica. Unas de las grandes carencias está en tener plataformas que brinde una gestión oportuna de sus instalaciones (sistemas de climatización, bombeo de agua, iluminación y monitoreo de energía). En otras palabras, esta innovación digitaliza todos los datos de operación y servicio de los edificios para que desde un único punto de control se puedan gestionar los edificios, de allí el concepto de los edificios inteligentes.

En este trabajo se pretende el diseño de un modelo funcional de sistema inmótico para el control integrado del sistema de fuerza y potencia del centro cívico de Mérida, sector Hoyada de Milla, Municipio Libertador, basado en la arquitectura plurifuncional, su enfoque es un

proyecto integrador para lograr un articulador de las funciones que se desarrollen a sus alrededores, como el comercio, el habita, circulación de transporte y peatones. Con el fin de tener un acercamiento a estas tecnologías aportando una nueva herramienta dentro del diseño sostenible moderando el consumo excesivo de energía eléctrica.

El estudio de investigación se encuentra dividido en 5 capítulos los cuales se especifican de la siguiente manera:

Capítulo I: Se enfoca en el por qué se debe realizar dicha propuesta junto con los objetivos del proyecto, así como también la metodología a usar para crear dicha necesidad.

Capítulo II: Avanzando como todo lo referente a los conceptos necesarios para la realización del mismo se encuentra el especificando a detalle cada uno de los pasos que se requieren para hacer el diseño de manera correcta aplicando las normas.

Capítulo III: Marco Metodológico, se describirá la modalidad, diseño y tipo de la investigación.

Capítulo IV: De igual manera, se describe el capítulo IV, contenido del análisis e interpretación de los resultados con sus respectivos cálculos, programación lógica e interfaz gráfico arrojados por la investigación.

Capítulo V: En él se encuentra el estudio de la factibilidad económica de la investigación, donde se describe todos los elementos necesarios para la implementación de la propuesta.

CAPITULO I

PROBLEMÁTICA ACTUAL

En el territorio nacional es notorio que muchas de las nuevas construcciones siguen estándares ambiguos, desde su fase de diseño, sin una visión de un ajuste automático de sus sistemas operativos y equipos que brinden un diseño de planes de mantenimiento preventivo, sin estrategias que permitan minimizar el uso de la energía y la sostenibilidad. En este sentido, resulta imposible seguir pensando que aún se sigue manteniendo las infraestructuras de Venezuela con una idea de construcción tradicional y antigua, a causa que el costo de la energía eléctrica era insignificante, pese a la innovación digital actual y a su atribución por crear espacios automatizados será una prioridad.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los avances tecnológicos que el hombre ha realizado a lo largo del tiempo, varían dependiendo de la época, razón por la cual, se ponen en práctica bajo estudios complementarios que buscan la manera de adaptar el medio en el cual habita, ideando formas para automatizar los procesos al realizar cualquier tipo de trabajo que habilite las acciones de una edificación.

Hoy en día el contexto social desconoce los procesos relacionados con la tecnología y la infraestructura por consiguiente no se ven atraídas en conocer lo relacionado con los edificios inteligentes, medios o herramientas que estarán más presentes día a día, siendo el posible futuro de las siguientes edificaciones y viviendas.

Por esta razón es importante afirmar el avance de los sistemas inmóticos y la creación de edificios inteligentes que han evolucionado notablemente con el transcurso del tiempo

cubriendo de cierta forma las necesidades que el ser humano requiere, de la mano con la ciencia, la tecnología y la preservación del medio ambiente, es posible que las oficinas, hospitales, fábricas, centro comerciales o toda clase de edificios dejen de ser una construcción de concreto, acero y vidrio, convirtiéndose en una estructura automatizada que en cierto modo puedan tomar decisiones, en beneficio del hombre y de su entorno, razón por la cual este proyecto se enfoca en gestionar y controlar las instalaciones para conseguir un ahorro de energía eléctrica, siendo un eje fundamental del desarrollo científico y tecnológico para la región, que carece de sistemas a este nivel; es decir, un edificio que brinde las comodidades necesarias para las personas que hacen uso de dicha construcción. Para lo cual se pretende hacer uso de esta nueva tecnología con la implementación del sistema inmótico en el centro plurifuncional de Mérida.

La implementación del sistema inmótico en el centro cívico tiene como objetivos fundamentales: de aumentar la eficiencia energética, la seguridad, la usabilidad y la accesibilidad, con el fin de garantizar las óptimas condiciones para desarrollar las determinadas actividades y contribuir en crear un ambiente confortable para el cliente, garantizando una zona de máxima eficacia eléctrica.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La mayor parte de los sistemas eléctricos y electrónicos instalados en edificios con aplicación diferente al uso residencial, generan gastos innecesarios y excesivos en todo tipo de recursos, energéticos, hídricos, etc., incidiendo no sólo de forma económica sino también medioambiental. Esta falta de control y gestión provocan probablemente pérdidas de productividad, de energía e incluso falta de condiciones óptimas para atender situaciones de emergencia.

El buen diseño de la gestión técnica de las instalaciones cobra una máxima relevancia tanto en la optimización de los recursos del centro como en el bienestar de los usuarios y sus trabajadores. El sistema inmótico lo forma el conjunto de nodos de control y de equipos necesarios para realizar esta gestión, y es gracias a este servicio cuando se logra un gran ahorro de energía y de recursos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetos Generales

Diseñar una propuesta de implementación de un sistema inmótico para el control y gestión integrado del sistema de fuerza y potencia del centro cívico plurifuncional de Mérida

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar la inmótica y sus aplicaciones existentes en las áreas de potencia y monitoreo de energía.
- Describir las diferentes ventajas de la inmótica como sistema de automatización sostenible para el centro plurifuncional.
- Estimar el consumo energético que tendrá el sistema de fuerza y potencia del centro cívico plurifuncional.
- Plantear un sistema integrado para control y gestión de los sistemas.
- Programar el controlador lógico maestro de sistema de gestión y control.
- Evaluar la factibilidad técnica económico del sistema que permita controlar y gestionar el consumo eléctrico por medio del control del sistema de fuerza y potencia.

1.4 METODOLOGÍA

La metodología a seguirse en este trabajo es de tipo documental, en donde luego de realizar una revisión exhaustiva sobre los sistemas inmóticos, así como un análisis de las aplicaciones prácticas, se propone un diseño de estos sistemas sobre una edificación de diferentes propósitos, dando como resultado unas recomendaciones de aplicación práctica y que contribuyan a la solución del problema planteado.

1.5 ALCANCE

El objeto de estudio está diseñado para automatizar todo lo relacionado con las necesidades energéticas que presenta el centro cívico plurifuncional del estado Mérida, optimizando el uso de energía cuando los sistemas estén en uso o no mediante sensores y actuadores que permiten brindar un ambiente confortable, este diseño estará realizado basado en un sistema Scada mediante un controlador programado PLC (Siemens), en el cual cuenta con un punto centralizado donde se monitorea todas las variables a emplear.

1.6 LIMITACIONES

Dado al costo de los equipos y por tratarse del desarrollo de un estudio teórico de diseño, no podrá ser posible una demostración con una maqueta que cuente con el PLC, los sensores y actuadores, por lo tanto, se limitará una demostrará mediante un interfaz gráfico en el software TIA PORTAL en donde se podrá simular los procesos de automatización del conjunto centro cívico plurifuncional de Mérida.

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

En este apartado del trabajo especial de grado, el Marco Teórico representa los aspectos significativos de los elementos que conformaron la sustentación de la teoría y los diversos postulados en que se apoyó la investigación.

2.1 CENTRO CÍVICO PLURIFUNCIONAL Y SUS CARACTERÍSTICAS

2.1.1 Centro Cívico.

Son espacios de encuentro y relación ciudadana donde se pueden prestar instrumentos de formación, la mejora de las condiciones sociales y culturales de los ciudadanos, desarrollar actividades de esparcimiento, como de igual forma actividades de grupos a través del desarrollo comunitario y participativo.

Los Centro cívicos responden a los intereses colectivos, son mediadores al satisfacer la demanda de una población respecto a la necesidad de servicios, concentrándose para su prestación, en instalaciones polivalentes cercanas a una ciudadanía.

2.1.2 Características de los centros cívicos.

Los centros cívicos no responden a un modelo común, son el fruto del entorno en el que se encuentran, con diseños dinámicos y abiertos. En cuanto a la programación y servicios, son totalmente dependientes de las necesidades, características y peculiaridades de la comunidad donde deben de cumplirse una serie de requisitos:

- Servir de base al desarrollo comunitario y a la participación ciudadana.
- Constituir un punto de encuentro sociocultural, posibilitando así un ocio activo y creativo.

- Detectar, acoger, estimular y ayudar a materializar todo tipo de iniciativas del entorno.
- Cubrir aquellos segmentos de actividades sociales y culturales que el barrio solicita.
- Prestar servicios públicos dirigidos a la mejora de las condiciones sociales y culturales del entorno.
- Ser espacios de encuentro para la cultura, lugares de libre transmisión e intercambio de conocimientos a través de la experimentación colectiva.

2.2 CENTRO PLURIFUNCIONALES.

Los centros plurifuncionales se interpretan como un sistema interrelacionado de áreas funcionales que aportan a la integración de diferentes entes con actividades específicas, en espacios únicos, donde se han determinado necesidades que llevan al desarrollo de actividades en común, entonces las centralidades plurifuncionales, es donde se da una mezcla de actividades que permiten satisfacer una amplia gama de necesidades.

2.2.1 Aspectos de los centros plurifuncionales.

La accesibilidad es un aspecto que tiene que ver con la capacidad de un gran flujo de personas y la facilidad para introducirlos en él, disponiendo desde sendas a espacios comunes articuladores. El otro aspecto es la diversidad, tomando en cuenta que un gran flujo de personas, equivale a que son diferentes, con variedad de actividades, por tanto, debe contener variedad de funciones. Por otro lado, estos centros de múltiples funciones buscan crear espacios con pertenencia para el usuario, este aspecto es logrado implementando elementos referenciales de la comunidad a la cual está destinada. En cuanto a la ornamentación, su imagen busca reflejar un gusto discreto, sin extravagancias.

2.3 INMOTICA.

Inmótica engloba el conjunto de soluciones de automatización y control que mediante el uso de las técnicas y tecnologías (de la electricidad, la electrónica, la informática, la robótica, las telecomunicaciones), se logra un mejor uso, gestión y control orientado a hoteles, ayuntamientos, museos, bloques de pisos, edificios; en lo que se refiere a seguridad, confort, gestión y comunicación.

La diferencia que se puede notar entre DOMÓTICA, es que esta busca más calidad de vida en el hogar, mientras que INMÓTICA busca obtener más calidad de trabajo.

Además los beneficios que proporciona la integración de estos sistemas a un edificio, pueden ser, para el propietario de este, quien puede ofrecer una edificación más atractiva, mientras alcanza grandes reducciones en los costos de energía y operación, también para los usuarios del edificio, los cuales mejoran notablemente su confort y seguridad, para el personal de mantenimiento del edificio, que mediante la información almacenada y el posterior estudio de tendencias, puede prevenir desperfectos y para el personal de seguridad, el cual ve facilitada y complementada su tarea con el fin de hacerla mucho más eficiente.

También ofrece la posibilidad de monitorización del funcionamiento general del edificio. Los ascensores, el balance energético, el riego, la climatización e iluminación de las áreas comunes, la sensorización de variables analógicas como temperatura y humedad, control y alertas en función de parámetros determinados, el sistema de accesos, sistemas de detección de incendios, etc., del mismo modo permite un mayor control de accesos y el seguimiento continuo de quien haya ingresado al edificio. Se ha aplicado con éxito en edificios residenciales, de oficinas, hoteles, hospitales, museos, centros comerciales.

2.4 GESTIONES DE UN SISTEMA INMOTICO:

2.4.1 Gestión del Confort agregado:

Provee comodidades dentro de un ambiente, para optimizar la calidad laboral ayudando a la realización de tareas de iluminación, control de acceso y persianas, climatización.

Las funciones correspondientes al confort agregado son:

- Encendido y apagado general de la iluminación de los ambientes y en puntos específicos con detección de presencia o mandos inalámbricos.
- Supervisión automatizada y centralizada de dispositivos electrónicos de seguridad interna, (control de acceso) y externa (perimetral).
- Control de la climatización (medición de flujo de agua).

2.4.2 Gestión en el consumo de energía eléctrica:

Esta área se encarga de hacer más eficiente la utilización de la energía eléctrica, mediante dispositivos temporizadores, sensores y elementos programables, con el fin de implementar la integración de todos los dispositivos que permitan:

- Racionalización de cargas eléctricas por medio de dispositivos que permitan la conexión y desconexión de áreas y equipos, en función de parámetros establecidos.
- Ahorro de energía y un ambiente agradable según el nivel de iluminación, a través de detectores de presencia o detectores crepusculares.
- Ambientes climatizados según horarios establecidos o estaciones del año.

2.4.3 Gestión de Seguridad:

Los sistemas de monitoreo y seguridad, actualmente se encuentran especificados para trabajar de manera autónoma, sin embargo, debido a su gran desarrollo e implementación, se considera de gran importancia especialmente si se encuentra integrado en un proyecto con instalaciones automatizadas. Existen tres factores que se deben tener en cuenta para garantizar la seguridad total de una instalación Inmótica:

- La seguridad del personal.
- La seguridad del patrimonio.
- La seguridad relacionada con los eventos de emergencia.

2.5 EDIFICIO INTEGRADO.

Un edificio integrado es aquel cuyas instalaciones que le son propias, como la climatización, la seguridad o las comunicaciones, son debidamente gestionadas por un sofisticado sistema de control integrado, permitiendo a sus usuarios una mayor facilidad en el uso de estas instalaciones.

La aparición del concepto del edificio integrado surgió por dos razones:

- Tendencia a la integración de las actividades tecnológicas, es decir, deben confluir en un único proyecto todas las actividades tecnológicas.

- Aparición de un conjunto de nuevas necesidades en el que hacer diario de las empresas y de sus profesionales y como consecuencia, del espacio en que vayan a ser ubicados.

Los objetivos que ha de cumplir un edificio integrado son los siguientes:

- Incremento de la seguridad, tanto personal como patrimonial, con una vigilancia total de todas las instalaciones por una persona desde el mismo punto.
- Mejora del grado de confort, debido a la constante supervisión de las condiciones ambientales y la inmediata actuación sobre los elementos que las regulan.
- Ahorro energético, como consecuencia de su poder de actuación inmediata y de la posibilidad de controlar las necesidades energéticas por pequeños sectores de cada planta.
- Mejor mantenimiento de las instalaciones, como consecuencia de la mayor vigilancia sobre el sistema y la posibilidad de actuar desde un único punto. Con esto se consigue una disminución de las averías.
- Mínimo tiempo de respuesta, a las alarmas y averías, al presentarse la información plenamente interpretada en un solo puesto de control.

2.6 ASPECTOS A CONTROLAR EN UN EDIFICIO INTEGRADO.

Un edificio integrado posee un eficiente sistema de control con un acceso moderno, completo y seguro que opera satisfactoriamente y que incluso puede intercambiar información con sistemas de otros edificios. La funcionalidad incluye la apertura y cierre de puertas, aviso al personal de seguridad por violación del sistema de vigilancia o cualquier otra anomalía, alarmas de incendio, estado de ascensores, etc.; y, toda esta información es usada para el manejo y operación de todo el edificio.

Gracias a las funcionalidades y eficiencia de las tecnologías usadas en sus sistemas, los mayores beneficios de los edificios integrados son los siguientes:

Instalaciones de servicios.

El objetivo de las instalaciones de servicios es optimizar el entorno del puesto de trabajo, incrementando la productividad del profesional y a su vez mejorando la imagen de la empresa. Además, un factor muy importante es el ahorro de la energía. Así se pretende además de controlar, gestionar correctamente esta instalación ya que hoy en día es primordial el ahorro de energía. De hecho, una de las causas principales para la aparición de edificios integrados o inteligentes fue la necesidad de racionalizar el consumo energético.

Esta instalación de servicios se subdivide en tres instalaciones:

- Instalación eléctrica
- Instalación de climatización
- Control de ascensores

2.6.1 Instalación eléctrica.

En esta instalación no se pretende dar solamente la visión que se tiene normalmente de una instalación eléctrica, es decir, luminarias, cálculos de secciones de cables, cuadros de distribución, etc., sino que como se pretende conseguir un sistema de control de un edificio integrado se dan a conocer unos aparatos y unos sistemas para realizar esta función. Así, el sistema se puede subdividir en tres: por un lado hay un sistema analizador de los parámetros de la red eléctrica, es decir, medida del factor de potencia ($\cos(\varphi)$) y cálculo de la potencia activa, reactiva y aparente. Por otro lado, se cuenta de un sistema de encendido/apagado de luces en función de la presencia y a distancia. Además, se pueden encender y apagar las luminarias a distancia, desde el puesto de control. Con estos tres sistemas lo que se pretende es un consumo más eficiente del edificio y una optimización de la gestión del mismo. Esta instalación se corresponde más con la gestión que con el control del edificio. Hoy en día, es primordial el ahorro de energía, y por tanto fundamental el controlar el consumo de energía eléctrica. Determinar dónde, cuándo y cómo consume la energía eléctrica obliga a desarrollar sistemas como el que se explica en este apartado.

- **Sistema analizador de parámetros eléctricos.**

Para hacer una correcta gestión de la energía consumida en el edificio, hay que disponer de un sistema analizador de los parámetros de la red eléctrica, para saber si se está utilizando correctamente, y en caso contrario, actuar consecuentemente.

- **Encendido /Apagado de la iluminación en función de la detección de presencia.**

Para hacer un buen control de la energía consumida en el edificio se basa de un sistema que encenderá o apagará las luminarias de una estancia en función de si está o no ocupada. Así se obtendrá un buen ahorro de energía eléctrica.

El sistema comprende de los detectores volumétricos de infrarrojos repartidos por todas las plantas y utilizados también para la instalación de seguridad del edificio. Éstos detectores captan las radiaciones térmicas infrarrojas emitidas por las personas y mandan una señal al PLC central de cada planta. Se han utilizado en todas las plantas del edificio.

- **Encendido /Apagado de luminarias a distancia.**

Además de la posibilidad de encender y apagar las luces en función de si hay alguna persona en el interior de una sala, se utiliza un sistema de encendido y apagado de luminarias desde el puesto de control central y en cualquier momento. El objetivo de este sistema, igual que de los dos anteriores, es el de ahorrar energía. Con este sistema se evitan olvidos en el apagado de las luces de alguna de las oficinas del edificio.

2.6.2 Instalaciones de climatización.

Un sistema de climatización debe proporcionar un estado de confort y bienestar humano, esto buscando la selección de un determinado sistema siguiendo las características físicas del, aspecto económico y grado de flexibilidad requerido.

Para refrigerar un ambiente de forma pasiva existen dos estrategias: reducir las ganancias de calor en el interior (detener la radiación solar, maximizar la iluminación natural, reducir las ganancias de calor internas por iluminación artificial y otros equipos) e incrementar las pérdidas de calor al exterior (ventilación). A veces, aún aplicando estos principios no es suficiente lo cual conlleva a la necesidad de usar sistemas de refrigeración mecánica.

La correcta aplicación de los principios de reducción de ganancia de calor interior y de ventilación, disminuirán los requerimientos de refrigeración mecánica para lograr condiciones de confort. Esto se reflejará en una reducción del consumo de energía, de los costos de funcionamiento, y por lo tanto un ahorro por parte del usuario.

2.6.3 Control de ascensores.

El que se denomina como ascensor convencional es un maquinismo que sirve para trasladar verticalmente personas o cargas (montacargas), de un nivel a otro superior o inferior, ha sido diseñado para lograr la mayor seguridad y las prestaciones más elevadas.

Un ascensor se puede considerar energéticamente eficiente cuando, entre otras características, está configurado o cuenta entre sus componentes con elementos o sistemas, que reduzcan el consumo, el empleo y el peso de los materiales, el espacio ocupado en el edificio, los ruidos y las vibraciones.

El control de los ascensores involucra las funciones de operación tales como:

- Control de carga.
 - Programa de optimización de servicio y paradas.
- Maniobra y alarmas de bomberos.
- Representación gráfica histórica de alarmas.

2.7 AUTOMATIZACION Y CONTROL.

Los primeros sistemas de control de edificios basados en técnicas de automatización aparecen en la década de los sesenta juntamente con un considerable aumento de la complejidad de las instalaciones técnicas y del tamaño de los edificios que hace necesario centralizar la señalización de desperfectos, anomalías y alarmas. Así fue como se empezaron a ver grandes tableros con esquemas y sinópticos que representaban las instalaciones sobre los que indicadores luminosos, instrumentos de medida, interruptores, etc. permitían supervisar e incluso actuar a distancia sobre los equipos e instalación de un edificio.

La rápida evolución de la electrónica y de la informática y los conocimientos adquiridos en la automatización de otras áreas (fábricas, centrales eléctricas, etc.) hicieron desarrollar aplicaciones específicas, mejorar los sistemas de transmisión de señales, buscar sensores especiales y realizar programas especiales encaminados a la optimización del control de edificios. Estos sistemas donde la electrónica y la informática garantizan un servicio de alta fiabilidad y precisión en cuanto al control del funcionamiento de complejos sistemas electromecánicos, cuyo costo de mantenimiento o las consecuencias de un desperfecto justificaban las inversiones realizadas en ellos.

2.7.1 Estaciones de control y adquisición de datos.

Son las que se montan en campo (remotas). Suelen contener tarjetas de control y tarjetas de entrada y salida (E/S). Reciben la información de los sensores y detectores y son las encargadas de llevar todo el control de forma autónoma. Normalmente van montadas en armarios fuera de la sala de control.

2.7.2 DETECTORES Y ACTUADORES.

Sensores

Son dispositivos electrónicos que monitorizan de forma permanente un entorno, este elemento es capaz de convertir magnitudes físicas, químicas, biológicas, etc., en magnitudes eléctricas; es decir, convierten una clase de energía en otra, con el objetivo de proporcionar al controlador la información adecuada y necesaria para que este pueda realizar el control de cualquier tipo de sistema de una forma eficaz. Dentro del edificio los sensores que más se incorporan son: temperatura, humedad, humo, iluminación, presencia.

Los sensores de un sistema inmótico son parametrizables y sus variables internas admiten valores comprendidos entre un valor máximo y un valor mínimo. Sus principales características son la amplitud, la calibración, el error, la fiabilidad, la precisión, la rapidez de respuesta y la temperatura a la que trabaja.

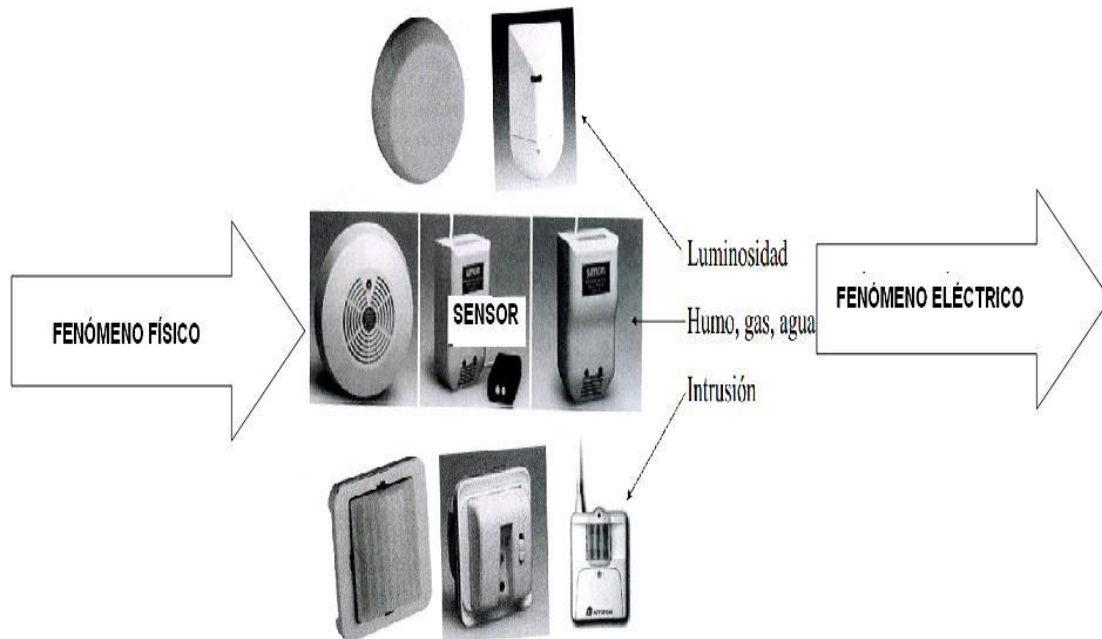


Figura 2.1 Ejemplo de sensores [1]

Nota: En el mercado existen una gran cantidad de sensores para satisfacer las necesidades dentro y fuera de la industria y se los han agrupado de acuerdo a varios criterios de clasificación, los primeros, según su alimentación (activos, necesitan alimentación de una fuente eléctrica y pasivos no necesitan alimentación eléctrica) y los segundos, según el tipo de señal implicada (continuos y discretos).

Controlador

Es el dispositivo principal dentro del sistema inmótico, este actúa como el cerebro de todo el edificio ya que sirve de enlace entre los sensores y actuadores, recibiendo la información y tomando las decisiones para asegurar el correcto funcionamiento de la edificación, en el controlador se encuentran algoritmos escritos en un lenguaje de programación el cual depende del controlador que se utilice, el programa que se encuentra corriendo dentro del controlador será el encargado de enviar las señales para que los actuadores funcionen de acuerdo a las necesidades de los usuarios.

Actuador

Es un dispositivo electromecánico que recibe información digital o analógica y se activa o desactiva, dependiendo de la parametrización de sus variables (valores máximos y mínimos de actuación). Al recibir una orden del controlador, el actuador realiza una acción que puede ser el encendido o apagado de luminarias, actuación de ventiladores y extractores, apertura o cierre de electroválvulas, etc. A estos dispositivos se los puede clasificar según su constitución en acústicos (sirenas, altavoces), electromecánicos (bobinas, cerraduras eléctricas, contactores, electroválvulas, motores, relés) y luminosos (lámparas, paneles, monitores).

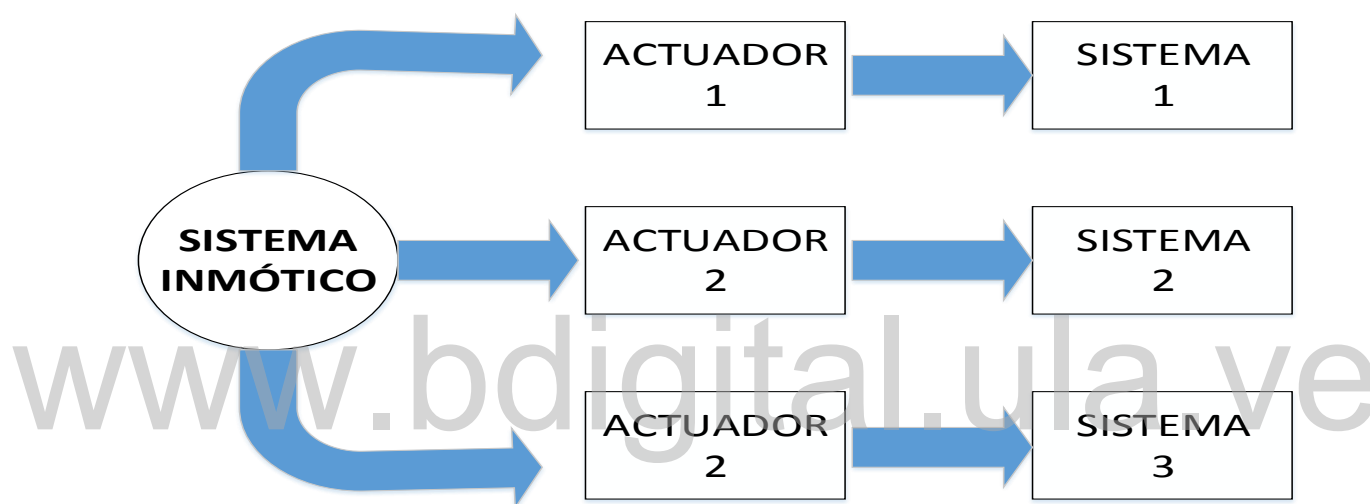


Figura 2.2 Esquema del actuador

2.8 INTERFAZ HOMBRE – MÁQUINA

Dentro de un sistema inmótico la creación de un HMI (Interfaz Humano-Máquina), es muy importante y necesaria porque de esta manera se puede monitorear o visualizar por medio de un computador todo lo que está sucediendo en tiempo real dentro del edificio, además de aumentar el confort de quien opera haciendo su trabajo más eficiente. Una HMI debe ser amigable, intuitiva y sencilla para que el usuario pueda utilizarlo desde el primer momento sin ningún problema.

La HMI se comunica con los controladores lógicos programables (PLCs) y los sensores de entrada/salida para obtener y mostrar información para que los usuarios la vean. Del mismo modo, pueden utilizarse para una sola función, como el monitoreo y el seguimiento,

o para realizar operaciones más sofisticadas, como el apagado de máquinas o el aumento de la velocidad de producción, dependiendo de cómo se implementen.

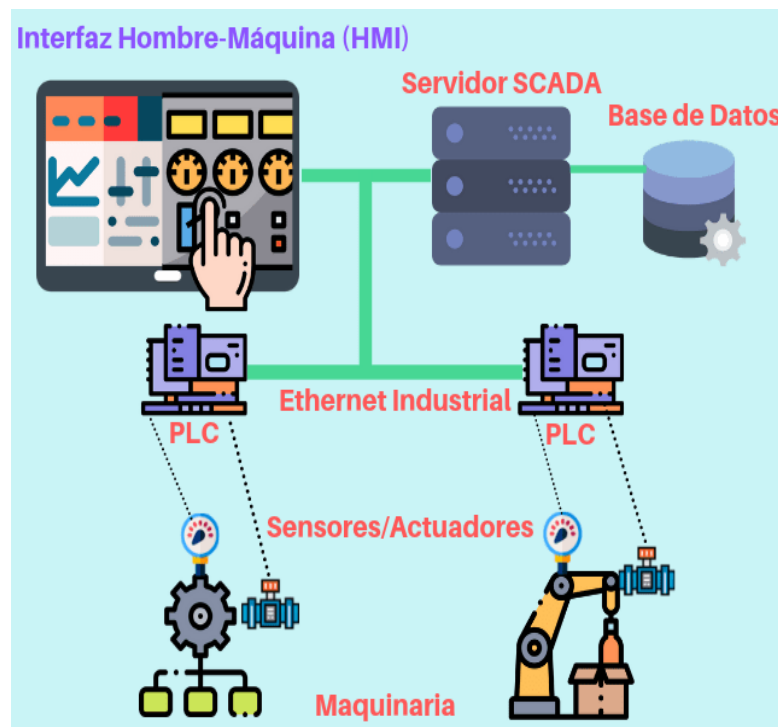


Figura 2.3. Funcionamiento básico de un HMI [2]

2.9 ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES.

Es muy importante tomar en cuenta que las señales salientes del controlador ya sean analógicas o digitales por lo general no son compatibles con las señales de activación de los actuadores, es en esta instancia en que a las señales de baja potencia enviadas por el controlador se les acopla mediante una interfaz para que estas se amplifiquen en voltaje o corriente.

Algunos tipos de interfaces son las etapas de comunicación con transistores, la conmutación de cargas en corriente alterna (AC) con triacs, o en corriente continua (DC) con tiristores, la interface para señales de corriente alterna en baja frecuencia, de potencia mediante circuitos integrados, de salida optoacoplada. Las señales enviadas por el controlador pueden ser utilizadas como señales de control para activar relés y a su vez bobinas de contactores y estos a la vez suministrar energía a los diferentes circuitos de iluminación, ventilación, fuerza, etc.

2.10 RED DE COMUNICACIÓN.

Es la parte esencial dentro del sistema inmótico, ya que mediante este se comunican entre sí los distintos dispositivos de control que se encuentran formando este sistema; entonces se dice que el protocolo es el camino o la vía mediante el cual se interconectan dos o más dispositivos controladores para generar información dentro del edificio, y así lograr la recepción y envío de la información de un lugar a otro.

El protocolo de comunicación estándar, es aquel en cual el público en general tiene libre acceso, ya que el software es desarrollado por empresas que auspician su producto; este tipo de protocolo sirve para crear dispositivos de control compatibles con varias empresas y así implementar un sistema inmótico con variedad de dispositivos (sensores, actuadores), siendo el usuario el mayor beneficiario porque tiene la posibilidad de abaratar costos y tener una gama de dispositivos más amplia para elegir. Mientras que el protocolo de comunicación propietario, es desarrollado por una empresa la cual tiene su propia marca de productos, protocolos y codificaciones propias del fabricante, los cuales no son accesibles para el público en general y no se pueden comunicar con dispositivos que no sean de esta misma empresa o marca, son más económicos que los protocolos estándar, pero con una gran desventaja que, si por alguna circunstancia o motivo la empresa desarrolladora de este dispositivo desaparece todos los sistemas que cuenten con estos elementos al sufrir algún daño no podrán ser reparados ni sustituidos por falta de repuestos y productos. Con el transcurso del tiempo y la evolución de la tecnología, se puede lograr que los sistemas domóticos e inmóticos instalados en las viviendas, edificios se comuniquen mediante varios protocolos o tecnologías de comunicación, mediante los cuales se facilita la interacción con el usuario del sistema.

2.11 ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE CONTROL.

Desde el punto de vista técnico, la arquitectura es una de las principales características dentro del sistema inmótico, ya que aquí se encuentra la forma en la cual se conectan todos los elementos y dispositivos en la edificación. Un sistema inmótico puede tener los siguientes tipos de arquitecturas.

2.11.1 Arquitectura Centralizada.

Es aquella en la que los elementos a controlar y supervisar (sensores, luces, válvulas, etc.), han de cablearse hasta el sistema de control del edificio. Los sensores recogen y envían información al controlador principal en donde este se encarga de tomar decisiones enviando la información a los actuadores para que las realicen. Entre las ventajas de esta arquitectura, los elementos sensores y actuadores son de tipo universal, tienen un coste reducido o moderado, fácil uso y la instalación es sencilla. Su principal desventaja es el cableado significativo, además de que su sistema depende del funcionamiento óptimo de la central, posee una reducida ampliabilidad y necesita de una interfaz de usuario.

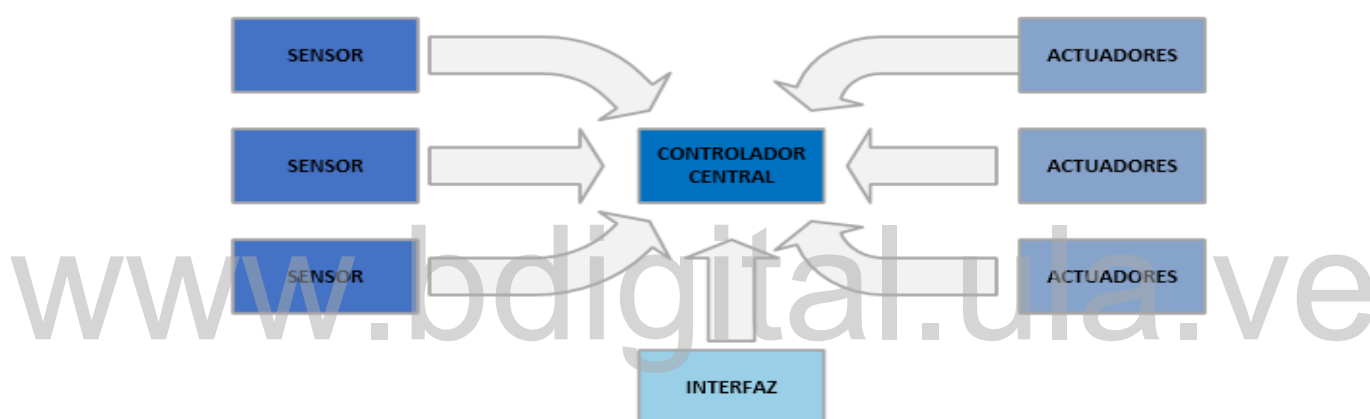


Figura2.4 Esquema de una arquitectura centralizada [3].

Tabla.2.1 Sistema centralizado

| SISTEMA CENTRALIZADO | |
|----------------------|--|
| VENTAJAS | Los elementos sensores y actuadores son de tipo universal. |
| | Coste reducido o moderado. |
| | Fácil uso y formación. |
| | Instalación sencilla. |
| DESVENTAJAS | Sistema independiente del óptimo funcionamiento de la central. |
| | Reducida ampliación. |
| | Capacidad del sistema. |
| | Necesita de un interfaz de usuarios. |
| | Cableado significativo. |

Nota: Ventajas y desventajas de una arquitectura centralizada. Tomado de [4].

2.11.2 Arquitectura Descentralizada.

En este sistema, todos los dispositivos poseen inteligencia, esto quiere decir que trabajan independientemente, a pesar de esto, la comunicación se lo hace a través de un bus compartido. Dentro de las ventajas de esta arquitectura, están la seguridad de funcionamiento, la posibilidad de rediseño de la red, su reducido cableado, la fiabilidad de productos y su fácil ampliabilidad. Su principal desventaja es los elementos de red, que no son universales y son limitados a la oferta, además de poseer un coste elevado, y una reducida ampliabilidad, la necesidad de una interfaz de usuario, y una compleja programación.

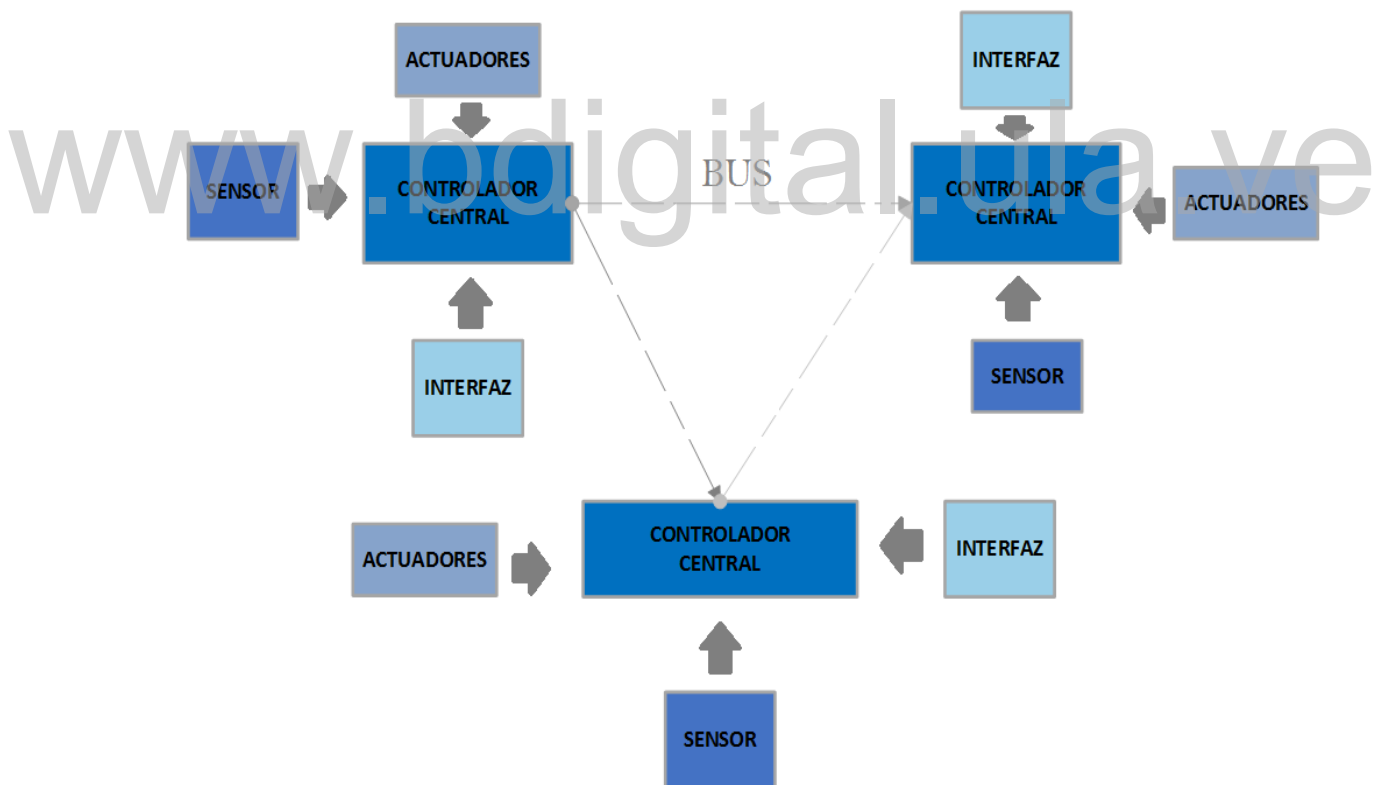


Figura 2.5 Arquitectura descentralizada [5].

Tabla2.2 Sistema descentralizado [6].

| .SISTEMA DESCENTRALIZADO | |
|--------------------------|--------------------------------------|
| VENTAJAS | Seguridad de funcionamiento. |
| | Posibilidad de rediseño de la red. |
| | Reducido cableado |
| | Fiabilidad de productos. |
| DESVENTAJAS | Elemento de red no universales. |
| | Costo elevado. |
| | Capacidad del sistema. |
| | Necesita de un interfaz de usuarios. |
| | Complejidad de programación. |

2.11.3 Arquitectura Distribuida.

Es aquella en que el elemento de control se sitúa próximo al elemento a controlar la tarea del control se reparte diferentemente entre los distintos elementos controladores. Sus principales ventajas, es la seguridad de funcionamiento, la posibilidad de rediseño de la red, la fiabilidad de productos, su fácil ampliabilidad y tanto los sensores y actuadores son de tipo universal (económicos y gran oferta). Su principal desventaja es el costo elevado y requiere programación.

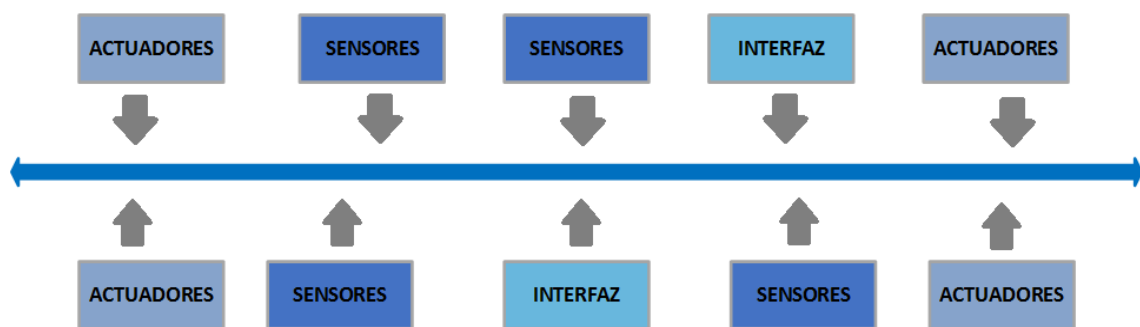


Figura2.6. Arquitectura distribuida [7]

Tabla 2.3 Sistema distribuido [8].

| SISTEMA DISTRIBUIDO | |
|---------------------|------------------------------------|
| VENTAJAS | Seguridad de funcionamiento. |
| | Posibilidad de rediseño de la red. |
| | Fácil ampliación. |
| | Fiabilidad de productos. |
| DESVENTAJAS | Complejidad de programación. |

2.12 TOPOLOGÍA DE RED UN SISTEMA DE CONTROL.

En los sistemas eléctricos que utilizan el cable como medio de transmisión. existe un concepto llamado “topología de red” y es el que establece de qué manera están interconectados los dispositivos de una instalación, en este caso se habla de (sensores, actuadores, motores, contactores, unidades de control, etc.) respecto al medio de comunicación, y es por medio de esta característica que se puede realizar un diseño que posibilite adaptarse físicamente a las necesidades de cada proyecto en particular. Dentro de las configuraciones de redes más usuales se pueden mencionar:

2.12.1 Configuración en estrella.

Es una configuración en donde los dispositivos están conectados a un elemento principal que actúa como el cerebro o controlador del sistema.

Esta topología dispone de una facilidad para agregar nuevos elementos e independencia de los mismos en una situación de fallo en un elemento no central

sin afectar a los demás componentes. Debido a la arquitectura centralizada que emplea y teniendo en cuenta que el controlador es el corazón del sistema, un fallo en el mismo inhabilita toda la instalación, se necesita además una gran cantidad de cableado y se produce un congestionamiento de la información en el dispositivo principal de control.

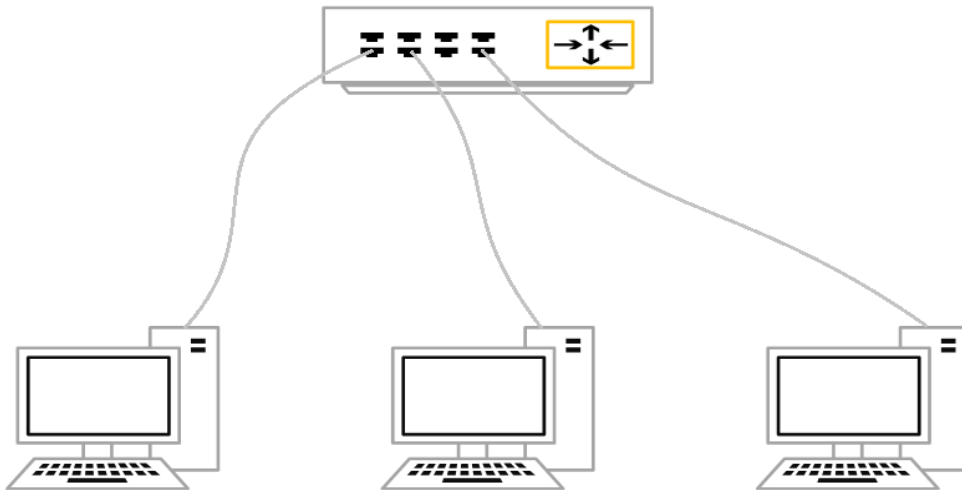


Figura 2.7 Topología Estrella [9].

2.12.2 Configuración en anillo.

Los elementos que se conectan con esta topología forman un anillo cerrado y la información pasa por todos los dispositivos, es por esto que resulta más complicado la inserción de un nuevo elemento porque se tiene que paralizar el funcionamiento de la red y si ocurre un fallo en alguno de ellos se inhabilita todo el sistema, pero requiere de un control más sencillo y menor cableado que el resto de configuraciones.

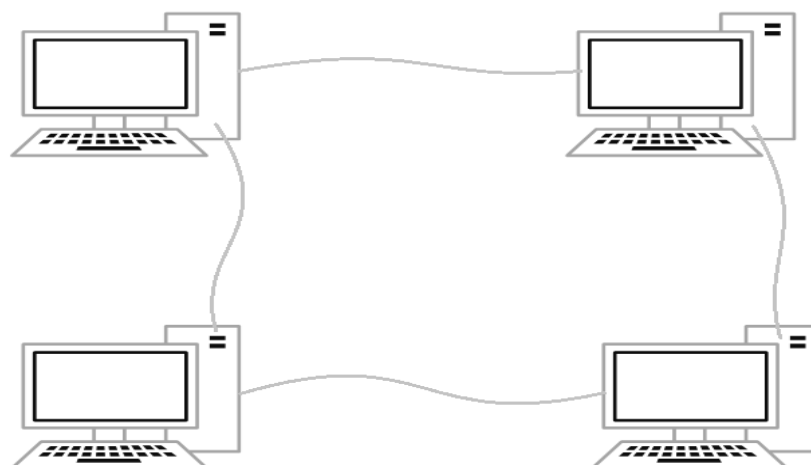


Figura 2.8 Topología Anillo [10]

2.12.3 Configuración en bus

En esta configuración, los elementos se comunican a través de un bus principal haciendo uso de técnicas de direccionamiento, de esta manera se posibilita el intercambio de información entre dos dispositivos de forma simultánea. Presenta ventajas como la facilidad para agregar o suprimir elementos ya que no necesita de un cerebro que controle todo el sistema, por tanto, se pueden independizar las tareas de control y resulta ser tolerante a fallos.



Figura 2.9 Topología en bus. [11]

2.12.4 Configuración en árbol

Se basa en una forma de jerarquía en la red, utiliza combinaciones de las configuraciones en estrella y en bus, adquiriendo las ventajas y las desventajas que dependen de la configuración utilizada.

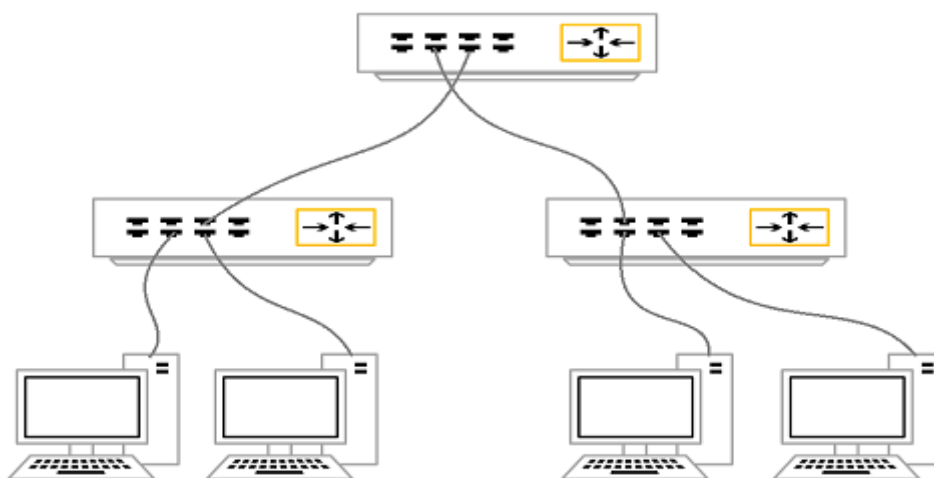


Figura 2.10 Topología en árbol. [12]

2.13. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES (PLC):

2.13.1 Conceptos Básicos:

a) Definición de PLC:

Un PLC (Controlador Lógico Programable) es un dispositivo electrónico de estado sólido que puede controlar un proceso o una máquina y que tiene la capacidad de ser programado o reprogramado rápidamente según la demanda de la aplicación. Fue inventado para reemplazar los circuitos secuenciales basados en relés que eran necesarios para el control de las máquinas. El PLC funciona monitoreando sus entradas, y dependiendo de su estado, activando y desactivando sus salidas. El usuario introduce al PLC un programa, usualmente vía Software, lo que ocasiona que el PLC se comporte de la manera deseada.



Figura 2.11 Simatic S7-1200 [13]

Los PLCs son usados en muchas aplicaciones: maquinado de piezas, embaladoras, manipulación de materiales, ensamblado automático, y en general cualquier tipo de aplicación que requiera de controles eléctricos puede usar más bien un PLC.

2.13.2 Características sobresalientes de los PLCs.

a) Poseen memoria volátil y no volátil.

Tanto el programa de aplicación escrito por el usuario como los datos internos del PLCs, normalmente es guardado en una RAM (memoria volátil), lo que le permite tener un acceso más veloz a las instrucciones de programa y a los datos internos de registros, contadores, temporizadores, bits internos, etc. También, una vez que se ha depurado el programa de aplicación, los PLCs permiten la opción de salvaguardar el programa en

memorias tipo EEPROM (no volátiles) para así recuperar el mismo en caso de un corte muy prolongado de energía que ocasiona una pérdida de datos de la RAM.

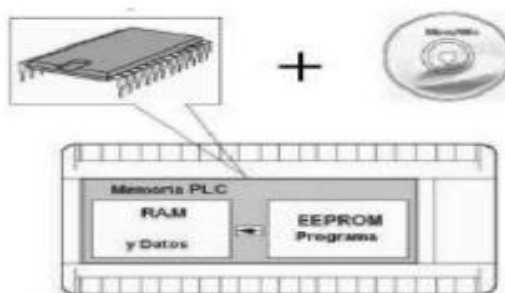


Figura 2.12 Memorias de un PLC [14]

b) Capacidad modular de entradas / salidas.

Esto permite la combinación de distintos niveles y tipos de señal de entrada, así como también el manejo de salidas para distintos tipos de carga. Igualmente, si la aplicación crece, y se requiere mayor número de entradas / salidas, casi sin ningún problema los PLCs pueden adecuarse al nuevo requerimiento.

c) Auto diagnóstico.

El PLC monitorea el funcionamiento de su CPU, memoria y circuito de interfaces de entrada y de salida, e igualmente funcionamiento del promedio de LEDs en su cara frontal el estado respectivo. Obviamente esta capacidad es de gran utilidad para efectos de mantenimiento y corrección de fallas.

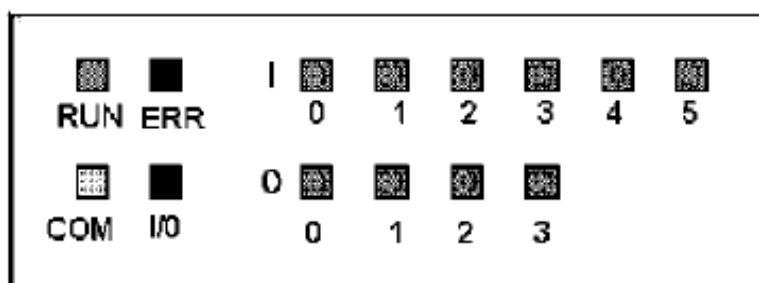


Figura 2.13 Visualizador de status del PLC, tomado de [15]

2.14. Bases legales

Las ideas innovadoras son la base de la mayoría de las empresas prosperas, sin embargo, las ideas por si solas tienen muy poco valor y estos han de desarrollarse en productos o servicios a comercializar satisfactoriamente, es por ello que se necesita de la intervención de un marco legal, que reglamente y regularice el diseño y formulación de proyectos destinados al uso humano, cuyo propósito fundamental es la debida protección del usuario, en esta investigación se hace necesario la introducción de los siguientes reglamentos y normas. En tal sentido y con miras a obtener un espacio dentro de las normas establecidas, para cumplir con las criterios y funciones de una edificación inteligente se apoya en leyes internacionales, debido a que el Estado Venezolano no cuenta actualmente con leyes que rigen con un adelanto tecnológico en esta área.

2.14.1 CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL

FONDONORMA 200:2004 (CEN)

El Comité de Electricidad, CODELECTRA, es una Asociación Civil sin fines de lucro, perteneciente al sector eléctrico de Venezuela. Desde sus inicios CODELECTRA se ha dedicado a la elaboración, actualización y publicación de las normas nacionales para el sector eléctrico venezolano, lo cual fue reconocido por la Comisión Venezolana de Normas Industriales, COVENIN.

Los objetivos del Comité de Electricidad CODELECTRA son los siguientes:

- Elaborar, mantener, publicar y dar difusión a las normas del sector electricidad, electrónica y comunicaciones.
- Estudiar las normas extranjeras y fijar los puntos de interés contenidos en ellas.
- Trabajar con todos los medios posibles para hacer crecer la importancia de las normas y códigos de instalaciones, con el fin de que su uso se vaya generalizando.
- Divulgar la importancia de la normalización y los beneficios que aporta en la optimización de la calidad de los productos de la industria eléctrica y electrónica.
- Colaborar con aquellas instituciones nacionales e internacionales de docencia, investigación, normalización u otras semejantes, que persigan cualquier objetivo que sea común con los de la asociación.

- Verificar la conformidad de materiales eléctricos e instalaciones con las normas nacionales.
- Estudiar los problemas relacionados con las normas eléctricas.

IEC 60364-4-44: Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4-44: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra las perturbaciones electromagnéticas y de tensión.

IEC 60364-5-53: Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 5-53: Elección e instalación de materiales eléctricos. Aislamiento, conmutación y control.

2.14.2 AENOR

La Asociación Española de Normalización y Certificación es una entidad privada sin fines lucrativos, su actividad contribuye a mejorar la calidad y competitividad de las empresas, sus productos y servicios.

AENOR (EA 0026:2006)

Esta especificación establece los requisitos mínimos que deben cumplir las instalaciones de sistemas de automatización, también conocidos como sistemas domóticos o HBES clase I para su correcto funcionamiento y los requisitos generales para la evaluación de su aptitud en edificios.

Esta especificación se aplica a:

- Las instalaciones de sistemas domóticos en las edificaciones desde y hasta donde la empresa suministradora externa (por ejemplo, electricidad, telecomunicaciones, tele servicio, agua, gas, seguridad o análogos) pone a disposición del usuario el acceso a la red exterior.
- Instalaciones de sistemas domóticos, que incluyen aplicaciones de automatización y control integrado de dispositivos eléctricos y/o electrónicos.
- Todos los sistemas domóticos, sea cual sea el medio de transmisión utilizado en sus comunicaciones.
- Las redes utilizadas para la interconexión del sistema.

- Tanto a nuevas instalaciones como a reformas o ampliaciones de las ya existentes.

AERNOR- UNE 20460-4-41: Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4-41: Protección para seguridad. Protección contra el choque eléctrico.

AERNOR-UNE 212002-2: Cables y conductores aislados de baja frecuencia con aislamiento y cubierta de PVC. Parte 2: Cables en pares, tríos, cuadretes y quintetos para instalaciones interiores. (IEC 60189-2).

AERNOR-UNE-EN 50065-2-1: Transmisión de señales por la red eléctrica de baja tensión en la banda de frecuencias de 3 kHz a 148,5 kHz Parte 2-1: Requisitos de inmunidad para los sistemas y equipos de comunicación a través de la red de alimentación que funcionan en la banda de frecuencias de 95 kHz a 148,5 kHz y destinados para uso en entornos residenciales, comerciales y de industria ligera.

AERNOR-UNE-EN 50090-2-2: Sistemas electrónicos para viviendas y edificios (HBES). Parte 2-2: Supervisión general del sistema. Requisitos técnicos generales.

AERNOR-UNE-EN 50090-9-1: Sistemas electrónicos para viviendas y edificios (HBES). Parte 9-1: requisitos de instalación. Cableado genérico para par trenzado HBES de clase 1.

AERNOR-UNE-EN 50174-2: Tecnología de la información. Instalación del cableado. Parte 2: Métodos y planificación de la instalación en el interior de los edificios.

AERNOR-UNE-EN 61508: Serie Seguridad funcional de los sistemas eléctricos/electrónicos programables relacionados con la seguridad.

2.14.2 CERTIFICACIÓN LEED

LEED, Leadership in Energy & Environmental Design (Líder en Eficiencia Energética y Diseño Sostenible) es un sistema de evaluación internacional desarrollado por el U.S. Green Building Council para fomentar el desarrollo de edificaciones sustentables y eficientes energéticamente. La certificación LEED fue creada con el objetivo de establecer una guía reconocida para el diseño de edificios “verdes”, otorgando un valor añadido al proyecto y estimulando la edificación sostenible.

Esta evaluación se basa en un sistema de puntos que se otorga al edificio en las categorías más significativas respecto a su impacto medioambiental:

- Ahorro energético
- Eficiencia en el uso de agua
- Reducción de emisiones de CO2
- Mejora de la calidad del ambiente interior y el confort humano

2.14.3 Normas ISO

Los organismos de normalización de cada país producen normas que se obtienen por consenso en reuniones donde asisten representantes de la industria y de organismos estatales. De la misma manera, las normas ISO se obtienen por consenso entre los representantes de los organismos de normalización enviados por cada país.

Norma ISO 9000:

La serie de normas ISO 9000 son un conjunto de enunciados, los cuales especifican que elementos deben integrar el sistema de gestión de la calidad de una organización y como deben funcionar en conjunto estos elementos para asegurar la calidad de los bienes y servicios que produce la organización.

CAPITULO III METODOLOGÍA

El desarrollo del presente trabajo se enfoca en presentar una propuesta relacionada a los sistemas inteligentes o inmóticos aplicados a edificios, en donde es importante mencionar que la base de toda investigación es el cumplir los objetivos planteados en este proyecto, para lo cual se sustentó por varios tipos de investigaciones, las cuales se mencionan a continuación:

3.1 MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN

Es preciso tener en cuenta el tipo de investigación a realizar ya que existen muchas estrategias o maneras para su procedimiento metodológico, por esta razón se describe como un proyecto tecnológico, por ser un método que se basó en la observación de las implementaciones de los sistemas inmóticos ya existentes, asemejando así tecnologías que nos permite determinar las características de proceso inteligente conjuntamente con todos sus complementos a usarse.

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se apoya en un diseño documental o bibliográfico, ya que se procura obtener, interpretar y analizar información sobre un objeto, para lo cual se realizó consultas de fuentes tales como textos, libros, revistas, catálogos, hemerografía, etc., información que permitió tener acceso a los avances tecnológicos más actuales en el campo de la inmótica dirigidos al confort y a la creación de un mejor rendimiento energético.

3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Con el fin de cumplir con el objetivo planteado en relación a las distintas alternativas de la investigación para el sistema inmótico, la investigación proyectiva, consiste en la

elaboración de una propuesta o modelo para solucionar un problema, ubicando el enfoque entorno a la realización de inventos con programas o diseños.

www.bdigital.ula.ve

Capítulo IV

Presentación, Análisis e Interpretación de los Resultados

El análisis de los resultados de esta investigación se organizó en tres fases: la fase de análisis y cálculo, la fase de la programación lógica y la fase de diseño de la interfaz gráfica.

4.1 MEMORIA DESCRIPTIVA DEL CENTRO CÍVICO



Figura 4.1 Vista del conjunto de sur a norte

Nota: El Centro Cívico Plurifuncional de Mérida estará comprendido en un conjunto, distribuido en tres edificios, de cuatro niveles cada uno; y contará con espacios públicos de uso común, dónde convergerán las dependencias del Cuerpo de Bomberos y la Facultad de Artes, ambos entes adscritos a la Universidad de Los Andes (ULA), y dotará a éstos de espacios funcionales e idóneos, para la ejecución eficaz y eficiente de sus procesos, brindando confort y comodidad a sus usuarios; además, contará con instalaciones destinadas al público en general, donde se llevarán a cabo actividades orientadas al disfrute, esparcimiento y recreación; y la prestación de servicios comerciales satisfaciendo múltiples necesidades de la comunidad

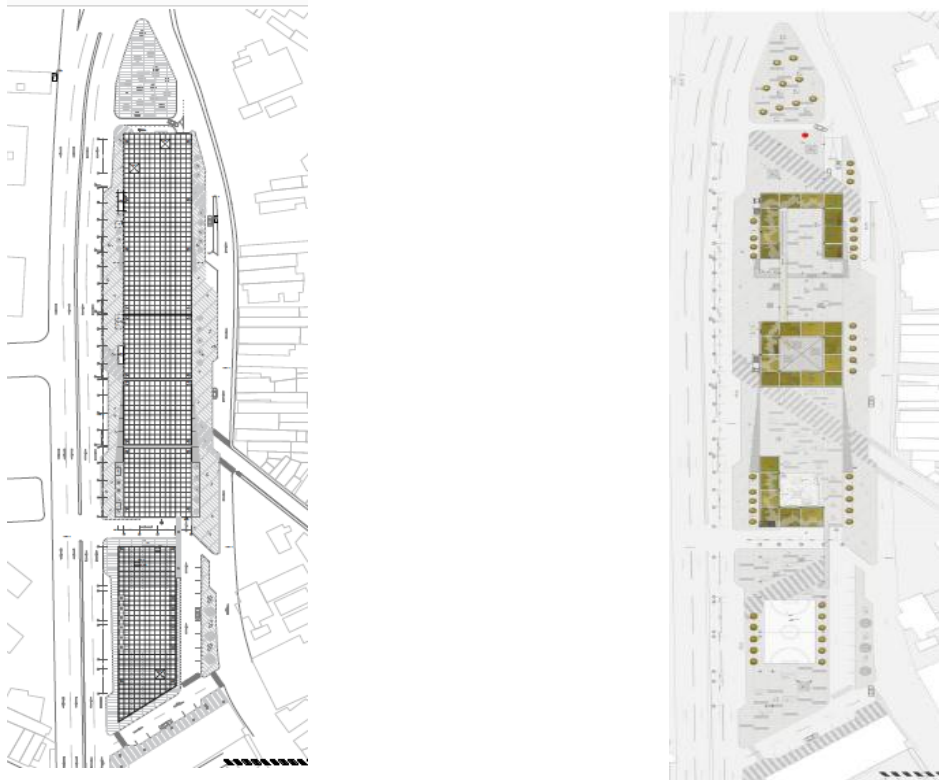


Figura 4.2 Vista de techo del conjunto

La distribución del centro cívico es la siguiente:

Edificio Sede Cuerpo de Bomberos (A): Un edificio con espacios acondicionados para llevar a cabo la actividad bomberil; tales como: área de equipos, patio de entrenamiento físico, baños con vestier, casilleros, área administrativa, gimnasio, dormitorio, cocina y área de esparcimiento

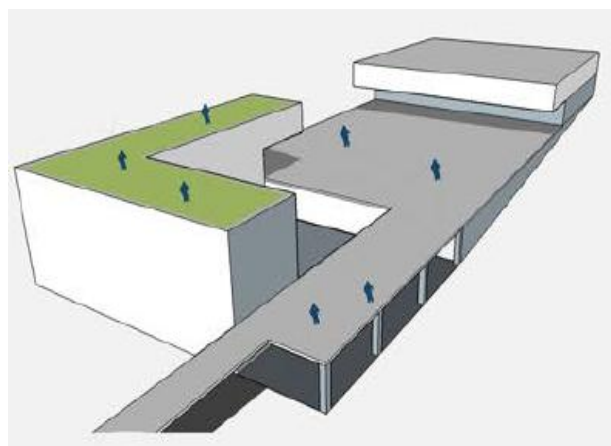


Figura 4.3 Edificio A

Edificio de desarrollo común (B): Es un edificio que se perfila con un carácter público, acondicionado para la realización de actividades sociales; y dispondrá de: talleres, auditorio, cinema, salones comunales, y áreas de comercio.

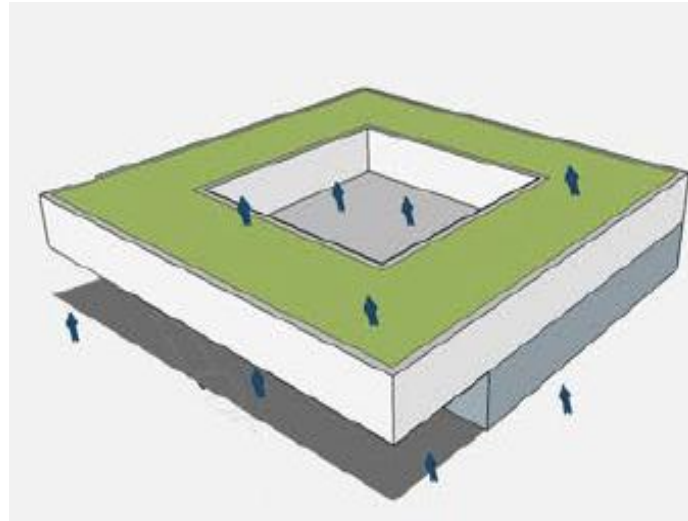


Figura 4.4 Edificio B

Edificio de Extensión de la Facultad de Arte (C): Se perfila como un espacio de recibo, estancia y de exhibición pública y contará con un patio central de acceso y a su alrededor estarán los talleres de usos múltiples, áreas administrativas y espacios comerciales.

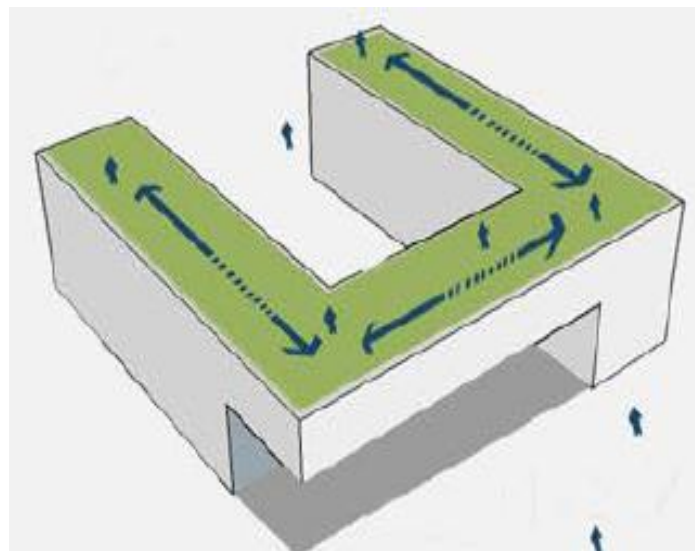


Figura 4.5 Edificio C

4.1.1 Descripción de las áreas de la edificación

Tabla 4.1. Especificación Edificio A

| Edificio sede cuerpo de bomberos (A) | | |
|---|--------------------------------|-----------|
| Nivel | Área | |
| Nivel estacionamiento soterrado: -3,00mtrs | Patio de entrenamiento físico. | 225m2. |
| | Vestier / Armario de equipos. | 21,14m2. |
| | Baños. | 37,92m2. |
| | Control y seguridad. | 7,53m2. |
| | Lavandería. | 4,23m2. |
| | Baños públicos. | 24,59m2. |
| | Cuarto de medidores. | 3,5m2 |
| Nivel plaza de acceso: +/-0,00mtrs | Hall de acceso. | 48,30m2. |
| | Administración. | 32,142m2. |
| | Depósito. | 4,26m2. |
| | Control y seguridad. | 7,53m2. |
| Nivel planta alta +3,50mtrs | Estar. | 137,68m2. |
| | Cocina | 29,11m2 |
| | Habitación de capitán. | 15,16m2. |
| | Habitación masculina. | 18,31m2. |
| | Habitación femenina. | 18,31m2. |
| | Habitación. | 14,02m2. |
| | Gimnasio. 47,13m2. | |
| | Baños 9,16m2 | 47,13m2. |
| | Deposito. 2,31m2. | 9,16m2 |
| | Lavandería. 3,51m2. | 2,31m2. |
| | 3,51m2. | |
| Nivel terraza. +7,00mtrs | Área verde de estancia. | 334,01m2. |
| | Deposito. | 2,31m2. |

Tabla4.2 Especificación edificio B

| Edificio de desarrollo común (B) | | |
|---|---------------------------|-----------|
| Nivel | Área | |
| Nivel estacionamiento soterrado: -3,00mtrs | Auditorio. | 225m2. |
| | Medidores. | 19,35m2. |
| | Depósito | 22,04m2. |
| Nivel plaza de acceso: +/-0,00mtrs | Hall de acceso. | 48,02m2. |
| | Recepción. | 6,66m2. |
| | Administración. | 34,26m2. |
| | Servicios. | 4,26m2. |
| | Baños. | 18,39m2. |
| | Café-Bar-Restaurant. | 60,88m2. |
| | Librería. | 85,58m2. |
| Nivel planta alta +3,50mtrs | Control y seguridad. | 4,82m2. |
| | Hall | 48,07m2 |
| | Galería | 63,39m2 |
| | Patio. | 225m2. |
| | Taller de uso múltiple A. | 39,52m2. |
| | Taller de uso múltiple B. | |
| | Café-Bar. | 38,13m2. |
| | Oficina Coworking. | 94,74m2. |
| | Salón Comunal. | 85,17m2. |
| | Servicios. | 146,49m2. |
| | Depósito. | 4,31m2. |
| | | 4,72m2. |
| Nivel terraza. +7,00mtrs | Área verde de estancia. | 581,56m2. |
| | Depósito. | 2,31m2. |

Tabla 4.3 Especificación edificio C

| Edificio sede de extensión facultad de arte. (C) | | |
|---|---------------------------|-----------|
| Nivel | Área | |
| Nivel estacionamiento soterrado: -1,50mtrs | Cuarto de Medidores. | 5,43 m2. |
| Nivel plaza de acceso: +1,50mtrs | Hall de acceso. | 43,56 m2. |
| | Control-Recepción. | 14,60m2. |
| | Administración. | 35,64m2. |
| | Taller de uso múltiple A. | 52,02m2. |
| | Taller de uso múltiple B. | 51,54m2. |
| | Taller de uso múltiple C. | 44,31m2. |
| | Café. | 39,81m2. |
| | Baños. | 26,76m2. |
| Nivel planta alta +5,00mtrs | Hall de acceso. | 43,56 m2. |
| | Control-Recepción. | 14,60m2. |
| | Espacio coworking. | 97,56m2. |
| | Taller de uso múltiple D. | 34,44m2. |
| | Taller de uso múltiple E. | 34,96m2. |
| | Taller de uso múltiple F. | 52,02m2. |
| Nivel terraza. +8,50mtrs | Área verde de estancia. | 490,60m2. |
| | Depósito. | 2,31m2. |

Tabla 4.4 Especificación áreas comunes

| Áreas comunes | | |
|---|-----------------|-----------|
| Nivel | Área | |
| Nivel estacionamiento soterrado: -1,50mtrs | Estacionamiento | 3919,04m2 |
| Nivel plaza de acceso: +1,50mtrs | Plaza A-B | 1.100 m2. |
| | Plaza B-C | 801 m2. |
| | Área deportiva | 2.401m2. |

4.2 CRITERIO DE DISEÑO

Para hacer los cálculos de luz y fuerza, se utilizó el método del Código Eléctrico Nacional. Para aplicar los métodos, se requiere la descripción específica de cada edificación: sus circuitos ramales, iluminación, áreas comunes, tomacorrientes de uso general y tomacorrientes especiales.

Sistema de distribución utilizado:

- 13.800 V Δ/Y 208V/120V 3 ϕ

Alumbrado general:

- El alumbrado interior se hará con conductor calibre #12 AWG-TW, en tubería de 1/2" EMT, así, el cálculo del conductor sea de un calibre menor.
- Toda la instalación será embutida
- En las lámparas se conectará el cable de control y el cable del neutro, considerando un factor de potencia de 1.0.
- Un circuito para las luces de emergencia, que están ubicadas en las escaleras de cada piso.
- Los apagadores estarán colocados a 1.20 m del piso y entre 15 cm y 20 cm del borde de la puerta.

Tabla 4.5 Especificación de luminaria









| Luminaria | Potencia | Lumen |
|---------------------------------------|---|--------------|
| Bombillo incandescente o Bombillo LED |  | 100 W 806 |

Tabla 4.5 Especificación de luminaria(continuación)

| | | | |
|--------------------------------|---|----------|--------|
| Luminaria de piso empotrada |  | 3*1 W | 300 |
| Pantalla LED |  | 36 W | 3.800 |
| Tubos LED |  | (4x14) W | 3.450 |
| Luminaria de pie |  | 22 W | 2.640 |
| Luminaria tipo poste caminaria |  | 55 W | 1.120 |
| Luminaria tipo poste plaza |  | 55 W | 1.120 |
| Reflector |  | 240 W | 3.1200 |

Tomacorrientes de uso general y especial:

- Los tomacorrientes tendrán un conductor calibre # 12 AWG-TW, en tubería de ½” EMT, así el cálculo del calibre sea menor.
- Toda la instalación será embutida. Los tomacorrientes estarán colocados snp. llegarán a ellos un conductor de fase, un conductor neutro y un conductor tierra.
- Se colocan los tomacorrientes a conveniencia según el mobiliario sugerido en cada espacio. Los tomacorrientes de la cocina se colocarán a 1,20 msnp. y estarán distanciados entre ellos sobre la mesa de trabajo a 0,60 m.
- Tomacorrientes individuales y salidas especiales
- Aires acondicionados de 3.750 VA y 2.560 VA
- Secadoras de 5.000 VA
- Horno eléctrico 4.000 VA

Caída de tensión en circuitos ramales, alimentadores y acometida:

- Los circuitos ramales tendrán una caída de tensión menor o igual al 2%.
- Los alimentadores tendrán una caída de tensión menor o igual al 2 %, con un factor de potencia de 0,9.
- La acometida tendrá una caída de tensión menor o igual al 1%, con un factor de potencia de 0,9

Tableros principales y generales:

- Todos los tableros principales de cada piso en cada edificación son tableros de alumbrado, ya que tienen un 10% o más de sus dispositivos de protección menores o iguales a 30 A.
- El tablero de servicios generales será trifásico sin protección principal.

Para los tableros que serán utilizados, se tomará en cuenta las siguientes especificaciones:

- Número de fases, capacidad de las barras y tensión, capacidad del alimentador, número de polos, dimensiones, balance de fases, esquema del tablero.

Alimentadores:

- **Cálculo por capacidad de corriente:**

Para el cálculo de los alimentadores se presentará una tabla resumen de la demanda máxima calculada. Se calcula la corriente consumida vs la demanda máxima de cada apartamento con un voltaje de 240 V. Por la tabla de conductores se elige la protección y por la tabla No. D-4 del Manual del MOP, se elige el tamaño de la tubería, tomando los valores de demanda máxima.

- **Cálculo por Caída de Tensión:**

Para calcular los alimentadores por caída de tensión, se analizó el riesgo más alto; y éste podría presentarse con los tableros más alejados del centro de distribución.

Ascensores:

Para el diseño del sistema de ascensores, es necesario conocer el tráfico, número de pasajeros, velocidad nominal y número de unidades a instalar según el espacio destinado para la cabina. Para ello se tomó como referencia la norma COVENIN 621-72.

De acuerdo a la cantidad potencia obtenida mediante los cálculos, se seleccionó un motor que esté normalizado. Este motor se comprobó por capacidad de corriente, para así determinar el calibre de su conductor. También se comprobó para protección contra corriente de cortocircuito y sobrecargas y en función de ello seleccionar su protección. Por último, se calculó su caída de tensión, la cual debe ser menor al 2%.

Hidroneumático:

Dotación de agua, capacidad de las bombas (agua y aire), altura dinámica del edificio, capacidad del tanque de presión, volumen máximo y mínimo en el tanque de presión, volumen útil y tanque necesario en litros.

Cajas de Paso:

Las cajas de paso deberán ser colocadas en los siguientes casos:

- Para la ejecución de empalmes y derivaciones
- Para colocación de soportes de los conductores en tramos verticales
- Deberá tomarse en cuenta que las cajas se mantengan accesibles aún después de la colocación de acabados, equipos, etc., ya que esto es requisito indispensable para un adecuado mantenimiento de la instalación eléctrica.
- El dimensionado de las cajas de paso dependerá fundamentalmente de los diámetros de los tubos que entran y salen de ellas, así como de la posición de éstos en la bancada.

Tablero general de distribución:

- Se ubicará en las áreas más accesibles de PB. El cuarto de medidores debe estar físicamente separado de: depósitos de basura, tuberías o centros de mediciones de gas, depósitos de materiales de combustible, depósitos de productos químicos e inflamables, ambiente de alta contaminación industrial.
- Este espacio deberá ser de uso exclusivo de CADAFE, en pro de garantizar la seguridad del personal y el buen desempeño en la operación y mantenimiento del sistema; por lo cual es primordial el uso restringido, solo a personas autorizadas y que no se realicen dentro de esta área otro tipo de actividades a las estrictamente contempladas para tal fin.

Centro de mediciones:

- Deberán ser contruidos única y exclusivamente de láminas metálicas de hierro.
- Deberá tener un baño de pintura antioxidante y luego una capa de pintura al horno.
- Los módulos de medición deben estar provistos de una apropiada ventilación natural, mediante de sistema de ventanillas y la circulación de aire, debe estar siempre alimentada por ventilación directa con áreas libres.

Acometida en baja tensión:

Según el Código Eléctrico Nacional en su Capítulo 2, sección 220, indica que:

- Un inmueble, u otra estructura estarán servidos por una sola acometida.
- Los conductores de acometida resistirán sin que se produzcan fugas de corriente perjudiciales, la exposición a las condiciones atmosféricas y demás condiciones de servicio. Los conductores individuales estarán aislados o cubiertos con termoplástico.
- Los conductores tendrán suficiente capacidad de corriente para servir la carga calculada de acuerdo a la sección 220 (CEN) y tendrán resistencia mecánica adecuada.
- El conductor puesto a tierra (neutro) no será menor que el calibre mínimo requerido, señalado en la tabla 250-95 del CEN.
- Las partes baja tensión del equipo de acometida deberán cubrirse como se especifica a continuación:
 - Encerrado: Las partes bajo tensión deberán estar encerradas de manera que no estén expuestas a contactos accidentales.
 - Resguardadas: Se instalarán dentro de un cuadro de distribución, tablero o tablero de control, dichas cubiertas estarán provistas de cerradura con llave o de puertas selladas, las cuales den acceso a las partes bajo tensión.
 - Deberán proveerse medios para desconectar todos los conductores instalados en un inmueble u otra estructura, de los conductores de la entrada de acometida.
 - Cada medio de desconexión de acometida estará marcado en forma permanente para identificarlo como medio de desconexión de acometida.
 - En un inmueble de tenencia múltiple cada usuario tendrá acceso a sus medios de desconexión.

Banco de transformación:

- El banco de transformación se determina a partir de la demanda total de los edificios.
- La frecuencia utilizada es de 60 Hz \pm 2%
- La tensión nominal es de 13,8 KV/208 V y /120 V

- Bancada 3 X165

Ubicación:

- Lugar ventilado
- Lo más cercano posible al tablero principal de distribución
- Lugar de fácil acceso
- La conexión será para uso residencial Δ -Y con conexión a tierra

Canalizaciones:

Según el Código Eléctrico Nacional, en su Capítulo 3, sección 354 contempla:

- En las canalizaciones bajo el piso, no se instalarán conductores de calibre mayor para la cual está diseñada la canalización.
- No se utilizará ningún tubo de diámetro inferior al tamaño comercial de 1/2 pulgada.
- No se utilizará ningún tubo de diámetro mayor al tamaño comercial de 6 pulgadas.
- El número de conductores permitidos en un sólo tubo metálico estará conforme con los porcentajes de ocupación indicados en la Tabla 4 del Capítulo 9 del CEN.
- Los acoplamientos y los conectores no roscados, usados con tubos metálicos rígidos, deberán quedar herméticos. Cuando vayan a ser embutidos en mampostería, o concreto.
- Las curvas en los tubos metálicos rígidos se harán con precaución para evitar cualquier daño, y que el diámetro interior del tubo no sea reducido apreciablemente. El radio de curvatura del borde interior de las curvas hechas en la obra no será menor que el indicado en la Tabla 346-10 del CEN.

4.2.1 Circuitos ramales

Para el cálculo de circuitos ramales se designa la nomenclatura según el edificio y ala donde se encuentra ubicado, y por último el tipo como se muestra a continuación:

Tabla 4.6 Especificación de circuitos ramales

| Cxyzn | |
|----------|---|
| C | Circuito |
| x | Edificio (A, B, C) |
| y | Ala (N: norte, S: sur, E: este, O: oeste, C: central) |
| z | Tipo (A: alumbrado, T: TUG, E: especial) |
| n | Numero de circuito |

Circuito de Alumbrado:**CAOA1**

Se encuentra distribuido únicamente en el área del sótano del edificio A, el cual consta de 14 salidas (100VA), en 1 circuito.

Calibre del conductor: para poder calcular el calibre correspondiente al circuito ramal se deben considerar dos criterios; por capacidad de corriente y por caída de tensión. El calibre seleccionado debe soportar la corriente para ambos criterios. Para el cálculo se utiliza con referencia los bombillos incandescentes de 100VA, asumiendo que son puramente resistivos se considera $\text{fp}=1$.

Por capacidad de corriente:

N.º de salidas: 10;

100 VA c/u

$$S = 10 * 100 \text{ VA}$$

$$I_{\text{carga}} = \frac{1000}{120} = 8,33A$$

$$I_{\text{cond}} \geq 1,25 \times 8,3 = 10,375A$$

Se selecciona un conductor #14AWG-TW ($I_n=15A$). Pero para respetar el CEN, se cambia por un conductor ##12AWG-TW ($I_n=20A$)

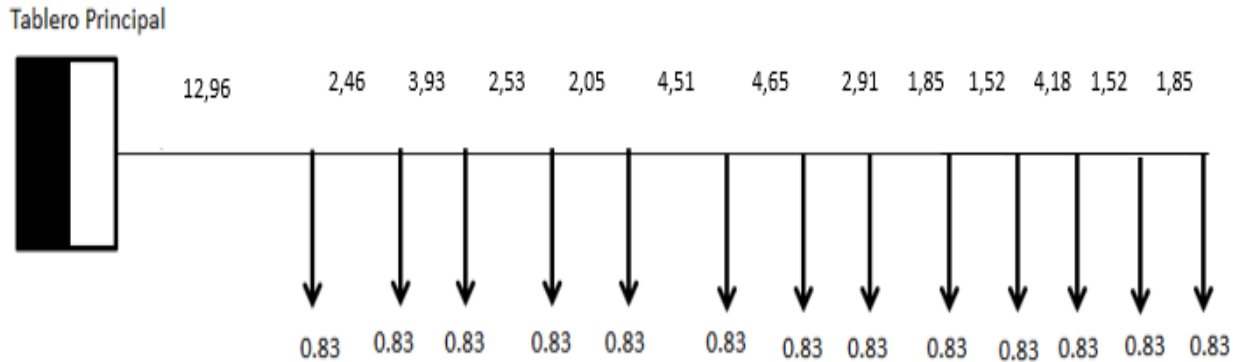


Figura 4.6 Método por caída de tensión CAOAI

$$I_n = \frac{s}{v} = \frac{100}{120} = 0,833A$$

$$ME = 0,833(12,96 + 15,42 + 19,35 + 21,88 + 23,93 + 28,44 + 33,09 + 36 + 39,37 + 43,55 + 45,07 + 46,92)$$

$$ME = 335,18 \times \text{Factor de corrección}$$

$$ME = 335,18 \times 2 = 670,35 \text{ A-m}$$

Considerando un $\Delta v = 2\%$ $F_p = 0,9$

Se selecciona un conductor #8 AWG-TW ($I_n = 40A$) 1028 A-m

$$\Delta v_{real} \% = \frac{A - m_{cal}}{A - m_{tab}} \times \Delta v_{nominal} = \frac{670,35}{1028} \times 2 = 1,3\%$$

$$Protección : (40+32)/2 = 36 \text{ Valor comercial de } 35A$$

Circuitos de toma corriente de Uso General:

CCET1:

Se encuentra distribuido únicamente en el ala este, del piso 1, del edificio C; consta de 9 salidas (180VA),

Calibre del conductor: se realiza el mismo procedimiento que en el caso anterior; sólo que acá se considera para cada salida de TUG 180VA.

Por capacidad de corriente:

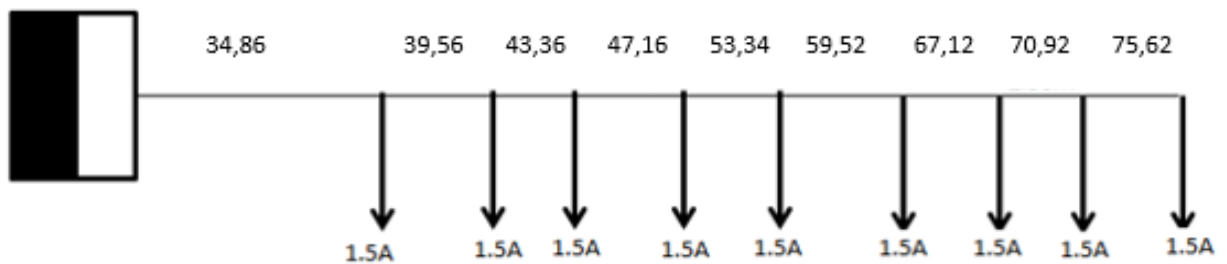
N.º de salidas: 9 de 180VA c/u

$$S = 9 * 180 \text{ VA}$$

$$I_{\text{carga}} = \frac{1620}{120} = 12A$$

$$I_{\text{cond}} \geq 1,25 \times 12 = 15,105A$$

Tablero Principal



Se selecciona un conductor #12AWG-TW ($I_n=20A$)

Figura 4.7 Método por caída de tensión CCET1

$$I_n = \frac{S}{v} = \frac{180}{120} = 1,5A$$

$$ME = 1,5(34,86 + 39,56 + 43,36 + 47,16 + 53,34 + 59,52 + 67,12 + 70,92 + 75,62)$$

$$ME = 737,19x \text{ Factor de correccion}$$

$$ME = 737,19x 2 = 1474,38$$

Considerando un $\Delta v = 2\%$ $F_p = 0,9$

Se selecciona un conductor #6AWG-TW ($I_n=55A$).

$$\Delta v_{\text{real}} \% = \frac{A - m_{\text{cal}}}{A - m_{\text{tab}}} \times \Delta_{\text{nominal}} = \frac{1474,38}{1550} \times 2 = 1,9$$

$$\text{Proteccion} : (55 + 50)/2 = 52,5 \text{ Protección de } 50 \text{ A}$$

A continuación, se muestran tabulados los circuitos ramales. Para facilitar la ubicación en cada ala, se asigna un código de color.

■ Norte)
 ■ (Sur)
 ■ (Este)
 ■ (Oeste)
 ■ (Central)

Tabla 4.7 Ubicación de los circuitos ramales por código de color










| Tabulación de circuitos ramales sótano | | | | | | | | |
|---|-----------------------|---------------|-----------|-----------------------|-----------------|---------------------|---------|-------------|
| Código | Potencia del circuito | N° de salidas | Circuito | Calibre del Conductor | Protección A | Calibre de puesta a | Tubería | Conductores |
| Edificio A | | | | | | | | |
| CAOA1  | 1.400 | 14 | 1Ø | #12 | 15 | ---- | 1/2' | F+N |
| CAOA2  | 1.400 | 14 | 1Ø | #1 | 15 | ---- | 1/2' | F+N |
| CAOT1  | 1.080 | 6 | 1Ø | #12 | 15 | #10 | 1/2' | F+N+T |
| CAOT2  | 1.080 | 6 | 1Ø | #12 | 15 | #1 | 1/2' | F+N+T |
| CAOE1  | 5.000 | 1 | 2Ø 2hilos | #6 | 50 | #4 | 1 1/2" | F+N+T |
| Edificio B | | | | | | | | |
| CBOA1  | 900 | 9 | 1Ø | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |
| CaudiA1  | 1.152 | 16 | 1Ø | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2' | F+N |
| CaudiA2  | 648 | 9 | 1Ø | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2' | F+N |
| CBaudiT 1  | 900 | 5 | 1Ø | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2' | F+N+T |

Tabla 4.7 Ubicación de los circuitos ramales por código de color (continuación)




| | | | | | | | | |
|--|-------|----|-----------|-----|-----------------|------|-------|-------|
| CBaudiE 1  | 3.000 | 1 | 2Ø 2hilos | 8 | 35 ^a | #6 | 1' | F+N+T |
| CBaudiE 2  | 3.000 | 1 | 2Ø 2hilos | 8 | 35 ^a | #6 | 1'' | F+N+T |
| CBaudiE 3  | 3.750 | 1 | 2Ø 2hilos | 8 | 35 ^a | #6 | 1'' | F+N+T |
| CB-cine A1  | 400 | 4 | 1Ø | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |
| CBcine Ap1  | 24 | 8 | 1Ø | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |
| CBcineE 1  | 2.569 | 1 | 2Ø 2hilos | 10 | 25 ^a | #8 | 3/4'' | F+N+T |
| CBcineE 2  | 3.000 | 1 | 2Ø 2hilos | 8 | 35 ^a | #6 | 1'' | F+N+T |
| Uso General | | | | | | | | |
| CA- BCA1  | 1.288 | 23 | 1Ø | #12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |
| CCCA1  | 1.344 | 24 | 1Ø | 12 | 15A | ---- | 1/2'' | F+N |
| CPA1  | 784 | 14 | 1Ø | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |

Tabla 4.8 Tabulación de circuitos ramales planta baja









| Tabulación de circuitos ramales planta baja | | | | | | | | |
|--|--------------------------|---------------|-----------|-----------------------|-----------------|----------------------------|---------|-------------|
| Código | Potencia del Circuito VA | N° de salidas | Circuito | Calibre del conductor | Protección A | Calibre de Puesta A tierra | Tubería | Conductores |
| Edificio A | | | | | | | | |
| CAOA1  | 1.300 | 13 | 1Ø | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2" | F+N |
| CAOA2  | 600 | 6 | 1Ø | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2" | F+ |
| CAOT1  | 1.080 | 6 | 1Ø | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2' | F+N+T |
| CAOT2  | 1.080 | 6 | 1Ø | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2' | F+N+T |
| CAOE1  | 2.560 | 1 | 2Ø 2hilos | 10 | 25 ^a | #8 | 3/4" | F+N+T |
| CAA escalera | 300 | 3 | 1Ø | 14 | 15 ^a | ---- | 1/2" | F+N |
| CAAp escalera | 108 | 36 | 1Ø | 14 | 15 ^a | ---- | 1/2" | F+N |
| Edificio B | | | | | | | | |
| CBCA1- aud  | 1.152 | 16 | 1Ø | 12 | 15A | ---- | 1/2" | F+N |
| CBCA2- aud  | 648 | 9 | 1Ø | 12 | 15A | ---- | 1/2" | F+N |
| CBOA1  | 1.100 | 11 | 1Ø | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2' | F+N |

Tabla 4.8 Tabulación de circuitos ramales planta baja (continuación)

| | | | | | | | | |
|--|-------|----|-----------|----|-----------------|------|--------|-------|
| CBNA1  | 1.200 | 12 | 1Ø | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2' | F+N |
| CBEA5  | 1.100 | 11 | 1Ø | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |
| CBNA2  | 168 | 3 | 1Ø | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2' | F+N |
| CBOT1  | 1.080 | 6 | 1Ø | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2 | F+N+T |
| CBET2- Bar  | 900 | 5 | 1Ø | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2' | F+N+T |
| CBET3- Bar  | 540 | 3 | 1Ø | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2' | F+N+T |
| CBET4  | 1.260 | 7 | 1Ø | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2' | F+N+T |
| CBNT1  | 1.260 | 7 | 1Ø | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2'' | F+N+T |
| CBEE- Bar  | 4.000 | 1 | 2Ø 2hilos | 6 | 50 ^a | #4 | 1 1/2' | F+N+T |
| CBEE2- Bar  | 2.560 | 1 | 2Ø 2hilos | 10 | 25 ^a | #8 | 3/4'' | F+N+T |
| CBNE1  | 2.560 | 1 | 2Ø 2hilos | 10 | 25 ^a | #8 | 3/4'' | F+N+T |
| CBA escalera | 300 | 3 | 14 | 1Ø | 12 | 15A | ---- | 1/2'' |

Tabla 4.8 Tabulación de circuitos ramales planta baja (continuación)














| | | | | | | | | | |
|--|-------|----|-----------|----|-----------------|------|-------|-------|--|
| CBAp escalera | 108 | 36 | 14 | 1∅ | 12 | 15A | ---- | 1/2'' | |
| Edificio C | | | | | | | | | |
| CCEA7  | 600 | 6 | 1∅ | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N | |
| CCNA8  | 600 | 6 | 1∅ | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N | |
| CCOA8  | 800 | 8 | 1∅ | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N | |
| CCOA9  | 224 | 4 | 1∅ | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N | |
| CCOA1  | 456 | 5 | 1∅ | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N | |
| CCET1  | 1.080 | 6 | 1∅ | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2'' | F+N+T | |
| CCET2  | 900 | 5 | 1∅ | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2'' | F+N+T | |
| CCOT2  | 1.260 | 7 | 1∅ | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2'' | F+N+T | |
| CCOT4  | 720 | 4 | 1∅ | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2'' | F+N+T | |
| CCCE5  | 3.750 | 1 | 2∅ 2hilos | 8 | 35 ^a | #6 | 1'' | F+N+T | |
| CCOE3  | 2.560 | 1 | 2∅ 2hilos | 10 | 25 ^a | #8 | 3/4'' | F+N+T | |
| CCOE4  | 2.560 | 1 | 2∅ 2hilos | 10 | 25 ^a | #8 | 3/4'' | F+N+T | |
| CCOE5  | 2.560 | 1 | 2∅ 2hilos | 10 | 25 ^a | #8 | 3/4'' | F+N+T | |

Tabla 4.8 Tabulación de circuitos ramales planta baja (continuación)

| | | | | | | | | |
|---|-------|----|----------------------|----|-----------------|------|---------|-------|
| CCOE1  | 2.560 | 1 | 2 \emptyset 2hilos | 10 | 25 ^a | #8 | 3/4'' | F+N+T |
| CCOT1- Bar  | 900 | 5 | 1 \emptyset | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2'' | F+N+T |
| CCOE2- Bar  | 4.000 | 1 | 2 \emptyset 2hilos | 6 | 50 ^a | #4 | 1 1/2'' | F+N+T |
| CAA escalera | 300 | 3 | 1 \emptyset | 14 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |
| CAAp escalera | 108 | 36 | 1 \emptyset | 14 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |
| Uso general | | | | | | | | |
| CAGA1  | 1.100 | 20 | 1 \emptyset | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |
| CAGA2  | 1.210 | 22 | 1 \emptyset | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |
| CA- BCA1  | 880 | 16 | 1 \emptyset | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |
| CA- BCAp1  | 75 | 25 | 1 \emptyset | 12 | 15 | ---- | 1/2'' | F+N |
| CA- BCAp2  | 60 | 20 | 1 \emptyset | 12 | 15 | ---- | 1/2'' | F+N |
| CB- CCA1  | 440 | 8 | 1 \emptyset | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |
| CCGA1  | 330 | 6 | 1 \emptyset | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |

Tabla 4.9 Tabulación de circuitos ramales planta 1













| Tabulación de circuitos ramales planta 1 | | | | | | | | |
|--|--------------------------|---------------|----------------------|-----------------------|-----------------|---------------------|---------|-------------|
| Código | Potencia del Circuito VA | N° de salidas | Circuito | Calibre del conductor | Protección A | Calibre de puesta a | Tubería | Conductores |
| Edificio A | | | | | | | | |
| CASA1  | 1.100 | 11 | 1 \emptyset | 10 | 25 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |
| CAST1  | 1.440 | 8 | 1 \emptyset | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2'' | F+N+T |
| CAST2  | 720 | 4 | 1 \emptyset | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2'' | F+N+T |
| CASE1  | 4.000 | 1 | 2 \emptyset 2hilos | 6 | 50 ^a | #10 | 1/2'' | F+N+T |
| CASE2  | 2.569 | 1 | 2 \emptyset 2hilos | 10 | 25 ^a | #10 | 1/2'' | F+N+T |
| CAOA1  | 700 | 7 | 2 \emptyset 2hilos | 12 | 15 ^a | ---- | 1 1/2'' | F+N |
| CAOA2  | 800 | 8 | 1 \emptyset | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |
| CAOT1  | 1.260 | 7 | 1 \emptyset | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2'' | F+N+T |
| CAOE1  | 3.750 | 1 | 2 \emptyset 2hilos | 8 | 35 ^a | #6 | 1/2'' | F+N+T |
| CAOE2  | 2.569 | 1 | 2 \emptyset 2hilos | 10 | 25 ^a | #8 | 1/2'' | F+N+T |
| CAGym A1  | 288 | 4 | 1 \emptyset | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |
| CAGym  | 540 | 3 | 1 \emptyset | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2'' | F+N+T |

Tabla 4.9 Tabulación de circuitos ramales planta 1 (continuación)









| Edificio B | | | | | | | | |
|--|-------|----|-----------|----|-----------------|------|-------|-------|
| CBSA1  | 1.200 | 12 | 1Ø | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |
| CBST1  | 1.260 | 7 | 1Ø | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2'' | F+N+T |
| CBST2  | 1.080 | 6 | 1Ø | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2'' | F+N+T |
| CBOA1  | 604 | 10 | 1Ø | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |
| CBOT1  | 1.260 | 7 | 1Ø | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2'' | F+N+T |
| CBNA1  | 900 | 9 | 1Ø | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |
| CBNA2  | 336 | 6 | 1Ø | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |
| CBNT1  | 1.440 | 8 | 1Ø | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2'' | F+N+T |
| CBNE1  | 2.569 | 1 | 2Ø 2hilos | 10 | 25 ^a | #8 | 3/4'' | F+N+T |
| CBNE2  | 2.569 | 1 | 2Ø 2hilos | 10 | 25 ^a | #8 | 3/4'' | F+N+T |
| CBEA2- Bar  | 856 | 9 | 1Ø | 12 | 15A | ---- | 1/2'' | F+N |
| CBET3-Bar  | 720 | 4 | 1Ø | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2'' | F+N+T |
| CBET4-Bar  | 900 | 5 | 1Ø | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2'' | F+N+T |
| CBEA1  | 436 | 7 | 1Ø | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |

Tabla 4.9 Tabulación de circuitos ramales planta 1 (continuación)











| | | | | | | | | |
|--|----------|---|-----------|----|-----------------|------|-------|-------|
| CBET1  | 1.440 | 8 | 1Ø | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2'' | F+N+T |
| CBEE1  | 2.569 | 1 | 2Ø 2hilos | 10 | 25 ^a | #8 | 3/4'' | F+N+T |
| CBEE2  | 2.569 | 1 | 2Ø 2hilos | 10 | 25 ^a | #8 | 3/4'' | F+N+T |
| Edificio C | | | | | | | | |
| CCOA1-Bar  | 504 | 9 | 1Ø | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |
| CCOA2  | 568 | 7 | 1Ø | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |
| CCOT1  | 1.440, , | 8 | 1Ø | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2'' | F+N+T |
| CCOE1  | 2.569 | 1 | 2Ø 2hilos | 10 | 25 ^a | #8 | 3/4'' | F+N+T |
| CCOE2  | 3.750 | 1 | 2Ø 2hilos | 8 | 35 ^a | #6 | 1'' | F+N+T |
| CCNA1  | 656 | 7 | 1Ø | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |
| CCNA2  | 336 | 6 | 1Ø | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |
| CCNT1  | 720 | 4 | 1Ø | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2'' | F+N+T |
| CCNT2  | 1.440 | 8 | 1Ø | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2'' | F+N+T |
| CCNE1  | 2.569 | 1 | 2Ø 2hilos | 10 | 25 ^a | #8 | 3/4'' | F+N+T |
| CCNE2  | 2.569 | 1 | 2Ø 2hilos | 10 | 25 ^a | #8 | 3/4'' | F+N+T |

Tabla 4.9 Tabulación de circuitos ramales planta 1 (continuación)

| | | | | | | | | |
|--|-------|---|-----------|----|-----------------|------|-------|-------|
| CCEA1  | 800 | 8 | 1∅ | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |
| CCET1  | 1.080 | 6 | 1∅ | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2'' | F+N+T |
| CCET2  | 1.440 | 8 | 1∅ | 12 | 15 ^a | #10 | 1/2'' | F+N+T |
| CCEE1  | 3.750 | 1 | 2∅ 2hilos | 8 | 35 ^a | #6 | 1'' | F+N+T |

Tabla 4.10 Tabulación de circuitos ramales planta 2






| Tabulación de circuitos ramales planta 2 | | | | | | | | |
|--|--------------------------|---------------|----------|-----------------------|-----------------|----------------------------|---------|-------------|
| Código | Potencia del Circuito VA | Nº de salidas | Circuito | Calibre del conductor | Protección A | Calibre de puesta a tierra | Tubería | Conductores |
| Edificio A | | | | | | | | |
| CACA1  | 440 | 22 | 1∅ | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |
| Edificio B | | | | | | | | |
| CBCA1  | 120 | 40 | 1∅ | 12 | 15A | ---- | 1/2'' | F+N |
| CBCA2  | 700 | 4 | 1∅ | 12 | 15A | ---- | 1/2'' | F+N |
| Edificio C | | | | | | | | |
| CCCA1  | 638 | 29 | 1∅ | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |
| CCCA2  | 1.225 | 7 | 1∅ | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2'' | F+N |

Tabla 4.11 Tabulación de circuitos ramales centro deportivo

| Tabulación de circuitos ramales centro deportivo | | | | | | | | |
|--|--------------------------|---------------|----------|-----------------------|-----------------|----------------------------|---------|-------------|
| Código | Potencia del Circuito VA | N° de Salidas | Circuito | Calibre del conductor | Protección A | Calibre de puesta a tierra | Tubería | Conductores |
| CC-DGA1 | 1.400 | 8 | 1Ø | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2" | F+N |
| CC-DGA2 | 1.045 | 19 | 1Ø | 12 | 15A | ---- | 1/2" | F+N |
| CC-DGA1 | 275 | 5 | 1Ø | 12 | 15 ^a | ---- | 1/2" | F+N |

4.2.2 Cálculo del ascensor

Cada edificio consta de 4 niveles: Sótano, PB, Piso 1 y Piso 2. Para estimar la capacidad en cuanto al número de personas, se considera:

Oficinas → $8m^2$ /personas

Habitación → 2 personas

Edificio A

$$Ppt = \text{Sótano} + PB + \text{Piso 1} + \text{Piso 2}$$

Sótano :

$195m^2 \rightarrow 16m^2$ /Personas

Total : 12 Personas

PB:

$202m^2 \rightarrow 8m^2$ /Personas

Total : 25 personas

Piso 1 :

$$218.9m^2 \rightarrow 12m^2/Personas$$

Total : 17 Personas

Piso 2:

$$318m^2 \rightarrow 16m^2/Personas$$

Total : 20 personas

$$Ppt = 12 + 25 + 17 + 20$$

$$Ppt = 74$$

$$Nt = \frac{74}{20} = 4 \text{ personas /min}$$

Por lo tanto, C=4 personas, velocidad 1 m/s:

$$ct = 4$$

Nota: Se toma la realidad del edificio para 4 personas, por cabina, permite calcular el espacio físico de 1 Ascensor.

$$N^{\circ} \text{ de asc } \frac{4}{4} = 1 \approx 1 \text{ ascensores}$$

$$tv = 74/(1 \times 4) = 18 \text{ min Si cumple}$$

$$tw = \frac{4}{1 \times 4} \times 60 = 60 \text{ seg Si cumple}$$

$$HP_{asc} = \frac{\text{Carga}(kg) \times v \left(\frac{m}{s}\right) \times (1 - k)}{75 \times n}$$

$$HP_{asc} = \frac{300 \times 1 \times (1 - 0,5)}{75 \times 0,6} = 3,3HP$$

$$HP_{asc} = 5 \text{ HP (VALOR COMERCIAL)}$$

Se selecciona un motor de 5 hp, con v=1 m/s, 3^ϕ JA de 208 V, el cual es de servicio no continuo intermitente >60`.

Motor 1: Para un motor de 5hp la $I_n = 16.7 \text{ A}$

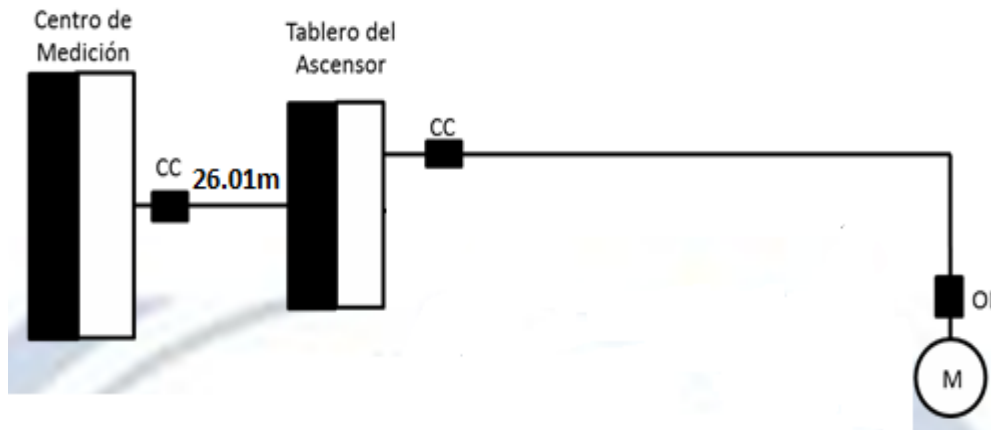


Figura 4.8 Sistema de ascensor motor 1

$$I_{cond} \geq FR \times I_{pc}$$

$$I_{cond} \geq 1,4 \times 16,7$$

$$I_{cond} \geq 23,38 \text{ A}$$

Conductor #10AWG-TW ($I_n = 30 \text{ A}$)

Por caída de tensión:

$$A\text{-m}_{calc} = (16,7) (26,28) (1)$$

$$A\text{-m}_{calc} = 434,367 \text{ A}\cdot\text{m}$$

$$F_p: 0,9 \text{ y } \Delta v: 2\%$$

Conductor #10 AWG-TW ($I_n = 30 \text{ A}$)

Conductor definitivo = #10 AWG-TW ($I_n = 30 \text{ A}$)

$$\text{Protección: } I_{cc} \leq F_{prot} \times I_{pc}$$

$$I_{RB} = 6 \times I_{pc} = 6 \times 16,7 = 100,2$$

$$KVA_{rb} = \sqrt{3} \times KV \times I_{rb} = \sqrt{3} \times 0,208 \times 100,2 = 39,09$$

$$KVA_{RB/hpn} = 36,06/5 = 7,21; \text{ Letra "K"}$$

$$F_{prot} = 2,5$$

$$I_{cc} \leq 2,5 \times 1,7A$$

$$I_{cc} \leq 41,75A$$

$$\frac{41,5 + 16,7}{2} = 30$$

Protección: 30A.

Conductor de puesta a tierra: #10AWG-TW(In=60A)

Tubería: 1"EMT

Tabla 4.12 Tabulación de ascensores

| Tabulación de ascensores del centro prurifuncional | | | | | | | | | |
|--|------------------------|------------------------------|---------|---------|------------|-------------------------|---------------|----------------|------|
| Edificio | Estimación de Personas | N.º de Ascensor | TV | TE | Motor (hp) | Corriente conductor (A) | Calibre (AWG) | Protección (A) | Tub. |
| A | 74 | 1 Cabina 4 Personas | 18 s | 60 s | 5 | 16.7 | 10 | 30A | 1" |
| B | 210 | 2 Cabinas 6 Personas | 21 s | 36 s | 5 | 16.7 | 10 | 30A | 1" |
| C | 141 | 1 Cabina 6 Personas | 25 s | 63 s | 7.5 | 24.2 | 8 | 40A | 1" |

Dónde:

TV: Tiempo de Vacío [s] del Edificio

$$20\text{seg} \leq TV \leq 30\text{s}$$

TE: Tiempo de Espera (seg)

Menor de 60seg

4.2.3 Cálculo del hidroneumático

Tabla 4.13 Tabulación de dotación de agua edificio B

| Dotación | | | |
|----------------|-----------------|-------------------------------|----------|
| Nivel | Área | m ² L | L/día |
| Sótano | Cine | (40,9 m ²)(20) | 898 |
| | Auditorio | (225m ²)(20) | 4.500 |
| | Deposito | (21,28m ²)(0.5) | 10,64 |
| PB | Hall | (51,6m ²)(6) | 327,6 |
| | Deposito | (9,71m ²)(0.5) | 4,85 |
| | Baños | (18,95m ²)(500) | 9.475 |
| | Oficinas | (34,26m ²)(6) | 205,56 |
| | Biblioteca | (85,58m ²)(20) | 1.711 |
| | Café bar | (60,88m ²)(50) | 3.044 |
| Piso 1 | Café bar | (94,74m ²) (50) | 4.737 |
| | Oficinas | (88,64m ²)(6) | 531,84 |
| | Salones | (79m ²)(6) | 474 |
| | Baños | (34,7m ²)(500) | 17.350 |
| | Galería | (100m ²)(20) | 2.000 |
| | Deposito | (9,71m ²)(0.5) | 4,85 |
| | Biblioteca | (137,55m ²)(6) | 825,3 |
| Piso 2 | Áreas Verdes | (589,2 m ²)(2) | 1.178,4 |
| Áreas en Común | Plaza | (2.374 m ²)(2) | 4.748 |
| | Estacionamiento | (2.923,62 m ²)(2) | 5.847,24 |
| | Cancha | (1156.29 m ²)(2) | 2312,58 |
| | Áreas Verdes | (3950.51 m ²)(2) | 7901,02 |

Dotación= 68077 L/día

$$B = \frac{15}{5} + \frac{1}{0,25} = 12$$

$$QB = \frac{68077}{86400} = 0,78L/seg$$

$$H_{din} : (4)(3,5) + (4)(3,5)(0,2) + 7 + 14$$

$$H_{din}: 23,64$$

$$HP_{bomba} = \frac{(23,64)(0,78)(12)}{75 \times 0,6} = 4,91HP$$

$$hp \text{ Motor} = (1.4) (4.91) = 6,88 \text{ hp} = 7 \text{ hp Valor comercial}$$

$$hp_{comp}=10\%hp_{motor}= 1,5 \text{ hp}$$

Siguiendo el mismo procedimiento usado para calcular el circuito ramal del motor del ascensor, se obtuvo:

Tabla 4.14 Tabulación del circuito ramal hidroneumático

| Motor | Recorrido | I carga | Conductor definitivo | Protección | Conductor de puesta a tierra | Tubería |
|-------|-----------|---------|----------------------|------------|------------------------------|------------------------|
| Hidro | 2m | 33A | #8AWG-TW | 40 A | #10AWG-TW | 1 ^{1/2} ” EMT |

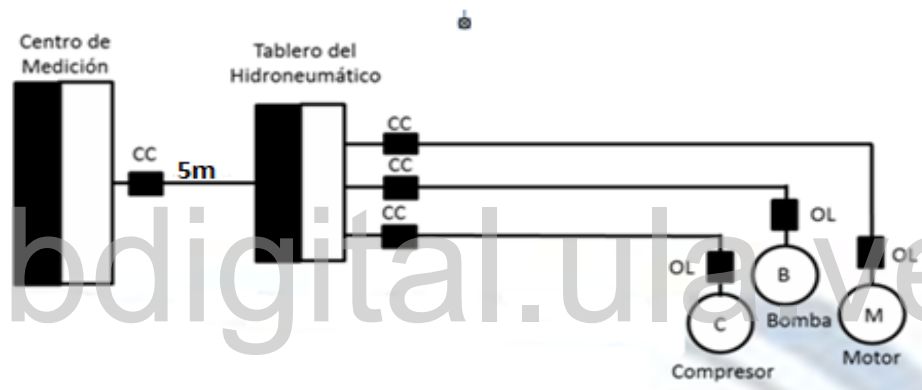


Figura 4.9 Sistema de hidroneumático

$$I_{cond} \geq FR \times I_{pc}$$

$$I_{cond} \geq 1,4 \times 46,2$$

$$I_{cond} \geq 33A$$

Conductor #8AWG-TW($I_n=70A$)

$$\text{Protección: } I_{cc} \leq F_{prot} \times I_{pc}$$

$$I_{RB} = 6 \times I_{pc} = 6 \times 24,2 = 145,2A$$

$$KVA_{rb} = \sqrt{3} \times KV \times I_{rb} = \sqrt{3} \times 0,208 \times 145,2 = 5323$$

$$KVA_{RB/hpn} = 52,3 / 7,5 = 6,97; \text{ Letra "H"}$$

$$F_{prot} = 2,5$$

$$I_{cc} \leq 2,5 \times 24,2A$$

$$I_{cc} \leq 60A$$

$$\frac{60,5 + 24,2}{2} = 42,35A$$

Protección: 40A

Conductor de puesta a tierra: #10AWG-TW(In=60A)

Tubería: 1^{1/2}”EMT

Tabla 4.15 Tabulación del hidroneumático

| Tabulación de hidroneumáticos del centro plurifuncional | | | | | | | | | |
|---|---------------------|-------------|---------------|------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------------|------------|---------------------------|
| Edif. | Dotación (L/día) | QB (L/s) | Bomba (hp) | Motor (hp) | I Carga (A) | Conductor Definitivo | Conductor Puesta Tierra | Protección | Tub. |
| A | 50.735 | 0.59 | 5 | 7 ^{1/2} | 33A | #8AWG-TW | 10AWG-TW | 40A | 1 ^{1/2} ” EMT |
| B | 68.077 | 0.78 | 5 | 7 ^{1/2} | 33A | #8AWG-TW | #10AWG-TW | 40A | 1 ^{1/2} ” EMT |
| C | 25.724 | 0.30 | 5 | 7 ^{1/2} | 33A | #8AWG-TW | 10AWG-TW | 40A | 1 ^{1/2} ” EMT |

4.2.4 Alimentadores.

Para determinar el cálculo del calibre del conductor, protección y tuberías de los alimentadores que serán necesarios para la plata baja del edificio “C”; es necesario seguir los pasos que se detallan a continuación:

Demanda máxima: Se determina, mediante el promedio de la demanda del tablero de servicio general de cada planta por edificio, basándose en el criterio del Código Eléctrico Nacional (CEN), que establece que para el alumbrado se considera 100% y toma corriente de uso general los primeros 3000VA se asignan al 100%, la potencia restante al 35% y para los tomacorrientes especiales todos a un 100%.

Datos:

- Alumbrando:
24 salidas Incandescentes.
5 salidas Tubos LED
- Toma Corrientes:
28 salidas de TUG
- Circuitos Especiales:
A/A (Grande)
A/A (Mediano)

$$\text{Demanda Alumbrado} = (24) \left(\frac{100}{1} \right) + 5 \left(\frac{4 \times 17}{0.9} \right) (1 + 0,1) = 2708 \text{VA}$$

Dónde:

Fp de lámparas incandescentes $\rightarrow 1$

FP de lámparas Tubos LED $\rightarrow 0.9$

Consumo del balastro $\rightarrow (1 + 0,1)$

Demanda TUG: cuenta con 28 salidas de TUG

$$\text{Carga conectada} = (28) (180) = 5040$$

$$\text{Demanda TUG} = (3000) (1) + (2040) (0.35) = 3714 \text{ VA}$$

$$D(\text{ce's}) = (3750 * 1) + (2560 * 3) = 11430 \text{VA}$$

$$D(\text{total}) = 2708 \text{ VA} + 3714 \text{VA} + 11430 \text{VA} = 17852 \text{VA}$$

$$I \text{ Carga} = \frac{17852}{2 * 120} = 74,38 \text{ A}$$

$$I \text{ cond} \geq 1,25 \times 74,38 \geq 92,97 \text{ A}$$

Por el criterio de corriente se toma un calibre #1/0 AWG-TW $I_n = 125 \text{ A}$

Nota: se consideró $\Delta V\% = 2\%$, fp = 0.9 y L = 3,5m

$$ME \text{ calculado} = 92,97 \text{A} \times 3,5 \text{m} = 325,51 \text{ A} - \text{m}$$

$$ME \text{ corregido} = 325,51 * 1,73 = 562,96, \text{A} - \text{m}$$

Para un calibre #10 al 1% y $f_p=0.9$

327

Para el 2%:

$327 * 2 = 654$

Por el criterio de caída de tensión se toma un calibre #10 AWG-Tw $I_n = 30A$

$$\Delta V(\text{real}): \frac{562,96}{654} * 2 = 1,72$$

$$\Delta V(\text{real}) < \Delta V(\text{dado})$$

El calibre definitivo: #1/0 $I_n = 125 A$

Protección:

$$\frac{125 + 92,97}{2} = 108,98$$

se selecciona una protección de 100 A (Break dos polos)

Tubería:

3 conductores #1/0

1 conductor #2

Total

0,9321

0,2067

1,13

Se selecciona una Tubería de 2''

Resumen Alimentador:

3 cables # 1/0 AWG-Tw (2f + N)

1 Cables #2 AWG-Tw Puesta tierra

Protección: 100 A break dos polos

Tubería: 2''

Para el Café Bar:

Para calcular la demanda de local Café Bar, se toma en cuenta el criterio del Código Eléctrico Nacional (CEN); el cual establece que para locales comerciales el alumbrado y tomacorriente de uso general se considera los primeros 10.000VA; se asignan al 100%, la

potencia restante al 50% y para los toma corrientes especiales al 100%, otro punto a tener en consideración es la densidad lineal de carga, $\left(\frac{VA}{m^2}\right) = 22$.

Datos:

Área: $94,74m^2$

1 Circuito de alumbrado

1 Circuito de TUG

1 Horno eléctrico

1 A/A 3750

Solución:

$$(94,54)(22) = 2150.28$$

$$\frac{2150.28}{2400} = 1Cto$$

Demanda del local : 1cto(CEN) + 2cto + Horno + Aire Acondicionado

$$= 2150.28 + 3000 + 4000 + 3750$$

Demanda del local: 12.900VA

$$I \text{ Carga} = \frac{12900}{2 * 120} = 53,75 \text{ A}$$

$$I \text{ cond} \geq 1,25 \times 53,75 \geq 67,18 \text{ A}$$

Por el criterio de corriente se toma un calibre #4 AWG-Tw In =70 A

Nota: se consideró $\Delta V\% = 2\%$, fp = 0.9 y L =50.86m

$$ME \text{ calculado} = 53,75 \times 50,86m = 2733.73 \text{ A} - m$$

$$ME \text{ corregido} = 2733.73 * 1,73 = 4078.43 \text{ A} - m$$

Para un calibre #4 al 1% y fp=0.9

$$2404$$

para el 2%:

$$2404*2= 4808$$

Por el criterio de caída de tensión se toma un calibre #4 AWG-TW In = 70 A

$$\Delta V(\text{real}): \frac{4078.43}{4808} * 2 = 1,69$$

$$\Delta V(\text{real}) < \Delta V(\text{dado})$$

El calibre definitivo: #4 In = 70 A

Protección:

$(70+53.75)/2 = 61,87$ se selecciona una protección de 60 A (Break dos polos)

Tubería:

| 3 conductores #4 | 1 conductores #6 | Total |
|------------------|------------------|-------|
| 0,4815 | 0,1238 | 0,605 |

Se selecciona una tubería de 1 1/2 "

Resumen alimentador del local: 3 cables # 4 AWG-Tw (2f + N)

1 Cables #6 AWG-Tw Puesta tierra

Protección: 60 A break dos polos

Tubería: 1 1/2 "

A continuación, se tabularán las demandas de los locales y sub-tableros por nivel, donde se consideraron los siguientes circuitos especiales:

- Aires acondicionados: 3.750VA / 2.560VA
- Secadoras: 5.000VA
- Horno eléctrico : 4.000VA
- Circuito especial: 3.000VA

Tabla 4.16 Tabulación demanda de los locales comerciales

| Tabulación de la demanda por piso | | | | | | | | | |
|---|----------------------|-------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------|----------------|-----------|
| Nivel | Carga Conectada (VA) | I Carga (A) | Calibre por corriente | Calibre por ($\Delta V\%$) | ($\Delta V\%$) Real | Calibre definitivo | Conductor puesta Tierra | Protección (A) | Tub.. |
| Edificio A | | | | | | | | | |
| Sótano | 9.960 | 41.5 | 6 | 14 | 1.28 | 6 | 8 | 45 | 2" |
| PB | 6445.33 | 22.85 | 8 | 14 | 1.07 | 8 | 10 | 30 | 1" |
| P1 | 18.635 | 77.64 | 1/0 | 2 | 1.5 | 2 | 4 | 89 | 1 1/2" |
| P2 | 440 | 1.83 | 14 | -- | -- | 14 | 8 | 15 | 3/4" |
| Edificio B | | | | | | | | | |
| PB | 18.202 | 75 | 1/0 | 12 | 1.44 | 1/0 | 4 | 80 | 1 1/2" |
| P1 | 17.216,6 | 71.73 | 2 | 12 | 1.56 | 2 | 4 | 80 | 1 1/2" |
| P2 | 820 | 3.41 | 14 | -- | -- | 14 | 12 | 15 | 3/4" |
| Edificio C | | | | | | | | | |
| PB | 17.789 | 74.12 | 2 | 10 | 1.72 | 2 | 2 | 80 | 2" |
| P1 | 21.531 | 89.71 | 1/0 | 10 | 1.66 | 1/0 | 2 | 100 | 2" |
| P2 | 3.088 | 12.86 | 12 | -- | -- | 14 | 12 | 15 | 3/4" |
| Demanda común - ubicación Edificio B | | | | | | | | | |
| Sótano | 5.064,88 | 34.96 | 12 | 6 | -- | -- | -- | -- | -- |
| PB | 3.325 | 13.85 | 12 | 14 | 1.57 | 12 | 12 | 15 | 3/4" |

Tabla 4.17 Tabulación de la demanda por piso

| Tabulación de la demanda de locales comerciales | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|----------------------------|----------------------|------------------------------|--------------|---------|------------|--------------|--------|--|
| Local | Área (m ²) | N.º Circuitos de Alumbrado | N.º Circuitos de TUG | TUG Especiales | Demanda (VA) | Calibre | (ΔV%) Real | Protección A | Tub. | |
| Gym | 42.93 | 1 | 1 | A/A (Mediano) | 5476.69 | 6 | 1.33 | 35 | 1" | |
| Aula-Cine | 44.90 | 1 | 1 | A/A (Mediano) Sonido | 8478 | 6 | 0.91 | 35 | 1" | |
| Auditorio | 225 | 2 | 1 | A/A (Grande) 2X Sonido | 15225 | 2 | 1.56 | 70 | 2" | |
| Café Bar edificio B PB | 60.88 | 1 | 2 | Horno A/A (Grande) | 12089.36 | 2 | 1.93 | 70 | 2" | |
| Café Bar edificio B P1 | 94.74 | 1 | 2 | Horno A/A (Grande) | 12900 | 2 | 1.94 | 90 | 1 1/2" | |
| Café Bar edificio C PB | 43,56 | 1 | 2 | Horno A/A (Grande) | 11708.32 | 8 | 1.75 | 35 | 1" | |

Nota:

- La demanda P2 en cada edificio representa solo la carga de alumbrado, por lo que se alimenta directamente desde el tablero de servicios generales y no desde un sub-tablero.

- El alumbrado en común tanto del centro plurinacional, como la de planta baja y del sótano se alimentan desde el tablero de servicio general, ubicado en el Edificio B.

4.2.5 Tableros

Los tableros en cada edificio se dividen en: tableros de servicio general, sub-tableros por piso, y tableros de locales comerciales. A continuación, se da un ejemplo del cálculo de desbalance:

Tabla 4.18 Tabulación de tableros

| SubT.AP1 | |
|------------------|-----------------|
| Circuito | Potencia |
| CASE1(2 ϕ) | 4.000VA |
| CAOE1(2 ϕ) | 3.750VA |
| CASE2(2 ϕ) | 2.569VA |
| CAOE2(2 ϕ) | 2.569VA |
| CAST1(1 ϕ) | 1.440VA |
| CAOT1(1 ϕ) | 1.260VA |
| CASA1(1 ϕ) | 1.100VA |
| CAOA2(1 ϕ) | 800VA |
| CAST1(1 ϕ) | 720VA |
| CAOA1(1 ϕ) | 700VA |

Tabla 4.19 Reparto de cargas

| R | | S | |
|------------------|-------------|------------------|-------------|
| Circuito | Potencia VA | Circuito | Potencia VA |
| CASE1(2 ϕ) | 4000/2 | CASE1(2 ϕ) | 4000/2 |
| CAOE1(2 ϕ) | 3750/2 | CAOE1(2 ϕ) | 3750/2 |
| CASE2(2 ϕ) | 2569/2 | CASE2(2 ϕ) | 2569/ |
| CAOE2(2 ϕ) | 2569/2 | CAOE2(2 ϕ) | 2569/2 |
| CAST1(1 ϕ) | 1440 | CAOT1(1 ϕ) | 1260VA |
| CASA1(1 ϕ) | 1100VA | CAOA2(1 ϕ) | 800VA |
| CAST1(1 ϕ) | 720VA | CAOA1(1 ϕ) | 700VA |
| 9704 | | 9204 | |

$$Promedio = \frac{9704 + 9204}{2} = 9454$$

$$D\% = \frac{9704 - 9204}{9454} \times 100\% = 5,28$$

5.28% < 10% Por lo tanto se cumple con el desbalance aceptado

Selección de tablero **NLAB416AB**

Polos totales: 14, Polos de reserva: 2.

Nota:

- Para los sub-tableros, se utilizarán de piso y locales se utilizarán tableros 208/120 V (2 ϕ de 3 hilos) con protección principal.
- Para el tablero de servicios generales, se consideraron los circuitos de alumbrado de sótano, plazas y escaleras, así como ascensores e hidroneumático. Los tableros serán 208/120 V (3 ϕ de 4 hilos) con protección principal.

Tabla 4.20 Tabulación desbalance de tableros

| Tabulación desbalance de tableros | | | | |
|--|--------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Ubicación | Modelo de Tablero | Polos Usados | Polos Reservas | Desbalance (%) |
| Locales | | | | |
| Gimnasio | NLAB306AB | 4 | 2 | 14,87 |
| Aula-Cine | NLAB308AB | 6 | 2 | 12,56 |
| Auditorio | NLAB312AB | 9 | 3 | 6,36 |
| Café Bar Edificio B PB | NLAB308AB | 6 | 2 | 4,67 |
| Café Bar Edificio B P1 | NLAB310AB | 7 | 3 | 14,96 |
| Café Bar edificio C PB | NLAB306AB | 4 | 2 | 14,65 |
| Edificio A | | | | |
| Sótano | NLAB308AB | 6 | 2 | 0 |
| PB | NLAB308AB | 6 | 2 | 8,55 |
| P1 | NLAB416AB | 14 | 2 | 5,28 |
| Edificio B | | | | |
| PB | NLAB312B | 9 | 3 | 5,09 |
| P1 | NLAB320AB | 17 | 3 | 2,61 |
| Edificio C | | | | |
| PB | NLAB322AB | 19 | 3 | 4 |
| P1 | NLAB322AB | 19 | 3 | 0,13 |

Tabla 4.21 Tableros de servicios generales

| Tableros de servicios generales | | | | R-S | S-T | R-T |
|---------------------------------|-----------|----|---|-------|-------|-------|
| General A | NLAB418AB | 14 | 4 | 14 | 12,52 | 26,4 |
| General B | NLAB430AB | 25 | 5 | 11.74 | 5,66 | 17,37 |
| General C | NLAB416AB | 12 | 5 | 42 | 1,9 | 44 |

4.2.6 Calculo de acometida

Para el diseño de la acometida se deben analizar la demanda máxima de los diferentes locales comerciales y las áreas comunes presentes en cada edificio del conjunto, cada demanda se representa en su respectivo tablero de servicios generales (TSG), para obtener:

$$Demanda\ del\ edificio = Demanda\ (TSG)$$

$$Demanda\ (TSG)\ Edificio\ C: Demanda\ Alumbrado + Demanda\ Tug$$

Nota: El Código Eléctrico Nacional (CEN), establece para la demanda de alumbrado
 $D\ Alumbrado = Carga\ conectada \times Fd$, donde $Fd = 100\%$ para alumbrado.

Para la demanda de TUG : $(Carga\ Conectada \times Fd)$, donde Fd

Los primeros 3000 VA $\rightarrow 100\%$

(3001 a 120.000) VA $\rightarrow 35\%$

Tabla 4.22 Demanda edificio A

| Demanda edificio A | | | | |
|--------------------|-------------------|-----------------------|---------------|----------------------|
| Alumbrado | | | | |
| Nivel | Tipo luminaria | Potencia nominal (VA) | N° de salidas | Potencial total (VA) |
| Sótano | Incandescentes | 100 | 28 | 2.800 |
| PB | Incandescentes | 100 | 17 | 1.700 |
| | Tubos LED | 56 | 3 | 168 |
| Piso 1 | Incandescentes | 100 | 26 | 2.600 |
| | Pantalla LED | 72 | 4 | 288 |
| Piso 2 | Luminaria de piso | 3 | 22 | 440 |

Total: 7.996VA

Demanda Alumbrado: $7.996 \times 1 = 7.996\text{VA}$

Tabla 4.23 Demanda TUG

| Demanda TUG | | | | |
|----------------|-----|-----------------------|---------------|----------------------|
| Nivel | TUG | potencia nominal (VA) | N° de Salidas | potencial total (VA) |
| Sótano | TUG | 180 | 12 | 2.160 |
| PB | TUG | 180 | 11 | 1.980 |
| Piso 1 | TUG | 180 | 22 | 3.960 |
| Piso 2 | TUG | 180 | 0 | 0 |
| Áreas en Común | TUG | 180 | 0 | 0 |

Total de salidas: 45 salidas de tug

Potencia total: 8100VA

Los primeros 3000 VA al 100% 3.000VA

Los 5100 VA al 35VA al 35 % 1.785VA

Total **4.785VA**

Tabla 4.24 Demanda de circuitos especiales

| Circuitos especiales | | | | |
|----------------------|-----------------------|---------------|------|----------------------|
| Circuito Especial | Potencia Nominal (VA) | N° de Salidas | Fd | Potencial Total (VA) |
| Secadora | 5.000 | 1 | 100% | 5.000 |
| A/A Grande | 3.750 | 1 | 100% | 3.750 |
| A/A Med | 2.560 | 4 | 100% | 10.240 |
| Horno | 4.000 | 1 | 100% | 4.000 |

Total Circuitos especiales: 22190 VA

$$I_{carga (pasivas)} = \frac{22,19KVA + 8kVA + 4,78kVA}{\sqrt{3} \times 208}$$

$$I_{carga (pasivas)} = 97,08A$$

$$I_{carga (Activas)} =$$

$$7.5hp \rightarrow (24.2)(140\%) = 33,88A$$

$$5hp \rightarrow (16.7)(140\%) = 23,39A$$

$$I(tsg) \gg (1,25)(33,88) + 23,39 + 97,08$$

$$I(tsg) \gg 162,81A$$

$$D_{tsg} = (162,81)(208)(\sqrt{3}) = 58,65KVA$$

Demanda Edificio B: 58,65KV

Tabla 4.25 Demanda Total por Edificio

| Edificio | Demanda Alumbrado (VA) | Demanda TUG (VA) | Demandado cto. Especiales (VA) | I carga (A) | Demanda Total (VA) |
|----------|------------------------|------------------|--------------------------------|-------------|--------------------|
| A | 8.000 | 4.785 | 22.190 | 175,52 | 59.754 |
| B | 18.573 | 6.864 | 40.420 | 271,91 | 95.160 |
| C | 9.268 | 5.226 | 29.810 | 201,59 | 72.629 |

Demanda Total Centro Cívico: Demanda Edificio A + Demanda Edificio B+ Demanda Edificio C+ Cancha deportiva

Demanda Total Centro Cívico: 230263VA

$$I_{carga} = \frac{230263}{(\sqrt{3})(0.208)} = 639,18A$$

$$I_{acom} \gg (1.25)(629.18) = 798,72A$$

Tabla 4.26 Posibles Soluciones para acometida:

| Numero Cable/Fase | Corriente c/u Fase | Conductor | Corriente Acometida | Porcentajes de Carga |
|-------------------|--------------------|-----------|---------------------|----------------------|
| 4 | 199,73A | 3/0 | 800 A | 78,64% |
| 5 | 159,78A | 2/0 | 875 A | 71,9% |
| 5 | 159,78A | 1/0 | 750 | 83,8% |
| 6 | 133,15 A | 1/0 | 900A | 70% |
| 10 | 79,89 | 4 | 850 A | 75% |

Nota: La mejor opción a tomar en cuenta es; 10 Cable/fase calibre #4, para el cual vendrá acompañado de $I_n = 850A$, el cual estaría cargada a un 75%. Esta opción se toma para tener un margen de flexibilidad al momento de alimentar cada edificio, con el mismo número de conductor, asegurando que se cumpla lo establecido en el Código Eléctrico Nacional (CEN), tanto en el criterio de corriente, como en el de caída de tensión.

Solución:

40 cables #4 KCM- TTU se distribuye de la siguiente manera:

30cables #4 KCM- TTU (fases)

10 cables #4 KCM- TTU(Neutro)

Nota: Se selecciona tubería de $2\frac{1}{2}$ pulgadas PVC → 10 Cable # (4)

Tabla 4.27 Porcentaje de Carga por Edificio

| Edificio | Demanda (VA) | Corriente (A) | Alimentación | Porcentaje de Carga |
|----------|--------------|---------------|-------------------------|---------------------|
| A | 59,754 | 175,52 | 3cable/fases (#4 = 85A) | 69% |
| B | 95,160 | 271,91 | 4cable/fases (#4 = 85A) | 80% |
| C | 72,629 | 201,59 | 3cable/fases (#4 = 85A) | 79% |

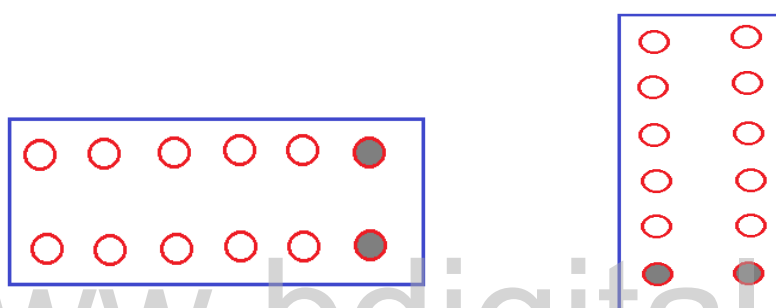


Figura 4.10 Bancadas de Tubos para Acometida

En donde el los círculos son espacios libres, puesto que vienen en formatos pares.

4.2.7 Corto circuito

En la selección del calibre del conductor y la distancia máxima para la ubicación de la acometida, se debe comprobar que dicho calibre soporte una alta temperatura, debido a una alta corriente ocasionada por un corto circuito, por lo tanto, se debe cumplir que:

$$\text{Tiempo térmico del conductor} > \text{Tiempo de operación del Conductor}$$

Para el cálculo se debe tener en cuenta:

Banco de transformación:

Se añade una reserva para futuras conexiones de un 10%

$$10\% = \frac{\text{Capacidad del Banco} - \text{Demanda Máxima}}{\text{Capacidad del Banco}}$$

Demanda máxima = 230.263VA

Capacidad del banco de transformación = 250.667 VA

Puesto que no existe una bancada de transformación de 250.667KVA, se selecciona una existente de 100KVA, que resultaría en una bancada de 300KVA.

Acometida: 798,93 A

Transformador: bancada de 3x100KVA \approx 300KvA. Reactancia del transformador: 3.5%

Bases: 208V \rightarrow 0.208KV

100kva \rightarrow 0.1MVA

MVA: 15

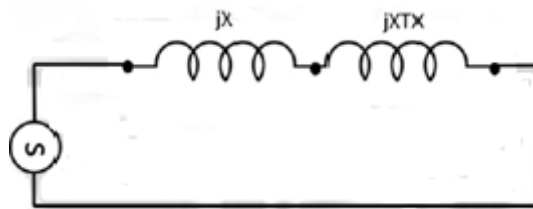


Figura 4.11 Corto circuito equivalente

L= 25 metros

$$MVA(ccpu) = \frac{15}{0.1} = 150$$

$$XSIST(pu) = \frac{1}{150} = 0.00667$$

$$XTX(pu) = \frac{0.006 \times 0.1 MVA}{0.5 MVA} = 0.012$$

$$Racom = \frac{2.416}{10 \times 100} \times 25 = 0.0604$$

$$Xacom = \frac{0.3047}{10 \times 100} \times 25 = 0.0174$$

Para la falla 1 Acometida:

$$ICC = \frac{1 < 0}{(0.00667 + 0.012)i} = 53,56 < -90$$

Para la dala 2 Alimentadores:

$$I_{cc2} = \frac{1 < 0}{(0.00667 + 0.012 + 0.0076)l + 0.0604} = 15,18 < -45$$

Ibase: 277,57A

ICC1=(53.56)(277,57)=14,8KVA

ICC2=(15.18)(277,57)= 3,45KVA

4.3 AUTOMATIZACIÓN DE ACOMETIDA

Las instalaciones eléctricas son fundamentales para el desenvolvimiento de nuestras actividades cotidianas; pues diariamente y en cada momento se esta haciendo uso de equipos que funcionan gracias al suministro de la energía que éstas brindan, ya sea en nuestros hogares, centro de labores, locales públicos, entre otros. Por tal razón, es de vital importancia que se realice una correcta instalación de la acometida, procedimiento fundamental para que la energía eléctrica llegue hasta los usuarios finales.

Por ende, el sistema debe brindar la mayor seguridad a los equipos y usuarios, y a su vez contribuir al ahorro de energía, evitando posibles fugas que se traduzcan en mayores costos por el uso inadecuado del servicio eléctrico, así como eventuales cortocircuitos por excesivas conexiones.

4.3.1 Principio de funcionamiento

Para el Centro Cívico Plurifuncional, es primordial que se le garantice el suministro de electricidad durante las 24 horas del día en sus instalaciones, y para que se cumpla, el sistema cuenta con la función de monitorear constantemente el estado de alimentación principal de todo el conjunto; con un sistema de generación de emergencia controlado ; el cual estará respaldado por un generador diésel con una capacidad de 300kW, que preservará el suministro de energía eléctrica en caso de ocurrir cualquier falla.

El proceso se apoya de un sistema selectivo de servidores ups, los cuales estarán conectados principalmente a computadores de oficina, sistema de comunicaciones y red del edificio. En caso de que el estado de emergencia (Generadores) falle, todo en base a los contactores de potencia los cuales operan como tele-ruptores, es decir su control remoto se produce por pulsos; para una posterior comprensión del sistema controlado.

4.3.2 Elementos utilizados

Contactores de potencia:

Son contactores compactos y energéticamente eficientes, flexibles y adecuados para su utilización en todas las áreas relevantes de la distribución de potencia de media tensión, para tensiones nominales de 7,2 a 15 kV y corrientes nominales de funcionamiento de hasta 450 A. Garantizan la conmutación segura de las corrientes de funcionamiento y las corrientes de sobrecarga, incluso durante las caídas de tensión. Desde estaciones de transformación y transferencia, equipos de compensación de energía reactiva y sistemas de distribución de redes industriales, plantas de energía eólica y paneles fotovoltaicos, los contactores al vacío garantizan una protección total para el funcionamiento de su sistema.

Fabricante: Danfoss

Modelo: CI 15

Operación: El CI 15 está diseñado como una combinación de contactor/relé de control, dentro de la gama de potencia de 2,2 – 15 kW tiene incorporado un relé de interface para aplicaciones de PLC con salida de 24 V CC. Los accesorios incluyen una amplia selección de bloques de contactos auxiliares fijados por muelle y temporizadores, módulos de interface y acoplamientos RC.

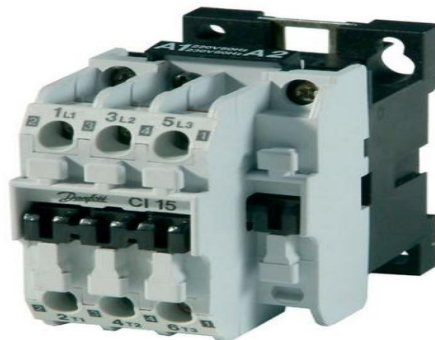


Figura 4.12 Contactor de potencia Danfoss[16]

Generador Diésel:

Es un equipo cuya utilización está indicada para aplicaciones que requieran mayor potencia y un funcionamiento continuo. Éstos equipos convierten el combustible en energía eléctrica, a través de la combustión del diésel; pueden tener un uso óptimo, pues son capaces de mantenerse conectados durante horas, semanas, o simplemente, hasta que sea restaurado el servicio de energía principal. Para ello, debe asegurarse su correcto abastecimiento y así cumplir su función de forma eficaz.

Fabricante: SDMO

Modelo: 250 kW DOOSAN

Operación: 250kW 313KVA en espera / 227kW 284KVA Prime



Figura 4.13 Generador 250 kW SDMO [17]

UPS:

Es un dispositivo que gracias a sus baterías u otros elementos almacenadores de energía, hace posible proporcionar energía eléctrica a todos los dispositivos que estén conectados a éste, por un tiempo limitado; en caso de interrupción del servicio eléctrico principal.

Fabricante: APC

Modelo: Pro BX1500VA

Operación: Smart-UPS es ideal para pequeñas y medianas empresas (PYMES) que deseen proteger su equipo de red y sus dispositivos ante posibles alteraciones y cortes del suministro eléctrico.



Figura 4.14 UPS APC 1500VA [18]

Bobina Petersen N-EALD:

Es una reactancia variable que se conecta entre el neutro del transformador de potencia de una subestación y la malla de puesta a tierra. Esta reactancia es conocida como Bobina de Supresión de Arco o Bobina Petersen. También se le define como un medio o sistema de puesta a tierra resonante, se utilizan en sistemas trifásicos para limitar las corrientes de arco durante las fallas a tierra. En caso de presentarse cualquier falla, la corriente de falta a tierra capacitiva (IC) se neutraliza por la corriente en la reactancia, por ser igual en magnitud, pero desfasada 180 grados.

El N-EALD se utiliza para la regulación de bobinas Petersen en redes de media y alta tensión. Además, es posible resolver con él todas las demás tareas de control, medición y registro relacionadas con la bobina de Petersen, pueden ser conectados a sistemas Scada a través de perfiles estándar.

Fabricante: Edibon

Modelo: AEL-TI-03



Figura 4.15 Módulo analizador de líneas [19]

4.3.3 Diagrama de funcionamiento.

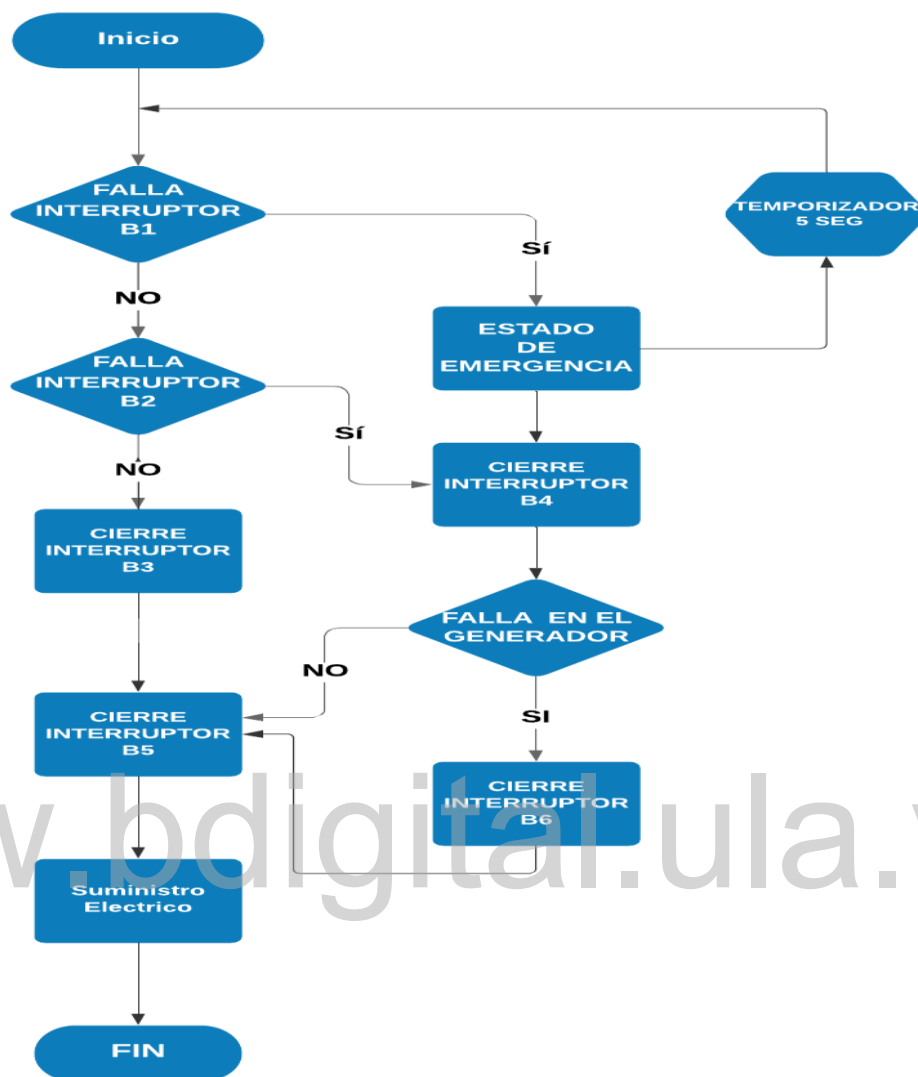


Figura 4.16 Diagrama de Flujo. Acometida

Nota: Esquematación del proceso de automatización del sistema de Acometida.

Dónde:

B1: Subestación - Transformador

B2: Transformador – Acometida BT

B3: Acometida BT- Tablero general

B4: Generador diésel.

B5: Alimentadores.

B6: UPS

Para el funcionamiento del sistema se emplean autómatas, que controlan el accionar de los interruptores: B1, B2, B3, B4, B5 y B6 de forma automática, y así garantizar un servicio ininterrumpido de energía. Esta modalidad se basa en la supervisión del estado de las diferentes etapas que constituyen el sistema de instalaciones eléctricas, partiendo desde la empresa de suministro, pasando por las acometidas de AT y BT, sub-estación de transformación, tablero de uso general y alimentadores, hasta llegar a los diversos circuitos ramales que lo integran.

A continuación, se explican los protocolos de funcionamiento; los cuales deberán seguirse para el restablecimiento del suministro de energía, en caso de que éste presente cualquier tipo de falla:

Si existe una falla de media o baja tensión:

1. La función del PLC es la de detectar la aparición de cualquier falla; o lo que es lo mismo que la tensión de media tensión sea igual a 0.
2. Luego se produce un retardo de 4 segundos, antes de proseguir con el protocolo, como medida preventiva ante posibles *fluctuaciones* de tensión.
3. En el tercer paso, se procede a abrir B1 y B2; y se espera la confirmación de dicha acción, para así evitar problemas de sincronizaciones.
4. Se da la señal para abrir los interruptores B3 y B5, continuando con el encendido del generador diésel.
5. Al estar en operación el generador, se cierra el interruptor B4, seguidamente del B5, dejando al edificio 100% operativo.

Nota: Otras fallas que pueden presentarse, son las de media y baja tensión en los transformadores, las mismas son detectados por la Bobina Petersen N-EALD, en éstos casos se deberá activar el estado de emergencia, para que el servicio eléctrico sea restablecido con la ayuda del generador.

Retorno del Sistema:

1. El PLC recibe la señal de que indica la presencia de media tensión, en la acometida, es decir la tensión de entrada de media tensión es igual a 12.47KV.
2. Retardo de 3 min, para descartar retornos de fallas al sistema.
3. Se envía la señal de apagado del generador.

4. Una vez confirmado que el generador este en modo apagado, se aperturan los interruptores B4 y B5.
5. Entran en operación los interruptores B1 y B2.
6. El sistema vuelve a su estado normal.

Pérdida del generador durante el periodo de emergencia:

1. Es posible que llegue a presentarse una falla mecánica en el generador, en éste caso se enviará una señal al PLC indicando la aparición de la misma.
2. Al confirmarse la falla, se apertura los interruptores B4 y B5.
3. El UPS entra en funcionamiento.
4. Una vez confirmado que el UPS está activo, se ejecuta el interruptor B5.
5. Los circuitos prioritarios como lo son: las oficinas y salones de clases, quedarán en funcionamiento.

Retorno del Generado:

1. El PLC descifra el funcionamiento del generador, mandando una señal para indicar que éste se encuentra activo.
2. El UPS se desactiva, conjunto el interruptor B5.
3. Entra en operación el interruptor B4.
4. Se cierra el interruptor B5, donde el edificio es energizado, en estado de emergencia por el generador.

4.4 CONTROL LUMÍNICO:

Hoy en día la mayoría de los edificios tienen un excesivo consumo eléctrico. Debido básicamente a la falta de monitoreo y control en el encendido y apagado de los diferentes circuitos de alumbrado, que se mantienen encendidos durante largos periodos de tiempo, incluso cuando el personal no se encuentra laborando en sus puestos de trabajo. Es por ello que surge la necesidad de implementar un sistema de encendido/apagado de luces, el cual podrá ejecutarse a nivel presencial y a distancia, para así gestionar y racionalizar el consumo energético.

4.4.1 Principio de funcionamiento.

Para llevar un buen control de la energía consumida en el edificio se dispondrá de un sistema de 3 estados: Automático, manual y off.

Modo automático: El funcionamiento se rige de forma sectorizada: la iluminación se encenderá en forma automática de acuerdo a los horarios establecidos para oficinas, salones de clases, dormitorios, pasillos, entre otros. Además, otorga la posibilidad de encender y apagar las luces en función de la ocupación de los espacios; al detectarse la presencia de alguna persona, el sistema envía la señal al interruptor del sector correspondiente para encender específicamente la luz de ese espacio. Garantizando así, que, durante el tiempo de ocupación, se mantenga encendida la luz y una vez sea abandonado, se dará un lapso de espera de 10 segundos para que se active el apagado de luces, optimizando el uso de energía.

Tabla 4.28 Horarios de racionamiento de consumo energético.

| Sector | Horario | Sensor |
|----------------------|-----------------------|-------------------------|
| Oficinas | 7AM-6PM | Detectores de presencia |
| Salón de clases | 7AM-6PM | Detectores de presencia |
| Dormitorios bomberos | 6AM-5AM | Detectores de presencia |
| Pasillos | (6AM-12PM)/(4PM-11PM) | No |
| Cancha deportiva | 6PM-10PM | No |
| Jardines y plazas | 6PM-10PM | No |
| Estacionamiento | 7AM-10PM | No |

Modo manual: Este modo permite, la no dependencia del horario de funcionamiento establecido, puesto que es posible activar el contactor y energizar la zona de alumbrado conectada a él. Se ejecutará cuando por alguna razón, el modo automático no funcione correctamente, o requiera hacerse un mantenimiento bien sea éste correctivo o preventivo,

una vez corregida la falla o realizado el mantenimiento, se vuelve al modo automático, y el sistema continuará funcionando normalmente.

Modo off: El selector se coloca en este estado, cuando se requiera apagar el proceso, bien sea para reducir el consumo eléctrico o exista una circunstancia que necesite desenergizar el sistema para su mantenimiento.

4.4.2 Elementos utilizados

Contactor.

El contactor es un dispositivo que, de forma resumida, tiene por función habilitar o cortar un flujo de corriente. Este equipo electromecánico puede ser manipulado a distancia y es clave en el funcionamiento de circuitos para la automatización.

La función entonces del contactor, es la de abrir o cerrar circuitos o motores eléctricos, razón por la cual es esencial para la industria.

Fabricante

Siemens

Modelo

SIRIUS 4RH2

Operación:

Los contactores de iluminación de Siemens, están diseñados para proporcionar medios seguros y convenientes para la conmutación local o remota de cargas lumínicas.



Figura 4.17 Contactor de 4 polos. SIRIUS 4RH2[20]

Detectores volumétricos de infrarrojos.

El principio por el que funciona un detector volumétrico de infrarrojos (PIR), está basado en una pequeña diferencia entre la temperatura del ambiente o entorno y la temperatura del cuerpo humano. De esta forma, la temperatura del cuerpo humano es superior a la del entorno, lo que permite su detección.

Fabricante.

Siemens

Modelo.

Fresnel serie e-line

Operación.

El detector PIR Inalámbrico bidireccional de 12m es un detector infrarrojo pasivo de elegante montaje en pared.



Figura 4.18 Detectores volumétricos Siemens [21]

4.4.3 Diagrama de funcionamiento.

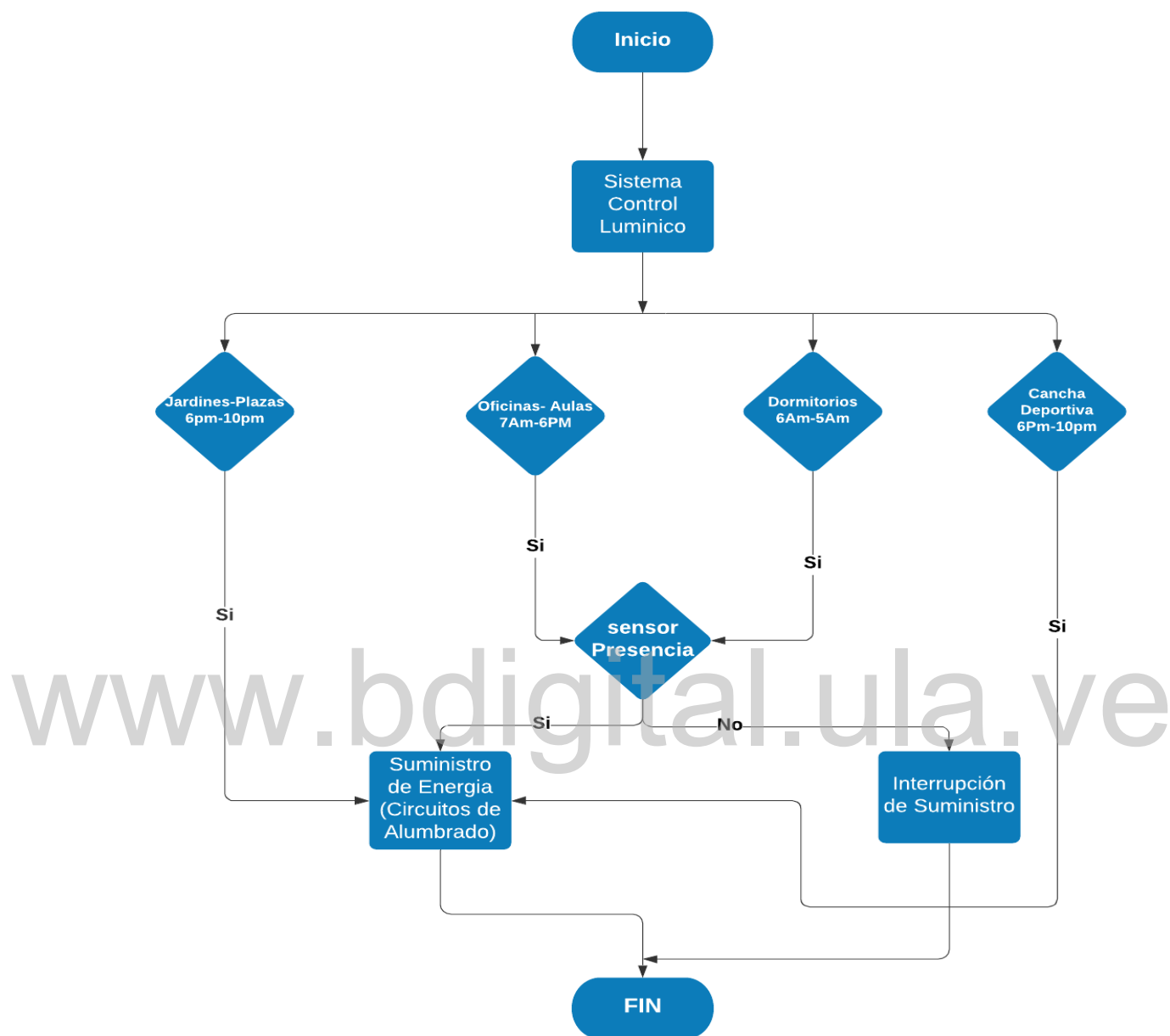


Figura 4.19 Diagrama de flujo control lumínico

Nota: Esquematación del proceso de control lumínico.

El sistema de funcionamiento consiste en que los contactores de los circuitos lumínicos están conectados al autómeta, con lo que es posible controlarlo desde él. Se usan marcas en el programa del PLC para que desde el Scada se pueda monitorear en cualquier momento el estado de las luces, variando según la situación. Evitando que las luces de una determinada zona estén encendidas en horarios en los cuales no haya personal laborando

en sus alrededores, dependerá de la programación horaria que se le haya asignado a esa zona en particular.

El sistema se complementa con detectores volumétricos de infrarrojo repartido en áreas determinadas, que captan las radiaciones térmicas emitidas por las personas y mandan una señal al PLC, para que el contactor del sector encienda la luz de dicha área.

Se debe cumplir forzosamente estas dos condiciones; de otra manera las lámparas no encenderán, de ahí deriva la ventaja de tener un sistema de encendido y apagado de luminarias desde el puesto de control, evitando el uso innecesario de energía, por olvidos en el apagado de las luces en algunos sectores del edificio, logrando obtener un considerable ahorro en el consumo eléctrico.

4.5 AUTOMATIZACIÓN DE ASCENSORES

Hoy en día los ascensores son considerados como el medio de transporte vertical más seguro y uno de los más utilizados en el traslado de personas u objetos entre los diferentes niveles de una estructura, de ahí la importancia de desarrollar un sistema eficaz para obtener el máximo ahorro energético en la instalación. El consumo energético del ascensor representa un porcentaje muy importante en la demanda total de energía del edificio, por este motivo cada vez son más las comunidades que optan por realizar renovaciones parciales o totales de su ascensor, con el objetivo de optimizar al máximo todos los factores que influyen en la mejora de la eficiencia energética.

4.5.1 Principio de funcionamiento

Este sistema permite monitorear y controlar la posición en que se encuentra cada uno de los ascensores en cualquier instancia, y activar el estado de emergencia, en caso de presentarse cualquier anomalía o falla; cuenta con un horario de funcionamiento que restringe el uso de los ascensores para determinados pisos cuando no haya personas laborando, durante las horas del día establecidas para ahorrar energía. Este procedimiento podrá ser controlado por un puesto central de la edificación, bajo la observación de un operador.

4.5.2 Elementos utilizados.

Sensor final de carrera

Este detector permite saber en qué planta se ubica en cada momento el ascensor. Su principio es un detector perimetral, que consiste en una barrera de infrarrojos, que al cortar el ascensor su flujo emite la correspondiente señal. Éste sensor es el adecuado para el correcto funcionamiento del ascensor.

Fabricante:

HONEYWELL

Modelo:

SERIE NGC MICRO

Operación:

El interruptor límite de carrera compacto, Serie NGC puede usarse para monitorear los componentes en movimiento a fin de garantizar que permanezcan dentro del límite de movimiento para el cual ha sido diseñado. Si el interruptor límite de carrera encargado de monitorear el movimiento detecta la maquinaria, emite la señal para apagar la máquina.



Figura 4.20 Sensor final de carrera Honeywell [24]

Pulsador de alarma del ascensor.

Se utilizará en caso de avería del ascensor, y a través de éste los usuarios darán aviso al control central, para su posterior rescate.

4.5.3 Diagrama de funcionamiento

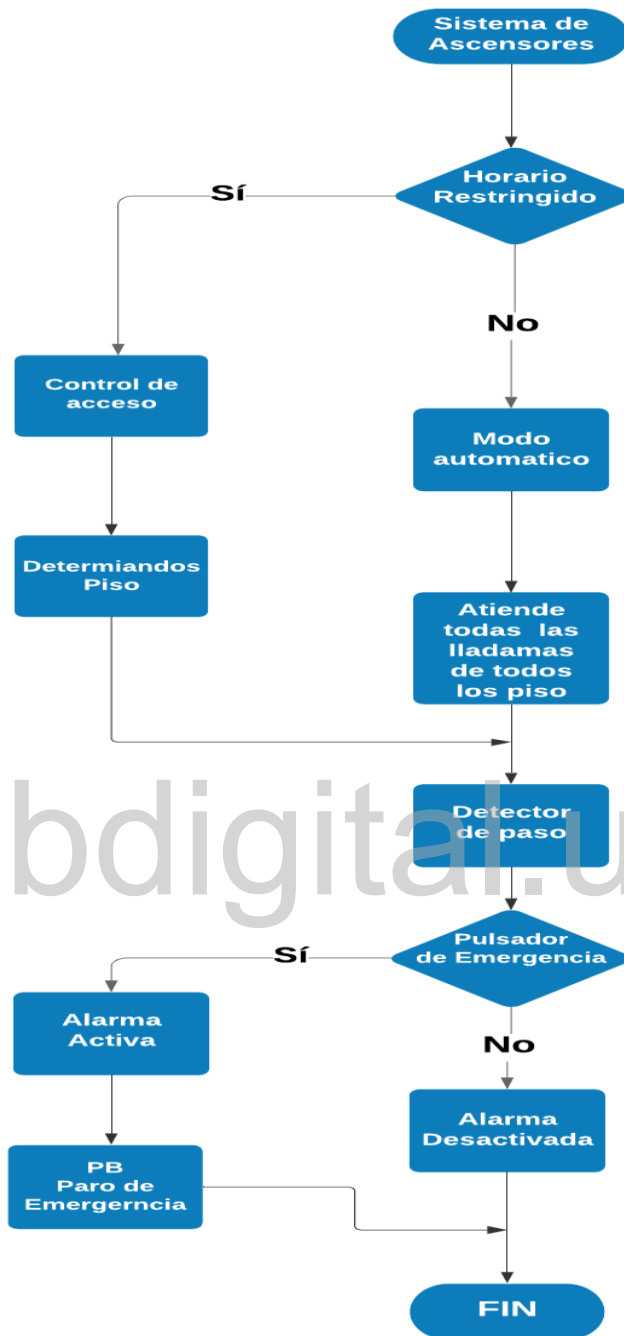


Figura 4.21 Diagrama de Flujo. Sistema de ascensores

Este sistema cuenta con 3 estados de operación:

- Automático
- Estado de emergencia
- Horario restringidos

Modo automático:

La operación del ascensor en modo automático, se lleva a cabo de la siguiente manera: cada nivel tendrá una estación con un botón de llamada hacia arriba y un botón de llamada hacia abajo, excepto en los niveles de sótano y terraza, donde sólo habrá un botón de llamada hacia abajo o botón de llamada hacia arriba respectivamente. En el interior de la cabina se tendrá una estación con un botón para cada nivel deseado.

Cada vez que se oprima algún botón de llamada se registra una parada, la cabina responderá a todas las llamadas que se hayan registrado en la dirección en la cual la cabina se está moviendo, luego de atender todas las llamadas registradas en una dirección, la cabina invertirá su dirección y comenzará a atender todas las llamadas que se hayan registrado en el sentido opuesto.

Los usuarios deberán presionar los botones de llamada en cada nivel y los botones de servicio en el interior de la cabina para establecer la rutina del ascensor, todas las demás operaciones son automáticas, además se monitorea cada una de las estaciones en la que se encuentre el elevador, gracias a la barrera de infrarrojos situada en cada nivel del edificio.

Estado de emergencia:

Cundo se produzca este estado, a causa de cualquier irregularidad presentada en el sistema, y el ascensor este en movimiento, éste se detendrá y cancelará todas las llamadas, interrumpiendo totalmente el suministro de energía a los botones en el interior de la cabina, con el fin de atender las condiciones de seguridad, llevando la cabina al nivel de planta baja, para cuando pueda restablecerse el servicio.

Horario restringido:

Este estado proporciona un efectivo control de acceso, al permitir cambios en forma dinámica para el uso de ciertos pisos; inhabilitando el acceso a los pisos del área de oficinas durante las horas no comprendidas dentro de la jornada laboral, manteniendo el servicio al resto de pisos no protegidos.

4.6 AUTOMATIZACIÓN DE HIDRONEUMÁTICO

Uno de los recursos más importantes, valiosos y vitales para nuestra vida cotidiana es el agua. En tal sentido es fundamental contar un sistema eficiente, que garantice el abastecimiento del agua en los puntos solicitados, con las propiedades y condiciones necesarias. De esto se encarga el sistema hidroneumático; el cual se puede definir como un equipo que funciona con la interacción de dos elementos: agua y aire, valiéndose del uso de un tanque y una bomba.

La bomba es la responsable de suministrar el agua a presión dentro del tanque, para su funcionamiento necesita electricidad, por lo que en ciertas ocasiones pueden quedar desabastecidos de energía. Por ello es importante instalar un sistema hidroneumático automatizado, el cual sea capaz de brindar confort y a su vez minimizar un desgaste innecesario de la bomba y un consumo excesivo de potencia.

4.6.1 Principio de funcionamiento

En primer lugar, el agua llega al tanque de almacenamiento desde una red pública u otra fuente, por medio de bombas, el agua es impulsada al tanque a presión, que tiene volúmenes de agua y aire variables. Al entrar el agua al recipiente, hace aumentar la presión del aire que se encuentra en el interior. Una vez que la presión llega a un valor máximo, se da la orden a la bomba de parar. Cuando comienza a consumirse el agua, la presión disminuye hasta un valor de presión mínimo, a partir del cual la bomba se vuelve a accionar para impulsar agua al recipiente.

4.6.2 Elementos utilizados

El Sensor de nivel

Es un dispositivo electrónico que mide la altura del material, generalmente líquido, dentro de un tanque u otro recipiente. El sensor de nivel se utiliza para marcar una altura de un líquido en un determinado nivel preestablecido. Generalmente, este tipo de sensor funciona como alarma, indicando un sobrellenado cuando el nivel determinado ha sido adquirido, o al contrario una alarma de nivel bajo.

Fabricante:

DELTACONTROLS.

Modelo:

735.

Operación:

Es un elemento sensor de “uso rudo” donde es soportado por un contrapeso actuando sobre una flecha de soporte. Cuando la superficie pasa la elevación del elemento ocurre la acción del interruptor; esta acción es acompañada por dos campos magnéticos interactuados siendo positivos en ambas direcciones.

Temperatura de proceso: -65 a +538°C

Presión de proceso: -15 a +3600 PSIG



Figura 4.22 Switches tipo flotador con inserción lateral. [23]

Electroválvula:

Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el paso de un fluido por un conducto o tubería. La válvula se mueve mediante una bobina solenoide. Generalmente no tiene más que dos posiciones: abierto y cerrado, o todo y nada.

Fabricante:

Siemens

Modelo:

Válvulas de asiento

Operación:

Las válvulas de asiento se utilizan para el cierre del flujo, la regulación del flujo o la mezcla de fluidos en la mayoría de las aplicaciones de HVAC.



Figura 4.23. Válvulas de asiento [24]

4.6.3 Diagrama de funcionamiento.

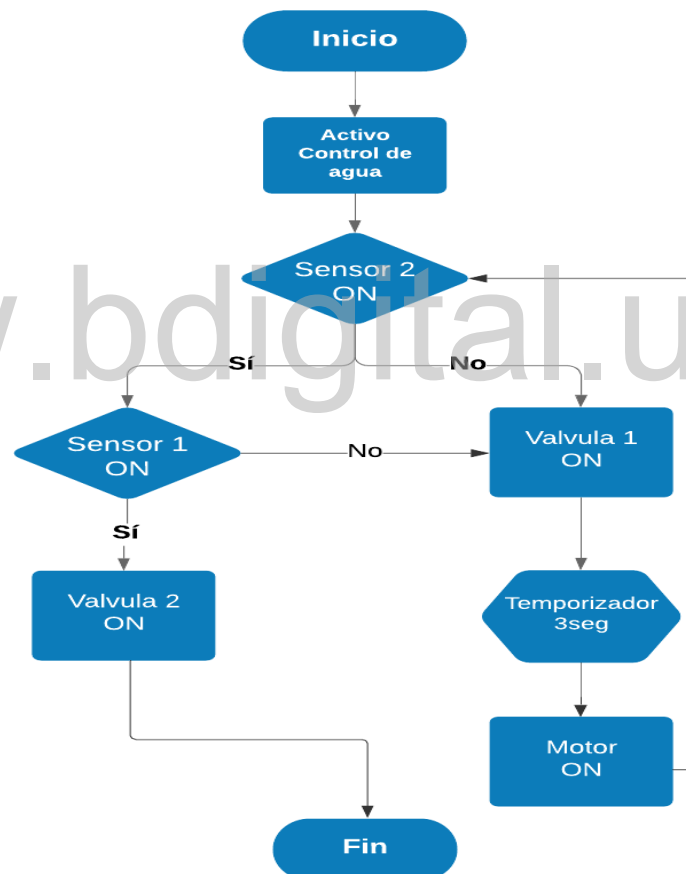


Figura 4.24 Diagrama de Flujo. Hidroneumático

El protocolo de control comienza con la verificación de las condiciones iniciales del proceso, pues todo sistema hidroneumático debe poseer una presión mínima y máxima de operación, la cual rige el arranque y el detenimiento de la bomba. Para medir dichos rangos

se apoyan en 2 sensores de nivel de agua: el sensor 1 permite medir la cantidad máxima y el sensor 2, la cantidad mínima de agua en operación.

El autómata identifica el estado del sensor 2, si éste se encuentra en modo apagado, es porque el nivel de agua del tanque se encuentra por debajo de lo preestablecido para él, se activa la electroválvula 1, una vez en funcionamiento dicha válvula, en el transcurso de 3 segundos da la señal para que la bomba entre en operación, estos 3 segundos permiten prevenir las presiones de rotura y maximizar la vida útil del motor, en otras palabras, si la válvula 1 se encontrará cerrada, cuando la bomba esta activa provocaría una presión adicional que compromete al rendimiento de ésta.

Otro escenario que se puede presentar en las condiciones iniciales, es que el sensor 2 este activo, mientras que el sensor 1 se encuentra apagado, indicando que el tanque está en un nivel medio, para estas condiciones la electroválvula 1 entraría en funcionamiento.

La etapa de llenado finaliza una vez que el sensor 1 se activa, indicando que el tanque se encuentra en su condición máxima de operación, produciéndose el detenimiento del motor y entrando en funcionamiento la válvula 2, iniciando el ciclo de vaciado del tanque, hasta que éste llegue al valor del sensor 2. El tanque almacena una reserva de agua bajo presión por lo cual el ciclo de encendido y apagado de la bomba se reduce, contribuyendo al ahorro energético, puesto que se requiere más energía para el arranque, que para el del funcionamiento permanente de la electrobomba.

4.7 CONTROL DE TEMPERATURA

Hoy en día el sistema de aire acondicionado, constituye uno de los factores más importantes a controlar, para garantizar el ahorro de energía de un edificio, ya que el mismo requiere de un alto consumo energético, el cual puede verse incrementado por el uso frecuente, debido a la modificación constante de los grados de temperatura y humedad por parte del usuario; haciendo que su demanda este por encima o por debajo de los valores promedios, según su punto de referencia y de confort, el uso excesivo y desmedido hace que se generen altos gastos de energía. De allí que surja la necesidad de implementar un sistema capaz de controlar eficientemente el consumo, haciendo posible la racionalización de la energía eléctrica, generando beneficios para todos.

4.7.1 Principio de funcionamiento

El proceso de climatización se basa en un PLC, que es uno de los principales componentes de este sistema, el cual se encarga de recibir las señales procedentes de los diferentes sensores de medición, que son los responsables de generar las señales de control. La automatización depende de la medición y los valores preestablecidos al cual se desea vincular cada una de las variables, en donde se puede programar el funcionamiento de la instalación, según sus necesidades o deseos, el operador puede optar en cualquier momento, entre el modo de marcha manual o automática, además se cuenta con un horario racionalizado, que permite la activación de este sistema dentro del horario previamente establecido.

4.7.2 Elementos utilizados

Aire acondicionado Split

Son equipos ventiladores, cuyo objetivo es irradiar el frío de las tuberías por donde circula el fluido refrigerante (freón), hacia el interior de los locales a climatizar. Pueden ser murales, de techo o empotrables en falso techo, dos de sus principales componentes son:

Unidad interior (Split)

La unidad interior también llamada Split, contiene el evaporador, donde ocurre el proceso de extracción del aire caliente, que cede su calor al gas refrigerante. Dentro de la unidad interior, un ventilador distribuye el flujo de aire refrigerado a la estancia. Esta unidad interior cuenta también con sensores de temperatura conectados al termostato.

Unidad exterior (Condensador)

La unidad exterior alberga el condensador y el compresor, donde el gas refrigerante pasa de su estado gaseoso a líquido. Desde esta unidad se expulsa el aire caliente del interior al exterior.

Fabricante:

LG Electronics

Modelo:

VM122C6

Operación:

La tecnología *Inverter* regula el mecanismo del aire acondicionado, mediante el cambio de la frecuencia de ciclo eléctrico, es decir que controla la velocidad del compresor. En lugar de arrancar y parar frecuentemente para obtener la temperatura media deseada; con el *Inverter* el compresor gira de forma continua, manteniéndose una temperatura ideal dentro de la sala.



Figura 4.25 Aire acondicionado split LG [25]

Válvula de expansión:

La válvula de expansión libera la presión al gas refrigerante, que al atravesarla comienza el cambio de estado de líquido o gaseoso. Este proceso termina de producirse en el evaporador.

Fabricante:

Siemens

Modelo:

MVL661.25-6.3

Operación: Proporciona un funcionamiento eficiente y fiable que satisface los requisitos de cualquier sistema de aire acondicionado. Las válvulas son compatibles con controladores de Siemens y de otros fabricantes. Cuando se combinan con el controlador y el sensor de temperatura, las válvulas están diseñadas para una inyección de líquido precisa en evaporadores. La válvula está completamente equilibrada para proporcionar una función *bi-flow* y función de cierre estanco en ambos sentidos del flujo.



Figura 4.26 Válvula expansión electrónica [26]

Termostato:

La función del termostato es la de regular el funcionamiento del equipo y apagarlo cuando se alcanza la temperatura deseada. Se trata de un componente electrónico fundamental para asegurar la eficiencia del aparato, pues se activará sólo cuando realmente se requiera su uso. Existen distintos tipos de termostatos, con funciones para la programación de horarios, ajustes de temperatura, regulación por zonas, modo noche, etc.; el uso apropiado puede proporcionar el ahorro de hasta un 30%; optimizando el consumo de energía.

Fabricante:

Siemens

Modelo:

QFM2160

Operación:

En instalaciones de ventilación y aire acondicionado, para el mejor confort del ambiente y optimización del consumo de energía, proporcionando acondicionamiento controlado en función de la demanda. La sonda obtiene la humedad relativa y la temperatura del ambiente.



Figura 4.27 Sondas de conducto QFM2160. [27]

4.7.3 Diagrama de flujo

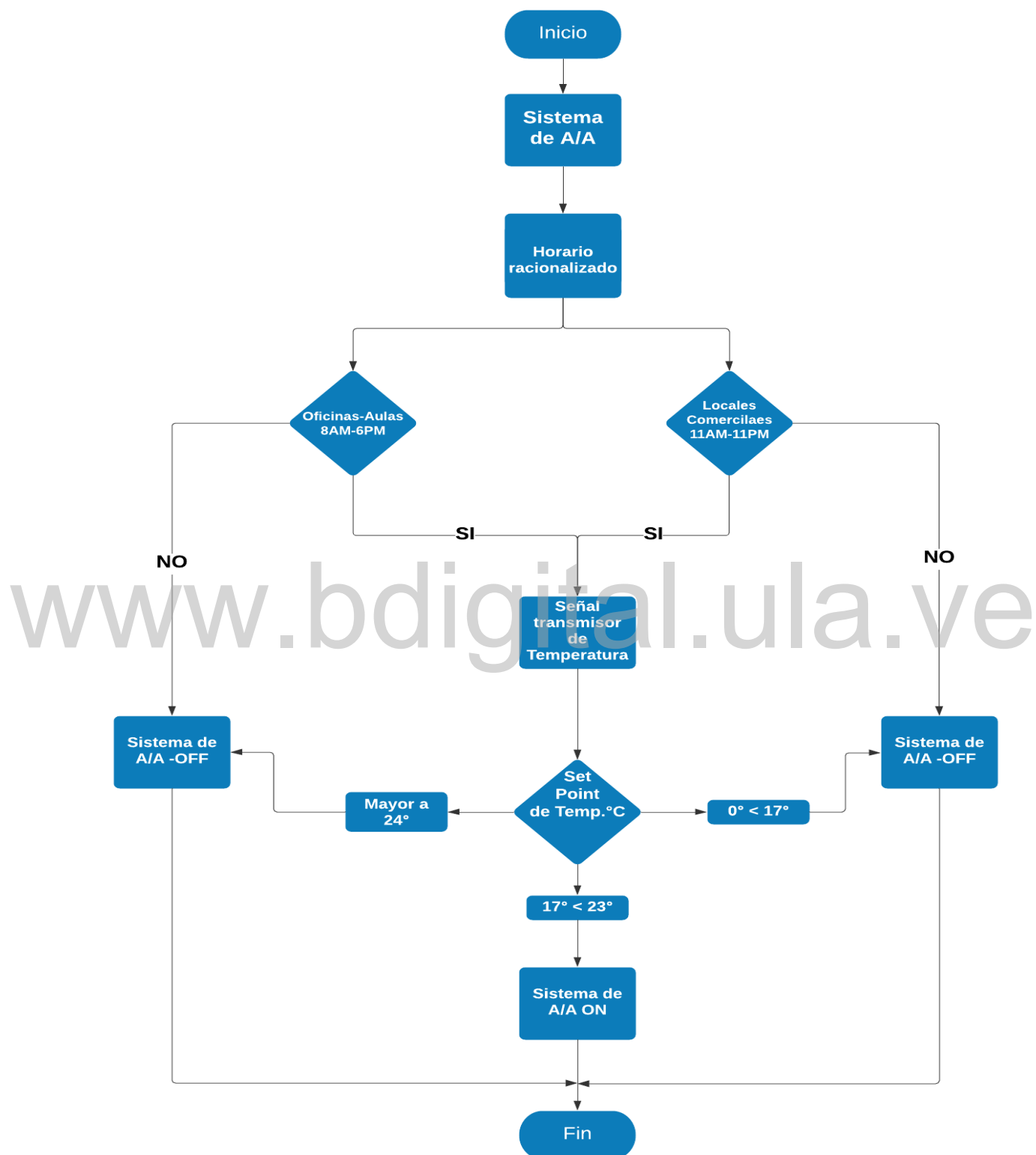


Figura 4.28 Diagrama de Flujo Sistema de Aire Acondicionado

El sistema de aire acondicionado entrará en funcionamiento en el horario hábil para el desarrollo de las actividades dentro del centro cívico, teniendo en cuenta esta condición, se debe cumplir otra, el aire deberá estar dentro del rango asignado por el *set-point* para la medición de temperatura, este sistema se encenderá de forma automática, cuando dentro de alguna de las áreas se detecte una temperatura de 23° C y se apagará de forma automática cuando se tenga una temperatura de 17° C.

En el área que se desea climatizar se debe cumplir una temperatura de bulbo seco y una humedad relativa del ambiente, que serán especificadas por el operador del sistema. Por lo general, para una zona de confort, estos valores deben estar cerca del rango de 21° C \pm 3° C para temperatura, y para humedad relativa 55% \pm 5%. El control de temperatura se efectúa con una válvula de expansión con accionamiento eléctrico, que regula el flujo de presión al gas refrigerante que pasa por el serpentín de enfriamiento, ubicado en la consola manejadora.

Los valores reales de temperatura en el área, son obtenidos con una sonda, cuyo funcionamiento se basa en un hilo conductor de platino muy fino, el cual tiene una resistencia que depende linealmente de la temperatura, su valor de operación es 100° C a 0°C. Esta variación es convertida en una señal de salida activa de 0V c.c a 10V c.c, que es transmitida hacia el controlador lógico, el cual se encargará de generar el control apropiado para estabilizar la temperatura al valor previamente fijado.

CAPITULO V

ANALISIS ECONOMICO.

En este capítulo se presenta el análisis correspondiente a la factibilidad económica; este análisis tiene como finalidad justificar el empleo de la inmótica el cual debe ser mirada con optimismo ya que es una apuesta al futuro, que tiene como objeto principal el confort y la vital reducción del consumo energético. En el instante que una edificación es implementada a un sistema inteligente se podrá notar un ahorro energético considerable y con ello un ahorro económico, ya que este sistema podrá administrar de forma automática e inteligente los recursos que no sean utilizados, o bien sean regulados según la necesidad del usuario.

En relación a lo anterior según organismos especializados en edificios inteligentes, en promedio el consumo de energía eléctrica de un edificio está constituido de la siguiente forma:

- **Control de iluminación**

El consumo de Energía Eléctrica de un edificio está dado por varios factores en donde uno de ellos es la iluminación el cual representa un 19% de este consumo, por ende, con la debida optimización del sistema de iluminación se puede logra un ahorro energético de hasta el 60%; esta optimización se la obtendrá aprovechando la luz exterior, detección de presencia y las programaciones horarias. (Reus, 2013)

- **Control de la climatización.**

Dado que las temperaturas promedio varían entre (23 a 31) °C y por tanto la utilización de aires acondicionadas en oficinas y aulas provocan un gran consumo de energía; y al poder controlar el sistema de climatización, permitirá un mayor confort ya que se podrá manipular la temperatura en el interior de las instalaciones y así brindar de más comodidad de sus ocupantes. Donde al poder controlar la climatización también se tendrán un mayor

ahorro energético, Por ejemplo, el simple hecho de subir o bajar un grado de temperatura se traduce en un ahorro del 5% del consumo de la consola de climatización (Reus, 2013).

- **Equipos de Oficina**

Representan un 8% (Reus, 2013).

- **Ascensores**

Representan un 4% (Reus, 2013).

Por ello, se sugiere buscar la reducción de los costos energéticos, eligiendo el mejor sistema de climatización y de iluminación, que son los puntos más fuertes de consumo.

En el siguiente apartado se dan a conocer las tablas de precios de los elementos que son necesarios para el correcto funcionamiento del proyecto. En los cuadros de precios se representan, tanto el precio unitario de los materiales a instalar, como el importe total.

Tabla 5.1 Relación de costos Edificio A - Acometida

| Relación de costos para la automatización del "CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL " | | | | | |
|---|---|-----|----------|--------------|----------------|
| EDIFICIO A Acometida | | | | | |
| Nivel | Descripción | Ud. | Cantidad | Precio Unit. | Importe Total |
| SOTANO | Contactador de Potencia (175 A) | Ud. | 3 | 110\$ | 330\$ |
| | Contactador (15 A) | Ud. | 1 | 45\$ | 45\$ |
| | Contactador de Potencia (175 A)(Planta) | Ud. | 1 | 110\$ | 110\$ |
| | UPS (1500 A) | Ud. | 1 | 500\$ | 500\$ |
| | Generador Diesel(60KVA) | Ud. | 1 | 3.000\$ | 3.000\$ |
| | Bobina PetersenN-EALD | Ud. | 1 | 200\$ | 200\$ |
| | | | | | 4.185\$ |

Tabla 5.2 Relación de costos Edificio A - Hidroneumático

| Relación de costos para la automatización del “CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL “ | | | | | |
|--|---------------------------|-----|----------|--------------|----------------|
| EDIFICIO A | | | | | |
| Hidroneumático | | | | | |
| Nivel | Descripción | Ud. | Cantidad | Precio Unit. | Importe Total |
| SOTANO | Sensores de Nivel de Agua | Ud. | 2 | 25\$ | 50\$ |
| | Válvulas de asiento | Ud. | 2 | 700\$ | 1.400\$ |
| | | | | | 1.450\$ |

Tabla 5.3 Relación de costos Edificio A - Ascensores

| Relación de costos para la automatización del “CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL “ | | | | | |
|--|-------------------------|-----|----------|--------------|---------------|
| EDIFICIO A | | | | | |
| Ascensores | | | | | |
| Nivel | Descripción | Ud. | Cantidad | Precio Unit. | Importe Total |
| SOTANO | Sensor final de carrera | Ud. | 4 | 64\$ | 256\$ |
| | | | | | 256\$ |

Tabla 5.4 Relación de costos Edificio A – Control Lumínico

| Relación de costos para la automatización del “CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL “ | | | | | |
|--|--|-----|----------|--------------|---------------|
| EDIFICIO A | | | | | |
| Control Lumínico | | | | | |
| Nivel | Descripción | Ud. | Cantidad | Precio Unit. | Importe Total |
| SOTANO | Contactores de iluminación (15A) | Ud. | 4 | 45\$ | 180\$ |
| PLANTA BAJA | Contactores de iluminación (15A) | Ud. | 2 | 45\$ | 90\$ |
| | Detectores volumétricos de infrarrojos | Ud. | 3 | 60\$ | 180\$ |

Tabla 5.4 Relación de costos Edificio A – Control Lumínico (continuación)

| | | | | | |
|--------------|--|-----|---|------|--------------|
| PRIMER PISO | Contactores de iluminación (15A) | Ud. | 3 | 45\$ | 135\$ |
| | Detectores volumétricos de infrarrojos | Ud. | 4 | 60\$ | 240\$ |
| SEGUNDO PISO | Contactores de iluminación (15A) | Ud. | 1 | 45\$ | 45\$ |
| | | | | | 870\$ |

Tabla 5.5 Relación de costos Edificio A – Control de temperatura

| Relación de costos para la automatización del “CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL “ | | | | | |
|--|-------------------|-----|----------|--------------|----------------|
| EDIFICIO A | | | | | |
| Control de Temperatura | | | | | |
| Nivel | Descripción | Ud. | Cantidad | Precio Unit. | Importe Total |
| PLANTA BAJA | Termostato | Ud. | 1 | 20\$ | 20\$ |
| | Válvula expansión | Ud. | 1 | 500\$ | 500\$ |
| PRIMER PISO | Termostato | Ud. | 4 | 20\$ | 80\$ |
| | Válvula expansión | Ud. | 4 | 500\$ | 2.000\$ |
| | | | | | 2.600\$ |

Tabla 5.6 Relación de costos Edificio A – Automata Programable

| Relación de costos para la automatización del “CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL “ | | | | | |
|---|--|-----|----------|--------------|---------------|
| EDIFICIO A AUTOMATA PROGRAMABLE | | | | | |
| Nivel | Descripción | Ud. | Cantidad | Precio Unit. | Importe Total |
| SOTANO | PLC) Siemens SIMATIC S7-1200 DC 24V. Para datos. 14 entradas digitales, 10 salidas digitales. 2 entradas analógicas | Ud. | 2 | 330\$ | 660\$ |
| | Cable con conductor de cobre Para llevar una señal analógica/Digital | m | 210 | 1,5\$ | 315\$ |
| | Cable Ethernet: para conexión punto a punto entre el PLC y un ordenador (Sistema Scada). | m | 2 | 1,4\$ | 2,8\$ |
| SOTANO | PLC) Siemens SIMATIC S7-1200 DC 24V. P ara datos. 14 entradas digitales, 10 salidas digitales. 2 entradas analógica | Ud. | 1 | 330\$ | 330\$ |
| | Cable con conductor de cobre Para llevar una señal analógica/Digital | m | 120 | 1,5\$ | 180\$ |
| | Cable Ethernet: para conexión punto a punto entre el PLC y un ordenador (Sistema Scada). | m | 2 | 1,4\$ | 2,8\$ |
| PLANTA BAJA | PLC) Siemens SIMATIC S7-1200 DC 24V. Para datos. 14 entradas digitales, 10 salidas digitales. 2 entradas analógica | Ud. | 1 | 330\$ | 330\$ |
| | Cable con conductor de cobre Para llevar una señal analógica/Digital | m | 120 | 1,5\$ | 180\$ |
| | Cable Ethernet: para conexión punto a punto entre el PLC y un ordenador (Sistema Scada). | m | 2 | 1,4\$ | 2,8\$ |
| PRIMER PISO | PLC) Siemens SIMATIC S7-1200 DC 24V. Para datos. 14 entradas digitales, 10 salidas digitales. 2 entradas analógica | Ud. | 1 | 330\$ | 330\$ |

Tabla 5.6 Relación de costos Edificio A – Autómata Programable (continuación)

| | | | | | |
|-------------|---|----|-----|-------|----------------|
| PRIMER PISO | Módulo periférico de 4 salidas analógicas | Ud | 1 | 170\$ | 170\$ |
| | Cable con conductor de cobre Para llevar una señal analógica/Digital | m | 390 | 1,5\$ | 585\$ |
| | Cable Ethernet: para conexión punto a punto entre el PLC y un ordenador (Sistema Scada). | m | 2 | 1,4\$ | 2,8\$ |
| General | HMI Siemens ktp700 Basic | Ud | 1 | 460\$ | 460\$ |
| | | | | | 3.040\$ |

Tabla 5.7 Relación de costos Edificio A

| Relación de costos para la automatización del “CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL “ | |
|--|----------------|
| COTIZACION TOTAL “ EDIFICIO A” | |
| ACOMETIDA | 4.185\$ |
| HIDRONEUMATICO | 1.450\$ |
| ASCENSORES | 256\$ |
| CONTROL LUMINICO | 870\$ |
| CONTROL DE TEMPERATURA | 2.600\$ |
| AUTOMATA PROGRAMABLE | 3.040\$ |
| Total: 12.400\$ | |

Tabla 5.8 Relación de costos Edificio B - Acometida

| Relación de costos para la automatización del “CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL “ | | | | | |
|--|---------------------------------------|-----|----------|--------------|----------------|
| EDIFICIO B | | | | | |
| Acometida | | | | | |
| Nivel | Descripción | Ud. | Cantidad | Precio Unit. | Importe Total |
| SOTANO | Contactor de Potencia (330 A) | Ud. | 3 | 170\$ | 510\$ |
| | Contactor (15 A) | Ud. | 2 | 45\$ | 90\$ |
| | Contactor de Potencia (330 A)(Planta) | Ud. | 1 | 170\$ | 170\$ |
| | UPS (1500 A) | Ud. | 2 | 500\$ | 1.000\$ |
| | Generador Diesel(100kva) | Ud. | 1 | 5.000\$ | 5.000\$ |
| | Bobina PetersenN-EALD | Ud. | 1 | 200\$ | 200\$ |
| | | | | | 6.970\$ |

Tabla 5.9 Relación de costos Edificio B Hidroneumático

| Relación de costos para la automatización del “CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL “ | | | | | |
|--|---------------------------|-----|----------|--------------|----------------|
| Hidroneumático | | | | | |
| Nivel | Descripción | Ud. | Cantidad | Precio Unit. | Importe Total |
| SOTANO | Sensores de Nivel de Agua | Ud. | 2 | 25\$ | 50\$ |
| | Válvulas de asiento | Ud. | 2 | 700\$ | 1.400\$ |
| | | | | | 1.450\$ |

Tabla 5.10 Relación de costos Edificio B Ascensores

| Relación de costos para la automatización del “CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL “ | | | | | |
|--|-------------------------|-----|----------|--------------|---------------|
| EDIFICIO B Ascensores | | | | | |
| Nivel | Descripción | Ud. | Cantidad | Precio Unit. | Importe Total |
| SOTANO | Sensor final de carrera | Ud. | 4 | 64\$ | 256\$ |
| | | | | | 256\$ |

Tabla 5.11 Relación de costos Edificio B Control Lumínico

| Relación de costos para la automatización del “CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL “ | | | | | |
|--|--|-----|----------|--------------|---------------|
| EDIFICIO B Control Lumínico | | | | | |
| Nivel | Descripción | Ud. | Cantidad | Precio Unit. | Importe Total |
| PLANTA BAJA | Contactores de iluminación (15A) | Ud. | 12 | 45\$ | 540\$ |
| | Detectores volumétricos de infrarrojos | Ud. | 1 | 60\$ | 60\$ |
| PRIMER PISO | Contactores de iluminación (15A) | Ud. | 4 | 45\$ | 180\$ |
| | Detectores volumétricos de infrarrojos | Ud. | 2 | 60\$ | 120\$ |
| SEGUNDO PISO | Contactores de iluminación (15A) | Ud. | 1 | 45\$ | 45\$ |
| | | | | | 945\$ |

Tabla 5.12 Relación de costos Edificio B Control de Temperatura

| Relación de costos para la automatización del "CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL " | | | | | |
|---|-------------------|-----|----------|--------------|----------------|
| EDIFICIO B Control de Temperatura | | | | | |
| Nivel | Descripción | Ud. | Cantidad | Precio Unit. | Importe Total |
| SOTANO SOTANO | Termostato | Ud. | 2 | 20\$ | 40\$ |
| | Válvula expansión | Ud. | 2 | 500\$ | 100\$ |
| PLANTA BAJA | Termostato | Ud. | 2 | 20\$ | 40\$ |
| | Válvula expansión | Ud. | 2 | 500\$ | 1.000\$ |
| PRIMER PISO | Termostato | Ud. | 5 | 20\$ | 100\$ |
| | Válvula expansión | Ud. | 5 | 500\$ | 2.500\$ |
| | | | | | 3.690\$ |

Tabla 5.13 Relación de costos Edificio B Automata Programable

| EDIFICIO B AUTOMATA PROGRAMABLE | | | | | |
|------------------------------------|--|-----|----------|--------------|---------------|
| Nivel | Descripción | Ud. | Cantidad | Precio Unit. | Importe Total |
| SOTANO | (PLC) Siemens SIMATIC S7-1200 DC 24V. Para datos. 14 entradas digitales, 10 salidas digitales. 2 entradas analógicas | Ud. | 2 | 330\$ | 660\$ |
| | Cable con conductor de cobre Para llevar una señal analógica/Digital | m | 120 | 1,5\$ | 180\$ |
| | Cable Ethernet | m | 2 | 1,4\$ | 2,8\$ |

Tabla 5.13 Relación de costos Edificio B Automata Programable (continuación)

| | | | | | |
|----------------|---|---------------------------------|-----|-------|----------------|
| PLANTA BAJA | (PLC) Siemens SIMATIC S7-1200 Para datos. 14 entradas digitales, 10 salidas digitales. 2 entradas analógicas | Ud. | 1 | 330\$ | 330\$ |
| | Cable con conductor de cobre Para llevar una señal analógica/Digital | m | 360 | 1,5\$ | 540\$ |
| | Cable Ethernet: Para conexión punto a punto entre el PLC y un ordenador (Sistema Scada). | m | 2 | 1,4\$ | 2,8\$ |
| PRIMER PISO | (PLC) Siemens SIMATIC S7-1200 Para datos. 14 entradas digitales, 10 salidas digitales. 2 entradas analógicas | Ud | 1 | 330\$ | 330\$ |
| | Módulo periférico de 4 salidas analógicas | Ud | 1 | 170\$ | 170\$ |
| | Cable con conductor de cobre Para llevar una señal analógica/Digital | m | 480 | 1,5\$ | 720\$ |
| | Cable Ethernet: Para conexión punto a punto entre el PLC y un ordenador (Sistema Scada). | m | 2 | 1,4\$ | 2,8\$ |
| | General | HMI Siemens ktp700 Basic | Ud | 1 | 460\$ |
| | | | | | 3.400\$ |

Tabla 5.14 Relación de costos Edificio B

| COTIZACION TOTAL “ EDIFICIO B” | |
|---------------------------------------|----------------|
| ACOMETIDA | 6.970\$ |
| HIDRONEUMATICO | 1.450\$ |
| ASCENSORES | 256\$ |
| CONTROL LUMINICO | 945\$ |
| CONTROL DE TEMPERATURA | 3.690\$ |
| AUTOMATA PROGRAMABLE | 3.400\$ |
| Total :16.710\$ | |

Tabla 5.15 Relación de costos Acometida Edificio C

| Relación de costos para la automatización del "CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL " | | | | | |
|---|---------------------------------------|-----|----------|--------------|----------------|
| EDIFICIO C Acometida | | | | | |
| Nivel | Descripción | Ud. | Cantidad | Precio Unit. | Importe Total |
| SOTANO | Contactor de Potencia (200 A) | Ud. | 3 | 120\$ | 360\$ |
| | Contactor (15 A) | Ud. | 2 | 45\$ | 90\$ |
| | Contactor de Potencia (200 A (Planta) | Ud. | 1 | 120\$ | 120\$ |
| | UPS (1500 A) | Ud. | 2 | 500\$ | 1.000\$ |
| | Generador Diesel(75kva) | Ud. | 1 | 3.500\$ | 3.500\$ |
| | Bobina PetersenN-EALD | Ud. | 1 | 200\$ | 200\$ |
| | | | | | 5.270\$ |

Tabla 5.16 Relación de costos Edificio C Hidroneumático

| Relación de costos para la automatización del "CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL " | | | | | |
|---|---------------------------|-----|----------|--------------|----------------|
| EDIFICIO C Hidroneumático | | | | | |
| Nivel | Descripción | Ud. | Cantidad | Precio Unit. | Importe Total |
| SOTANO | Sensores de Nivel de Agua | Ud. | 2 | 25\$ | 50\$ |
| | Válvulas de asiento | Ud. | 2 | 700\$ | 1.400\$ |
| | | | | | 1.450\$ |

Tabla 5.17 Relación de costos Edificio C Ascensores

| EDIFICIO C Ascensores | | | | | |
|--------------------------|-------------------------|-----|----------|--------------|---------------|
| Nivel | Descripción | Ud. | Cantidad | Precio Unit. | Importe Total |
| SOTANO | Sensor final de carrera | Ud. | 4 | 64\$ | 256\$ |
| | | | | | 256\$ |

Tabla 5.18 Relación de costos Edificio C Control Lumínico

| EDIFICIO C Control Lumínico | | | | | |
|--|--|-----|----------|--------------|---------------|
| Nivel | Descripción | Ud. | Cantidad | Precio Unit. | Importe Total |
| PLANTA BAJA | Contactores de iluminación (15A) | Ud. | 4 | 45\$ | 180\$ |
| | Detectores volumétricos de infrarrojos | Ud. | 6 | 60\$ | 360\$ |
| PRIMER PISO | Contactores de iluminación (15A) | Ud. | 3 | 45\$ | 135\$ |
| | Detectores volumétricos de infrarrojos | Ud. | 4 | 60\$ | 240\$ |
| SEGUNDO PISO | Contactores de iluminación (15A) | Ud. | 1 | 45\$ | 45\$ |
| | | | | | 960\$ |

Tabla 5.19 Relación de costos Edificio C Control de Temperatura

| Relación de costos para la automatización del "CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL " | | | | | |
|--|-------------------|-----|----------|--------------|----------------|
| EDIFICIO C Control de Temperatura | | | | | |
| Nivel | Descripción | Ud. | Cantidad | Precio Unit. | Importe Total |
| PLANTA BAJA | Termostato | Ud. | 5 | 20\$ | 100\$ |
| | Válvula expansión | Ud. | 5 | 500\$ | 2.500\$ |
| PRIMER PISO | Termostato | Ud. | 5 | 20\$ | 100\$ |
| | Válvula expansión | Ud. | 5 | 500\$ | 2.500\$ |
| | | | | | 5.200\$ |

Tabla 5.20 Relación de costos Edificio C

| Relación de costos para la automatización del "CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL " | | | | | |
|---|--|-----|----------|--------------|---------------|
| EDIFICIO C AUTOMATA PROGRAMABLE | | | | | |
| Nivel | Descripción | Ud. | Cantidad | Precio Unit. | Importe Total |
| SOTANO | (PLC) Siemens SIMATIC S7-1200 DC 24V. Para datos. 14 entradas digitales, 10 salidas digitales. 2 entradas analógicas | Ud. | 2 | 330\$ | 660\$ |
| | Cable con conductor de cobre Para llevar una señal analógica/Digital | m | 85 | 1,5\$ | 128\$ |
| | Cable Ethernet: para conexión punto a punto entre el PLC y un ordenador (Sistema Scada). | m | 2 | 1,4\$ | 2,8\$ |
| PLANTA BAJA | (PLC) Siemens SIMATIC S7-1200 DC 24V. Para datos. 14 entradas digitales, 10 salidas digitales. 2 entradas analógicas | Ud. | 1 | 330\$ | 330\$ |
| | Cable con conductor de cobre Para llevar una señal analógica/Digital | m | 512 | 1,5\$ | 768\$ |
| | Módulo periférico de 4 salidas analógicas | Ud | 1 | 170\$ | 170\$ |
| | Cable Ethernet: para conexión punto a punto entre el PLC y un ordenador (Sistema Scada). | m | 2 | 1,4\$ | 2,8\$ |

| | | | | | |
|-------------|---|----|-----|-------|----------------|
| PRIMER PISO | (PLC) Siemens SIMATIC S7-1200 DC 24V. Para datos. 14 entradas digitales, 10 salidas digitales. 2 entradas analógica | Ud | 1 | 330\$ | 330\$ |
| | Módulo periférico de 4 salidas analógicas | Ud | 1 | 170\$ | 170\$ |
| | Cable con conductor de cobre Para llevar una señal analógica/Digital | m | 524 | 1.5\$ | 786\$ |
| | Cable Ethernet: | m | 2 | 1.4\$ | 2.8\$ |
| General | HMI Siemens ktp700 Basic | Ud | 1 | 460\$ | 460\$ |
| | | | | | 3.810\$ |

Tabla 5.21 Relación de costos Edificio C

| Relación de costos para la automatización del "CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL " | |
|---|----------------|
| COTIZACION TOTAL " EDIFICIO C" | |
| ACOMETIDA | 5.270\$ |
| HIDRONEUMATICO | 1.450\$ |
| ASCENSORES | 256\$ |
| CONTROL LUMINICO | 960\$ |
| CONTROL DE TEMPERATURA | 5.200\$ |
| AUTOMATA PROGRAMABLE | 3.810\$ |
| Total : 16.950\$ | |

Tabla 5.22 Relación de costos Edificio A-B-C

| Relación de costos para la automatización del "CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL " | | | | | |
|---|-------------------------------|-----|----------|--------------|---------------|
| EDIFICIO A B C | | | | | |
| Acometida | | | | | |
| Nivel | Descripción | Ud. | Cantidad | Precio Unit. | Importe Total |
| General | Contactor de Potencia (800 A) | Ud. | 1 | 660\$ | 660\$ |
| | | | | | 660\$ |

Tabla 5.23 Relación de costos del centro cívico prurifuncional

| Relación de costos para la automatización del “CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL “ | |
|--|----------|
| COTIZACION TOTAL CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL | |
| Edificio A | 12.400\$ |
| Edificio B | 16.710\$ |
| Edificio C | 16.950\$ |
| General | 660\$ |
| Total : 46.720\$ | |

Realizando una suma de los totales de las tablas anteriores, se puede ver que el costo de inversión del proyecto se estima con un valor total de 46,400\$. Esta de cifra la constituye todos los instrumentos y accesorios necesarios para implementar esta propuesta. Cabe mencionar que valor estimado, no incluye el costo de mano de obra, el listado de elementos es aproximado, por tanto en el momento en que se implemente pudieran surgir variaciones.

ANÁLISIS DE LA FACTURACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA:

Para determinar este tipo de análisis, es de gran importancia tener en claro la tarifa estipulada; de esta manera se puede conocer el costo de la energía eléctrica, para esta propuesta cuenta con una tasa en media tensión con demanda horaria, que se encuentran regulada por el Precio Voluntario al Pequeño consumidor, también conocida como PVPC, que varía dependiendo del día y de la hora. El precio lo establece el Ministerio de Industria Comercio y Turismo, ya que al ser una tarifa regulada, el precio no lo establecen las comercializadoras sino el Gobierno.

Precio del kWh de Endesa:

Endesa (Empresa Nacional de Electricidad Sociedad Anónima) ofrece dos tipos tarifas uno para el periodo punta (horas diurnas), donde el precio del kWh es más elevado puesto que son las horas con mayor demanda eléctrica, y otro precio para el horario valle (horas nocturnas), donde el precio del kWh es muy bajo, ya que son las horas con menor demanda.

Tabla 5.24 Precio del kWh de las tarifas de ENDESA

| Precio del kWh de las tarifas de ENDESA | | |
|--|-----------|----------------|
| Compañía | Tarifa | Precio kWh(\$) |
| ENDESA | Diurnas | 0,19\$/kWh |
| | Nocturnas | 0,097\$ kWh |

En siguiente apartado se interpreta la facturación del consumo energético de la edificación mensual sin tomar en cuenta aplicación del sistema Inmótico, en donde en la demanda total de energía tiene un valor aproximado de 230.263 kW que se expresa en la tabla 4.27 en el capítulo anterior, para determinar la cotización del consumo energético se apoya de la siguiente formula:

$$Facturacion\ Energetica\ sin\ Inmotica = Tarifa. (Kwh * 30)$$

www.bdigital.ula.ve

Tabla 5.25 Consumo Energético de la edificación mensual sin la aplicación del protocolo Inmótico

| Consumo Energético de la edificación mensual sin la aplicación del protocolo Inmótico | | | | |
|--|------------------|-------------------|--------|-----------------|
| Horario | Costo de Energía | Consumo (kWh/mes) | Unidad | Importe Total |
| 7:00am- 22:00pm | \$0,19 | 103.500 | kWh | \$19.665 |
| 22:00pm-7:00am | \$0,097 | 62.100 | kWh | \$6.023 |
| | | | | \$25.688 |

Es muy importante tener en consideración que al aplicar el proceso de automatización se puede obtener un ahorro que supere al 30 por ciento de su consumo general de electricidad, resaltando lo mencionado anteriormente, que al lograr la optimización del sistema de iluminación se podrá ahorrar hasta un 60 por ciento, por lo que el indicador que asume con esta aportación es conservador ya que se está refiriéndonos a la mitad de su valor (30 por

ciento). Además, se considera que al variar un grado de la temperatura en el sistema de climatización se obtendrá un ahorro de hasta el 5 por ciento. Es por ello que en la propuesta presentada se asume un ahorro del 35 por ciento. Para determinar su facturación se realiza atrás de siguiente formula:

$$\text{Facturacion Energetica con Inmotica} = \text{Tarifa} \cdot (\text{CE} - \text{CAI})$$

Donde:

CE: Consumo de la edificación

CAI: Consumo Aplicando Inmótica

$$\text{CAI} = (\text{CE}) * (\% \text{ Ahorro Energetico})$$

Tabla 5.26 Consumo Energético de la edificación aplicando Inmótica

| Consumo Energético de la edificación aplicando Inmótica | | | | | | | |
|---|------------------|---------------------------|----------|----------------------------|----------|--------|-----------------|
| Horario | Costo de Energía | Consumo de la edificación | % ahorro | Consumo Aplicando Inmótica | (CE-CAI) | Unidad | Importe Total |
| 7:00am a 22:00pm | \$0,19 | 103.500 | 0.35 | 36.225 | 67275 | kWh | \$12.782 |
| 7:00am a 22:00pm | \$0,097 | 62.100 | 0.65 | 40.365 | 21735 | kWh | \$2.108 |
| | | | | | | | \$14.890 |

En resumen se tiene:

- Costo total de los materiales para la automatización: \$46.720
- Costo de mantenimiento del sistema automatizado: 10%

$$\$46.720 \times 0.10 = \$4.672$$

Inversión total: \$46.720+ \$4.672 = **\$51.392**

- Consumo Energético mensual sin sistema inmótico: **\$25.688**
- Consumo Energético mensual con sistema inmótico: **\$14.890**

- Ahorro mensual: $\$25.688 - \$14.890 = \$10.798$
- Ahorro anual: $10.798 \times 12: \$129.576$

El proyecto para la implementación de un edificio inteligente para el centro cívico plurifuncional de Mérida, se considera viable financieramente teniendo en cuenta que la inversión es de **\$51.392** dólares, que se recuperaría en un periodo de tiempo aproximado de 1 año.

De igual manera los resultados de los demás indicadores fueron favorables, donde se puede observar que el ahorro teórico es de **\$10.780** dólares mensuales y por ende se tendrá un ahorro anual de **\$129.576**. En donde vendría acompañado de un aumento para el ahorro en correspondencia con el consumo energético de cada una de las instalaciones, reducirá los gastos constantes de mantenimiento, se disminuirán los gastos por nuevos equipos y renovación de materiales, además de la rápida detección de averías que evitarían daños en equipos cercanos a la falla.

www.bdigital.ula.ve

CONCLUSION

Lo expuesto a lo largo de este trabajo permite arribar las siguientes conclusiones:

Con el desarrollo de la fundamentación teórica de los sistemas inmóticos, que involucra una exhaustiva investigación del proceso a automatizar, tiene como objeto el estudio del funcionamiento del proceso de las variables que se manejan y los dispositivos usados en él, lo cual logró diseñar de una propuesta de implementación de un sistema inteligente para el centro cívico plurifuncional de Mérida.

Gracias a la creación del interfaz Humano-máquina se cuenta con todos los parámetros de control para vigilar, monitorear y supervisar las diferentes etapas del proyecto.

Por tanto, la implementación de este sistema es completamente viable ya que el procedimiento de control traerá como consecuencia reducción de consumo de energía, reducción de costo de mantenimiento, reducción de nómina en personal de seguridad y vigilancia y mayor eficacia en el desarrollo de las actividades de sus ocupantes.

Con relación al sistema del planteamiento integrado que representa el diseño adecuado de las instalaciones eléctricas, comunicaciones, climatización, seguridad, acceso, etc. Se maximiza la funcionalidad y eficiencia a favor de los habitantes del inmueble, con la finalidad de obtener un costo mínimo de operación, extendiendo su vida útil, y lo más relevante es permitir la incorporación o modificación de las instalaciones.

En cuanto a las consecuencias de las anteriores afirmaciones

Poco a poco se van logrando construir más y más edificaciones con tecnologías de vanguardia que no solo los hace ser más estéticamente agradable, sino también son pensados para su funcionalidad, seguridad y con un alto grado de comodidad, con lo que se obtiene conocimientos más precisos para futuras construcciones.

RECOMENDACIONES

Se recomienda instalar el programa de comunicación por lo menos en un ordenador asignado al control de los procesos y adiestrar al personal en su correcta manipulación.

Para la distribución, conexión y transmisión de los distintos elementos usados en la implementación del sistema inmótico, es necesario seleccionar de la forma más ajustada, cada una de ellas, tomando en cuenta las ventajas y desventajas que poseen.

La interfaz hombre-máquina, debe ser intuitiva con fácil comprensión de uso, para que los usuarios puedan operar el sistema de una forma, sencilla y rápida.

Todos los dispositivos del sistema inmótico deben estar bien señalizados con sus respectivas direcciones de grupo además de llevar un registro histórico de ubicación de cada unidad bus, esto facilitara enormemente el trabajo en argumentos de mantenimiento, puesta en marcha y control general del sistema.

Se debe tener muy presente que los procesos de instalación, programación y el posterior mantenimiento del sistema inmótico deben ser llevados a cabo por profesionales calificados, ya que caso contrario no solo se podría dañar los equipos por la falta de conocimiento del tema, sino que además podría poner en riesgo una vida humana al hacer mal uso de la energía eléctrica.

Semestralmente se debe realizar una inspección rápida de todas las instalaciones inmóticas, es decir que es necesario verificar el buen funcionamiento de los sensores, actuadores y demás elementos que conforman el sistema, funciones de limpieza de polvo e impurezas, así como del respectivo engrasado de los dispositivos que lo necesitan.

Se recomienda que la realización de estos proyectos sea la visión o política a seguir a nivel del país, ya que al incrementar la magnitud del proyecto se pueden obtener mejores beneficios económicos y beneficios sociales.

REFERENCIA

[+] C. Miralles, “*Control y gestión integrada de un edificio inteligente para oficinas*”, Trabajo de grado, Departamento de Electrónica, Universitat Rovira I Virgili Setiembre, 2006.

[1] J.R. Ortiz Benavides, “*Diseño e implementación del sistema inmótico en el edificio de educación técnica de la universidad técnica del norte*”, Clase de documento (Trabajo de grado), Departamento de ciencia y tecnología, Universidad técnica del norte, Ibarra, 2015

[+] J.R. Ortiz Benavides, “*Diseño e implementación del sistema inmótico en el edificio de educación técnica de la universidad técnica del norte*”, (Trabajo de grado), Departamento de ciencia y tecnología, Universidad técnica del norte, Ibarra, 2015

[2] (2020, Noviembre). Centro de formación técnica para la industria. Aula 21. Girona, Barcelona, España. [Online]. Disponible: <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-hmi/>

[3] M.J. Loja Guarango, “*Estudio y diseño para el edificio de biblioteca de la universidad politécnica salesiana*”, (Trabajo de grado), Universidad politécnica Salesiana, Cuenca-Ecuador, 2013.

[+] M.J. Loja Guarango, “*Estudio y diseño para el edificio de biblioteca de la universidad politécnica salesiana*”, (Trabajo de grado), Universidad politécnica Salesiana, Cuenca-Ecuador, 2013.

[5] M.J. Loja Guarango, “*Estudio y diseño para el edificio de biblioteca de la universidad politécnica salesiana*”, (Trabajo de grado), Universidad politécnica Salesiana, Cuenca-Ecuador, 2013.

[+] M.J. Loja Guarango, “*Estudio y diseño para el edificio de biblioteca de la universidad politécnica salesiana*”, (Trabajo de grado), Universidad politécnica Salesiana, Cuenca-Ecuador, 2013.

[7] M.J. Loja Guarango, “*Estudio y diseño para el edificio de biblioteca de la universidad politécnica salesiana*”, (Trabajo de grado), Universidad politécnica Salesiana, Cuenca-Ecuador, 2013.

[+] M.J. Loja Guarango, “ *Estudio y diseño para el edificio de biblioteca de la universidad politécnica salesiana*”, (Trabajo de grado), Universidad politécnica Salesiana, Cuenca-Ecuador, 2013.

[9] V.H. Gómez Velásquez, “*Tecnología para automatización de edificios*”, (Trabajo de grado), Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2008.

[10] V.H. Gómez Velásquez, “*Tecnología para automatización de edificios*”, (Trabajo de grado), Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2008.

[11] V.H. Gómez Velásquez, “*Tecnología para automatización de edificios*”, (Trabajo de grado), Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2008..

[12] V.H. Gómez Velásquez, “*Tecnología para automatización de edificios*”, (Trabajo de grado), Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2008.

[13] (2020, octubre). s7-1200.Siemens. Berlín, Alemania. [Online]. Disponible: <https://new.Siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/s7-1200.html>

[14] L. Boscan Añez, “*Diseño de un sistema de control mediante plc para las instalaciones de aire acondicionado central (agua helada) e iluminación de un edificio de laboratorios*”, Trabajo fin de carrera, Universidad Central de Venezuela, Caracas, 2010

[15] L. Boscan Añez, “*Diseño de un sistema de control mediante plc para las instalaciones de aire acondicionado central (agua helada) e iluminación de un edificio de laboratorios*”, Trabajo fin de carrera, Universidad Central de Venezuela, Caracas, 2010

[16] (2020, septiembre). Danfoss Industrial Automation. Kansas City, MO, USA [Online]. disponible: <https://www.directindustry.es/prod/danfoss-industrial-automation/product-40815-1945684.html>

[17] (2020, octubre). SDMO. Las Mercedes, Caracas, Venezuela. [Online]. Disponible: <http://us.sdmo.com/images/shared/PPR/800/MK-PPR-IN-DO-ES-72.pdf>

[18] (2020, noviembre). Smart-UPS. APC. Guarenas, Guatire, Venezuela. [Online]. Disponible: [Smart-UPS SC de APC de 420 VA, 120 V - APC Venezuela](#)

- [19] (2020, octubre) EDIBON International. Leganés, Madrid, España. [Online]. Disponible: <http://www.edibon.com/en/files/equipment/AEL-TI-03/catalog>
- [20] (2020, octubre). Siemens. Berlín, Alemania. [Online]. Disponible: <https://mall.industry.Siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Products/10046394>
- [21] (2020, octubre). Siemens. Berlín, Alemania. [Online]. Disponible: <https://www.amazon.es/Siemens-Detectores-volum%C3%A9tricos-line-adm-qxa12t/dp/B00NL7LZSA>
- [22] (2020, septiembre). ARAUZ AUTOMATISMOS. Madrid, España [Online]. Disponible: <https://www.arauzsl.com/interruptor-de-final-de-carrera-ngcma10ax01b-honeywell/>
- [25] (2020, junio) Cibes Lift. Madrid, España [Online]. Disponible: <https://www.canstockphoto.es/piso-bot%C3%B3n-elevador-segundo-63415651.html>
- [23] (2020, octubre). Delta Controls Toronto, Canadá [Online]. Disponible: <https://deltacontrols.com/es/products/>
- [24] (2020, octubre). Siemens. Berlín, Alemania. [Online]. Disponible: <http://www.geytec.com/categorias-Siemens/valvulas-y-actuadores/>
- [25] (2020, octubre). LG Electronics. Panamá [Online]. Disponible: <https://www.lg.com/ec/aires-acondicionados-residenciales/lg-VM122C6-smart-inverter>
- [26] (2020, agosto). Pecomark. Barcelona, España [Online]. Disponible: <https://www.pecomark.com/es/c/p/437152>
- [27] (2020, octubre). Siemens. Berlín, Alemania. [Online]. Disponible: <https://mall.industry.Siemens.com/mall/es/es/Catalog/Product/?mlfb=BPZ%3aQFM2160>

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y ELECTRONICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

E. A. Molina, *“La arquitectura plurifuncional como recomposición de un escenario subutilizado y potencial para la integración social”*. Trabajo de Grado. Universidad de Los Andes. Mérida.

F. Arias. *El proyecto de investigación*. 6ª ed, Caracas: Episteme

O. Katsuhiko, *Ingeniería de control moderna*, 5th ed: Pearson Education. 2010

R.C. Hernández. *Metodología de la Investigación*. 5ª ed, México: McGraw-Hill, 2010

R. Cristóbal. *Domótica e inmótica: viviendas y edificios inteligentes*. 3ª ed, Alfa omega, 2011

REFERENCIAS ELECTRONICAS

A. F. González, *“Diseño de un sistema Scada demótico con protocolo modbus para el control de variables de seguridad, ahorro energético y confort por medio de un plc”*.

Trabajo de Grado. Universidad tecnológica de Pereira. Pereira.2013 disponible:

https://www.academia.edu/8713644/DISE%C3%91O_DE_UN_SISTEMA_SCADA

O. A. Salgado, *“Diseño del sistema automatizado de control y supervisión de energía de un edificio bancario”*. Informe final de pasantías. Universidad Simón Bolívar.2008 disponible:

<https://tesis.ipn.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/6127/AUTOMATADMIN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

(2020, octubre). Siemens. Berlín, Alemania. [Online]. Disponible:

<https://mall.industry.Siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Products/10046394>

APÉNDICE

www.bdigital.ula.ve

Tabla A.1 Elementos utilizados para la automatización Acometida edificio A

| Relación de elementos para la automatización del CENTRO CIVICO | | | | | |
|---|-------------------------------|--|-------------------------|---------------------------|-------------|
| PLURIFUNCIONAL | | | | | |
| EDIFICIO A | | | | | |
| Acometida | | | | | |
| Nivel | Elemento | Descripción | Dirección lógica | Autómata (s7-1200) | ID |
| SOTANO | Contactor de Potencia (175 A) | Contactor/relé de control (Subestación-Transformador) | % Q0.2 | SA-2 | B1A |
| | Contactor de Potencia (175 A) | Contactor/relé de control (Trasformador -Acometida) | % Q0.3 | SA-2 | B2A |
| | Contactor de Potencia (175 A) | Contactor/relé de control (Acometida-Tablero General) | % Q0.4 | SA-2 | B3A |
| | Contactor de Potencia (175 A) | Contactor/relé de control (Contactor/relé de control (Generador-Tablero General) | % Q0.5 | SA-2 | B4A |
| | Contactor de Potencia (175 A) | Contactor/relé de control (Contactor/relé de control (Tablero General-Circuitos ramales) | % Q0.6 | SA-2 | B5A |
| | Contactor (15 A) | (Contactor/relé de control (UPS) | % Q0.7 | SA-2 | B6 |
| | GENERADOR | Generador Diesel(60KVA) | % Q0.1 | SA-2 | Generador-A |
| | UPS | <u>Baterías</u> almacenadoras de energía(1500 A) | % Q0.0 | SA-2 | UPS-A |

Tabla A.2 Elementos utilizados para la automatización Hidroneumático edificio A

| Relación de elementos para la automatización del CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL | | | | | |
|--|---------------------------|--|-------------------------|---------------------------|-----------|
| EDIFICIO A | | | | | |
| Hidroneumático | | | | | |
| Nivel | Elemento | Descripción | Dirección lógica | Autómata (s7-1200) | ID |
| SOTANO | Sensores de Nivel de Agua | Dispositivo electrónico que mide el nivel de agua del tanque | %I0.0 | S-AB | HDA1 |
| | Sensores de Nivel de Agua | Dispositivo electrónico que mide el nivel de agua del tanque | %I0.1 | S-AB | HDA2 |
| | Válvula de asiento | Controla el paso de un fluido por un conducto o tubería. | %Q0.7 | S-AB | HDA3 |
| | Válvulas de asiento | Controla el paso de un fluido por un conducto o tubería. | %Q1.0 | S-AB | HDA4 |

Tabla A.3 Elementos utilizados para la automatización Ascensores edificio A

| Relación de elementos para la automatización del CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL | | | | | |
|--|-------------------------|----------------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------|
| EDIFICIO A | | | | | |
| Ascensores | | | | | |
| Nivel | Elemento | Descripción | Dirección lógica | Autómata (s7-1200) | ID |
| SOTANO | Sensor final de carrera | Detector perimetral Sótano | %I0.2 | S-AB | AS1 |
| | Sensor final de carrera | Detector perimetral Planta Baja | %I0.3 | S-AB | AS2 |
| | Sensor final de carrera | Detector perimetral Primer Piso | %I0.4 | S-AB | AS3 |
| | Sensor final de carrera | Detector perimetral Segundo piso | %I0.5 | S-AB | AS4 |

Tabla A.4 Elementos utilizados para la automatización control lumínico edificio A

| Relación de elementos para la automatización del CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL | | | | | |
|--|--|--|-------------------------|---------------------------|-----------|
| EDIFICIO A | | | | | |
| Control Lumínico | | | | | |
| Nivel | Elemento | Descripción | Dirección lógica | Autómata (s7-1200) | ID |
| SOTANO | Contactores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Estacionamiento) | %Q0.1 | S-AB | PA1 |
| | Contactores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Estacionamiento) | %Q0.2 | S-AB | PA2 |
| | Contactores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Estacionamiento) | %Q0.4 | S-AB | CAB |
| | Contactores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Pasillos) | %Q0.5 | S-AB | CAOA1 |
| PLANTA BAJA | Contactores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Oficina) | %Q0.1 | PB-A | CAOA1PB |
| | Contactores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Cancha deportiva) | %Q0.2 | PB-A | CC-DGA1 |
| | Contactores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Cancha deportiva) | %Q0.3 | PB-A | CC-DGA2 |
| | Contactores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Cancha deportiva) | %Q0.4 | PB-A | CC-DGA3 |
| | Detectores volumétricos de infrarrojos | Detector PIR Infrarrojo bidireccional de 12m (Oficina) | %I0.0 | PB-A | IL_S1_PB |
| | Detectores volumétricos de infrarrojos | Detector PIR Infrarrojo bidireccional de 12m (Oficina) | %I0.1 | PB-A | IL_S2_PB |
| PLANTA BAJA | Detectores volumétricos de infrarrojos | Detector PIR Infrarrojo bidireccional de 12m (Oficina) | %I0.2 | PB-A | IL_S3_PB |

Tabla A.4 Elementos utilizados para la automatización control lumínico edificio A (continuación)

| | | | | | |
|--------------|--|---|-------|------|----------|
| PRIMER PISO | Contadores de iluminación (15A) | Contactor/relé de control (Circuito de alumbrado Pasillos) | %Q0.0 | P1-A | CASA1 |
| | Contadores de iluminación (15A) | Contactor/relé de control (Circuito de alumbrado Dormitorios) | %Q0.1 | P1-A | CAOA2 |
| | Contadores de iluminación (15A) | Contactor/relé de control (Circuito de alumbrado Gym) | %Q0.2 | P1-A | CAOA3 |
| | Detectores volumétricos de infrarrojos | Detector PIR Infrarrojo bidireccional de 12m (Dormitorio) | %I0.0 | P1-A | IL_S1_PB |
| | Detectores volumétricos de infrarrojos | Detector PIR Infrarrojo bidireccional de 12m (Dormitorio) | %I0.1 | P1-A | IL_S2_PB |
| | Detectores volumétricos de infrarrojos | Detector PIR Infrarrojo bidireccional de 12m (Dormitorio) | %I0.2 | P1-A | IL_S2_PB |
| | Detectores volumétricos de infrarrojos | Detector PIR Infrarrojo bidireccional de 12m (Gym) | %I0.3 | P1-A | IL_S3_PB |
| SEGUNDO PISO | Contadores de iluminación (15A) | Contactor/relé de control (Circuito de alumbrado Gym) | %Q0.0 | P2-A | CAOA4 |

Tabla A.5 Elementos utilizados para la automatización control de temperatura edificio A

| Relación de elementos para la automatización del CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL | | | | | |
|--|-------------------|--|-------------------------|---------------------------|-----------|
| EDIFICIO A | | | | | |
| Control de Temperatura | | | | | |
| Nivel | Elemento | Descripción | Dirección lógica | Autómata (s7-1200) | ID |
| PLANTA BAJA | Termostato | Regulador de Temperatura | %I0.3 | PB-A | CAOE1 |
| | Válvula expansión | Válvula de expansión de gas refrigerante | %Q0.4 | PB-A | V_CAOE1 |

Tabla A.5 Elementos utilizados para la automatización control de temperatura edificio A
(continuación)

| | | | | | |
|-------------|-------------------|--|-------|------|---------|
| PRIMER PISO | Termostato | Regulador de Temperatura | %I0.4 | P1-A | CASE2 |
| | Termostato | Regulador de Temperatura | %I0.5 | P1-A | CAOE3 |
| | Termostato | Regulador de Temperatura | %I0.6 | P1-A | CAOE2 |
| | Termostato | Regulador de Temperatura | %I0.7 | P1-A | CAOE1 |
| | Válvula expansión | Válvula de expansión de gas refrigerante | %Q0.3 | P1-A | V_CASE2 |
| | Válvula expansión | Válvula de expansión de gas refrigerante | %Q0.4 | P1-A | V_CAOE3 |
| | Válvula expansión | Válvula de expansión de gas refrigerante | %Q0.5 | P1-A | V_CAOE1 |
| | Válvula expansión | Válvula de expansión de gas refrigerante | %Q0.6 | P1-A | V_CAOE2 |

Tabla A.6 Elementos utilizados para la automatización Acometida edificio B

| Relación de elementos para la automatización del CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL | | | | | |
|--|-------------------------------|---|-------------------------|---------------------------|-----------|
| EDIFICIO B Acometida | | | | | |
| Nivel | Elemento | Descripción | Dirección lógica | Autómata (s7-1200) | ID |
| <i>SOTANO</i> | Contactor de Potencia 330 A) | Contactor/relé de control (Subestación- Transformador) | %Q1.0 | SB-2 | B1B |
| | Contactor de Potencia (330 A) | Contactor/relé de control (Trasformador - Acometida) | %Q0.4 | SB-2 | B2B |
| | Contactor de Potencia (330 A) | Contactor/relé de control (Acometida- Tablero General) | %Q0.2 | SB-2 | B3B |
| | Contactor de Potencia (330 A) | Contactor/relé de control (Contactor/relé de control (Generador- Tablero General) | %Q0.3 | SB-2 | B4B |

Tabla A.6 Elementos utilizados para la automatización Acometida edificio B
(continuación)

| | | | | | |
|--------|-------------------------------|--|-------|------|-------------|
| SOTANO | Contactor de Potencia (330 A) | Contactor/relé de control (Contactor/relé de control (Tablero General-Circuitos ramales) | %Q0.1 | SB-2 | B5B |
| | Contactor (15 A) | (Contactor/relé de control (UPS) | %Q0.5 | SB-2 | B6B_1 |
| | Contactor (15 A) | (Contactor/relé de control (UPS) | %Q0.6 | SB2 | B6B_2 |
| | UPS | <u>Baterías</u> almacenadoras de energía(1500 A) | %Q0.7 | SB-2 | UPS-B1 |
| | UPS | <u>Baterías</u> almacenadoras de energía(1500 A) | %Q1.1 | SB-2 | UPS-B2 |
| | GENERADOR | Generador Diesel(100KVA) | %Q0.3 | SB-2 | Generador-B |

Tabla A.7 Elementos utilizados para la automatización Hidroneumático edificio B

| Relación de elementos para la automatización del CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL EDIFICIO B Hidroneumático | | | | | |
|--|---------------------------|--|------------------|--------------------|------|
| Nivel | Elemento | Descripción | Dirección lógica | Autómata (s7-1200) | ID |
| SOTANO | Sensores de Nivel de Agua | Dispositivo electrónico que mide el nivel de agua del tanque | %I0.0 | S-B | HDB1 |
| | Sensores de Nivel de Agua | Dispositivo electrónico que mide el nivel de agua del tanque | %I0.1 | S-B | HDB2 |
| | Válvula de asiento | Controla el paso de un fluido por un conducto o tubería. | %Q0.0 | S-B | HDB3 |
| | Válvulas de asiento | Controla el paso de un fluido por un conducto o tubería. | %Q0.1 | S-B | HDB4 |

Tabla A.8 Elementos utilizados para la automatización Ascensores edificio B

| Relación de elementos para la automatización del CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL | | | | | |
|--|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------|
| EDIFICIO B | | | | | |
| Ascensores | | | | | |
| Nivel | Elemento | Descripción | Dirección lógica | Autómata (s7-1200) | ID |
| SOTANO | Sensor final de carrera | Detector perimetral Sótano | %I0.3 | S-B | AS5 |
| | Sensor final de carrera | Detector perimetral Planta Baja | %I0.4 | S-B | AS6 |
| | Sensor final de carrera | Detector perimetral Primer Piso | %I0.5 | S-B | AS7 |
| | Sensor final de carrera | Detector perimetral Segundo piso | %I0.6 | S-B | AS8 |

Tabla A.9 Elementos utilizados para la automatización control lumínico edificio B

| Relación de elementos para la automatización del CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL | | | | | |
|--|----------------------------------|--|-----------------------------|-------------------------------|-----------|
| EDIFICIO B | | | | | |
| Control Lumínico | | | | | |
| Nivel | Elemento | Descripción | Dirección lógica | Autómata (s7-1200) | ID |
| PLANTA BAJA | Contactores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Pasillo) | %Q0.0 | PB-B | CBCA3 |
| | Contactores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Pasillo) | %Q0.1 | PB-B | CBNA1 |
| | Contactores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Oficina) | %Q0.2 | PB-B | CBNB2 |
| | Contactores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Área verde) | %Q0.3 | PB-B | CA_BCP1 |

Tabla A.9 Elementos utilizados para la automatización control lumínico edificio B (continuación)

| | | | | | |
|----------------|--|--|-------|------|----------|
| PLANTA BAJA | Contadores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Área Verde) | %Q0.4 | PB-B | CC_GA1 |
| | Contadores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Área Verde) | %Q0.5 | PB-B | CC_GA2 |
| | Contadores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Área Verde) | %Q0.6 | PB-B | CB_CCA1 |
| | Contadores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Área Verde) | %Q0.7 | PB-B | CB_BCAP2 |
| | Detectores volumétricos de infrarrojos | Detector PIR Infrarrojo bidireccional de 12m (OFICINA) | %I0.0 | PB-B | IL_S1_PB |
| PRIMER PISO | Contadores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Pasillos) | %Q0.0 | P1_B | CBSA1 |
| | Contadores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Pasillos) | %Q0.1 | P1-B | CBOA1 |
| | Contadores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Pasillos) | %Q0.2 | P1-B | CBNA1 |
| | Contadores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Salón) | %Q0.3 | P1-B | CBNA2 |
| | Detectores volumétricos de infrarrojos | Detector PIR Infrarrojo bidireccional de 12m (Dormitorio) | %I0.0 | P1-B | IL_S1_P1 |

Tabla A.10 Elementos utilizados para la automatización control de temperatura edificio B

| Relación de elementos para la automatización del CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL | | | | | |
|--|-------------------|--|-----------------------------|-------------------------------|-----------|
| EDIFICIO B | | | | | |
| Control de Temperatura | | | | | |
| Nivel | Elemento | Descripción | Dirección lógica | Autómata (s7-1200) | ID |
| SOTANO | Termostato | Regulador de Temperatura | %I0.6 | S-B | CBNE2 |
| | Termostato | Regulador de Temperatura | %I0.7 | S-B | CBNE1 |
| | Válvula expansión | Válvula de expansión de gas refrigerante | %Q1.0 | S-B | V_CBNE2 |
| | Válvula expansión | Válvula de expansión de gas refrigerante | %Q1.1 | S-B | V_CBNE1 |
| PLANTA BAJA | Termostato | Regulador de Temperatura | %I0.1 | PB-B | CBNE2 |
| | Termostato | Regulador de Temperatura | %I0.2 | PB-B | CBEE2 |
| | Válvula expansión | Válvula de expansión de gas refrigerante | %Q1.0 | PB-B | V_CBNE2 |
| | Válvula expansión | Válvula de expansión de gas refrigerante | %Q1.1 | PB-B | V_CBEE2 |
| PRIMER PISO | Termostato | Regulador de Temperatura | %I0.2 | P1-B | CBEE1 |
| | Termostato | Regulador de Temperatura | %I0.3 | P1-B | CBNE2 |
| | Termostato | Regulador de Temperatura | %I0.4 | P1-B | CBE3 |
| | Termostato | Regulador de Temperatura | %I0.5 | P1-B | CBNE1 |
| | Termostato | Regulador de Temperatura | %I0.6 | P1-B | CBEE2 |
| | Válvula expansión | Válvula de expansión de gas refrigerante | %Q0.5 | P1-B | V_CBEE1 |

Tabla A.10 Elementos utilizados para la automatización control de temperatura edificio B
(continuación)

| | | | | | |
|-------------|-------------------|--|-------|------|----------|
| PRIMER PISO | Válvula expansión | Válvula de expansión de gas refrigerante | %Q0.6 | P1-B | V_ CBNE2 |
| | Válvula expansión | Válvula de expansión de gas refrigerante | %Q0.7 | P1-B | V_ CBE3 |
| | Válvula expansión | Válvula de expansión de gas refrigerante | %Q1.0 | P1-B | V_ CBNE1 |
| | Válvula expansión | Válvula de expansión de gas refrigerante | %Q1.1 | P1-B | V_ CBEE2 |

Tabla A.11 Elementos utilizados para la automatización Acometida edificio C

| Relación de elementos para la automatización del CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL | | | | | |
|--|-------------------------------|--|-------------------------|---------------------------|-----------|
| EDIFICIO C | | | | | |
| Acometida | | | | | |
| Nivel | Elemento | Descripción | Dirección lógica | Autómata (s7-1200) | ID |
| SOTANO | Contactor de Potencia (200 A) | Contactor/relé de control (Trasformador -Acometida) | %Q0.6 | SC-2 | B2C |
| | Contactor de Potencia (200 A) | Contactor/relé de control (Acometida-Tablero General) | %Q0.2 | SC-2 | B3C |
| | Contactor de Potencia (200 A) | Contactor/relé de control (Contactor/relé de control (Generador-Tablero General) | %Q0.3 | SC-2 | B4C |
| | Contactor de Potencia (200 A) | Contactor/relé de control (Contactor/relé de control (Tablero General-Circuitos ramales) | %Q0.0 | SC-2 | B5C |
| | Contactor (15 A) | (Contactor/relé de control (UPS) | %Q0.4 | SC-2 | B6C_1 |
| | Contactor (15 A) | (Contactor/relé de control (UPS) | %Q0.5 | SC-2 | B6C_2 |

Tabla A.11 Elementos utilizados para la automatización Acometida edificio C (Continuación)

| | | | | | |
|--------|-----------|--|-------|------|-----------------|
| SOTANO | UPS | <u>Baterías</u> almacenadoras de energía(1500 A) | %Q0.4 | SC-2 | UPS-C1 |
| | UPS | <u>Baterías</u> almacenadoras de energía(1500 A) | %Q0.5 | SC-2 | UPS-C2 |
| | GENERADOR | Generador Diesel(75KVA) | %Q0.3 | SC-2 | Generador- C |

Tabla A.12 Elementos utilizados para la automatización Hidroneumático edificio C

| Relación de elementos para la automatización del CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL | | | | | |
|--|------------------------------|---|-----------------------------|-------------------------------|-----------|
| EDIFICIO C Hidroneumático | | | | | |
| Nivel | Elemento | Descripción | Dirección lógica | Autómata (s7-1200) | ID |
| SOTANO | Sensores de Nivel de Agua | Dispositivo electrónico que mide el nivel de agua del tanque | %I0.0 | S-C | HDC1 |
| | Sensores de Nivel de Agua | Dispositivo electrónico que mide el nivel de agua del tanque | %I0.1 | S-C | HDC2 |
| | Válvula de asiento | Controla el paso de un fluido por un conducto o tubería. | %Q0.0 | S-C | HDC3 |
| | Válvulas de asiento | Controla el paso de un fluido por un conducto o tubería. | %Q0.1 | S-C | HDC4 |

Tabla A.13 Elementos utilizados para la automatización Ascensores edificio C

| Relación de elementos para la automatización del CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL | | | | | |
|--|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------|
| EDIFICIO C Ascensores | | | | | |
| Nivel | Elemento | Descripción | Dirección lógica | Autómata (s7-1200) | ID |
| SOTANO | Sensor final de carrera | Detector perimetral Sótano | %I0.2 | S-C | AS9 |
| | Sensor final de carrera | Detector perimetral Planta Baja | %I0.3 | S-C | AS10 |
| SOTANO | Sensor final de carrera | Detector perimetral Primer Piso | %I0.4 | S-C | AS11 |
| | Sensor final de carrera | Detector perimetral Segundo piso | %I0.5 | S-C | AS12 |

Tabla A.14 Elementos utilizados para la automatización Control Lumínico edificio C

| Relación de elementos para la automatización del CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL | | | | | |
|--|----------------------------------|--|-----------------------------|-------------------------------|-----------|
| EDIFICIO C Control Lumínico | | | | | |
| Nivel | Elemento | Descripción | Dirección lógica | Autómata (s7-1200) | ID |
| | Contactores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Pasillo) | %Q0.1 | PB-C | CCOA10 |
| | Contactores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Pasillo) | %Q0.2 | PB-C | CCSA* |
| | Contactores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Área Verde) | %Q0.3 | PB-C | CCEA7 |

Tabla A.14 Elementos utilizados para la automatización Control Lumínico edificio C
(continuación)

| | | | | | |
|----------------|--|---|-------|------|----------|
| PRIMER PISO | volumétricos de infrarrojos | Detector Infrarrojo bidireccional de 12m (Oficina) | %I0.0 | PB-C | IL_S1_PB |
| | Detectores volumétricos de infrarrojos | Detector PIR Infrarrojo bidireccional de 12m (Oficina) | %I0.1 | PB-C | IL_S2_PB |
| | Detectores volumétricos de infrarrojos | Detector PIR Infrarrojo bidireccional de 12m (Oficina) | %I0.2 | PB-C | IL_S3_PB |
| | Detectores volumétricos de infrarrojos | Detector PIR Infrarrojo bidireccional de 12m (Taller) | %I0.3 | PB-C | IL_S4_PB |
| | Detectores volumétricos de infrarrojos | Detector PIR Infrarrojo bidireccional de 12m (Taller) | %I0.4 | PB-C | IL_S5_PB |
| | Detectores volumétricos de infrarrojos | Detector PIR Infrarrojo bidireccional de 12m (Taller) | %I0.5 | PB-C | IL_S6_PB |
| | Contactores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Salón) | %Q0.1 | P1-C | CCNA2 |
| | Contactores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Taller) | %Q0.2 | P1-C | CCEA1 |
| | Contactores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Pasillo) | %Q0.3 | P1-C | CCOA2 |
| | Detectores volumétricos de infrarrojos | Detector PIR Infrarrojo bidireccional de 12m (Salón) | %I0.0 | P1-C | IL_S1_P1 |
| | Detectores volumétricos de infrarrojos | Detector PIR Infrarrojo bidireccional de 12m (Salón) | %I0.1 | P1-C | IL_S2_P1 |

Tabla A.14 Elementos utilizados para la automatización Control Lumínico edificio C
(continuación)

| | | | | | |
|--------------|--|---|-------|------|----------|
| PRIMER PISO | Detectores volumétricos de infrarrojos | Detector PIR Infrarrojo bidireccional de 12m (Taller) | %I0.2 | P1-C | IL_S3_P1 |
| | Detectores volumétricos de infrarrojos | Detector PIR Infrarrojo bidireccional de 12m (Taller) | %I0.3 | P1-C | IL_S4_P1 |
| SEGUNDO PISO | Contactores de iluminación (15A) | Contactador/relé de control (Circuito de alumbrado Terraza) | %I0.0 | P2-C | CCCA1 |

Tabla A.15 Elementos utilizados para la automatización Control de Temperatura edificio C

| Relación de elementos para la automatización del CENTRO CIVICO PLURIFUNCIONAL | | | | | |
|--|--------------------|--|-------------------------|---------------------------|-----------|
| EDIFICIO C | | | | | |
| Control de Temperatura | | | | | |
| Nivel | Elemento | Descripción | Dirección lógica | Autómata (s7-1200) | ID |
| PLANTA BAJA | Termostato | Regulador de Temperatura | %I0.6 | PB-C | CCOE1 |
| | Termostato | Regulador de Temperatura | %I0.7 | PB-C | CCOE2 |
| | Termostato | Regulador de Temperatura | %I1.0 | PB-C | CCOE3 |
| | Termostato | Regulador de Temperatura | %I1.1 | PB-C | CCOE3 |
| | Termostato | Regulador de Temperatura | %I1.2 | PB-C | CCCE1 |
| | Válvula expansión | Válvula de expansión de gas refrigerante | %Q0.6 | PB-C | V_CCOE1 |
| | Válvula expansión | Válvula de expansión de gas refrigerante | %Q0.7 | PB-C | V_CCOE2 |
| | °Válvula expansión | Válvula de expansión de gas refrigerante | %Q1.0 | PB-C | V_CCOE3 |

Tabla A.15 Elementos utilizados para la automatización Control de Temperatura edificio C
(continuación)

| | | | | | |
|----------------|-------------------|--|-------|------|----------|
| PLANTA BAJA | Válvula expansión | Válvula de expansión de gas refrigerante | %Q1.1 | PB-C | V_CCOE4 |
| | Válvula expansión | Válvula de expansión de gas refrigerante | %Q1.2 | PB-C | V_CCCE1 |
| PRIMER PISO | Termostato | Regulador de Temperatura | %I0.4 | P1-C | CCEE1 |
| | Termostato | Regulador de Temperatura | %I0.6 | P1-C | CCEE2 |
| | Termostato | Regulador de Temperatura | %I0.5 | P1-C | CCEE3 |
| | Termostato | Regulador de Temperatura | %I0.7 | P1-C | CCOE1 |
| | Termostato | Regulador de Temperatura | %I1.0 | P1-C | CCOE2 |
| PRIMER PISO | Válvula expansión | Válvula de expansión de gas refrigerante | %Q0.7 | P1-C | V_CCEE1 |
| | Válvula expansión | Válvula de expansión de gas refrigerante | %Q0.5 | P1-C | V_CBEE2 |
| | Válvula expansión | Válvula de expansión de gas refrigerante | %Q1.0 | P1-C | V_CCCEE3 |
| | Válvula expansión | Válvula de expansión de gas refrigerante | %Q0.6 | P1-C | V_CCOE1 |
| | Válvula expansión | Válvula de expansión de gas refrigerante | %Q0.5 | P1-C | V_CCOE2 |

Tabla A.16 Autómatas programables edificio A

| EDIFICIO A AUTOMATAS PROGRAMABLE | | | |
|---|--|-----------------------|--|
| Nivel | Descripción | Autómata (s7-1200) | Función |
| SOTANO | (PLC) Siemens SIMATIC S7-1200 DC 24V. Para datos. 14 entradas digitales, 10 salidas digitales. 2 entradas analógicas | S-AB | Hidroneumático Ascensor Aire Acondicionado |
| | (PLC) Siemens SIMATIC S7-1200 DC 24V. Para datos. 14 entradas digitales, 10 salidas digitales. 2 entradas analógicas | S-A2 | Acometida |
| PLANTA BAJA | (PLC) Siemens SIMATIC S7-1200 DC 24V. Para datos. 14 entradas digitales, 10 salidas digitales. 2 entradas analógicas | PB-A | Control Lumínico Aire Acondicionado |
| PRIMER PISO | (PLC) Siemens SIMATIC S7-1200 DC 24V. Para datos. 14 entradas digitales, 10 salidas digitales. 2 entradas analógicas | P1-A | Control Lumínico Aire Acondicionado |
| | Módulo periférico de 4 salidas analógicas | P1-A | Aire Acondicionado |
| GENERAL | HMI Siemens ktp700 Basic | | |
| SEGUNDO PISO | (PLC) Siemens SIMATIC S7-1200 DC 24V. Para datos. 14 entradas digitales, 10 salidas digitales. 2 entradas analógicas | P2-A | Control Lumínico |

Tabla A.17 Autómatas programables edificio B

| EDIFICIO B AUTOMATA PROGRAMABLE | | | |
|--|--|-----------------------|--|
| Nivel | Descripción | Autómata (s7-1200) | Función |
| SOTANO | (PLC) Siemens SIMATIC S7-1200 DC 24V. Para datos. 14 entradas digitales, 10 salidas digitales. 2 entradas analógicas | S-B | Hidroneumático Ascensor Aire Acondicionado |
| | (PLC) Siemens SIMATIC S7-1200 DC 24V. Para datos. 14 entradas digitales, 10 salidas digitales. 2 entradas analógicas | S-B2 | Acometida |
| PLANTA BAJA | (PLC) Siemens SIMATIC S7-1200 DC 24V. Para datos. 14 entradas digitales, 10 salidas digitales. 2 entradas analógicas | PB-B | Control Lumínico Aire Acondicionado |
| PRIMER PISO | (PLC) Siemens SIMATIC S7-1200 DC 24V. Para datos. 14 entradas digitales, 10 salidas digitales. 2 entradas analógicas | P1-B | Control Lumínico Aire Acondicionado |
| | Módulo periférico de 4 salidas analógicas | P1-B | Aire Acondicionado |
| GENERAL | HMI Siemens ktp700 Basic | | |

Tabla A.18 Autómatas programables edificio C

| EDIFICIO C | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------|--|
| AUTOMATA PROGRAMABLE | | | |
| Nivel | Descripción | Autómata (s7-1200) | Función |
| SOTANO | (PLC) Siemens SIMATIC S7-1200 DC 24V. Para datos. 14 entradas digitales, 10 salidas digitales. 2 entradas analógicas | S-C | Hidroneumático Ascensor |
| | (PLC) Siemens SIMATIC S7-1200 DC 24V. Para datos. 14 entradas digitales, 10 salidas digitales. 2 entradas analógicas | S-C2 | Acometida |
| PLANTA BAJA | (PLC) Siemens SIMATIC S7-1200 DC 24V. Para datos. 14 entradas digitales, 10 salidas digitales. 2 entradas analógicas | PB-C | Control Lumínico Aire Acondicionado |
| | Módulo periférico de 4 salidas analógicas | PB-C | Aire Acondicionado |
| PRIMER PISO | (PLC) Siemens SIMATIC S7-1200 DC 24V. Para datos. 14 entradas digitales, 10 salidas digitales. 2 entradas analógicas | P1-C | Control Lumínico Aire Acondicionado |
| | Módulo periférico de 4 salidas analógicas | P1-C | Aire Acondicionado |
| GENERAL | HMI Siemens ktp700 Basic | | |
| SEGUNDO PISO | (PLC) Siemens SIMATIC S7-1200 DC 24V. Para datos. 14 entradas digitales, 10 salidas digitales. 2 entradas analógicas | P2-A | Control Lumínico |

www.bdigital.ula.ve