

**“ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA SCADA PARA CORTES Y
RECONEXIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LOS
LABORATORIOS DE INGENIERIA ELÉCTRICA”**

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA

**Tesis previa a la obtención del título de
INGENIERO ELÉCTRICO**

**TEMA:
“ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA SCADA PARA CORTES Y
RECONEXIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LOS LABORATORIOS DE
INGENIERIA ELÉCTRICA”**

**AUTORES:
FRANCISCO HERNÁN LEMA CHICAIZA
FAUSTO DANIEL PANCHI MARTÍNEZ**

**DIRECTOR:
DIEGO FRANCISCO CARRIÓN GALARZA**

Quito, 28 Noviembre de 2013

DECLARATORIA DE AUTORÍA:

Nosotros, Francisco Hernán Lema Chicaiza y Fausto Daniel Panchi Martínez autorizamos a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de grado y su reproducción sin fines de lucro.

Además declaramos que los conceptos y análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Quito, 28 de Noviembre del 2013

Francisco Hernán Lema Chicaiza

CC: 0502498330

Fausto Daniel Panchi Martínez

CC: 0502498330

AUTORES

CERTIFICACIÓN:

Yo, Ing. Diego Francisco Carrión Galarza certifico haber dirigido y revisado prolijamente cada uno de los capítulos técnicos y financieros del informe de la monografía, así como el funcionamiento del “Sistema Scada para Cortes y Reconexiones del Sistema Eléctrico en los Laboratorios de Ingeniería Eléctrica” realizada por los Sres. Francisco Hernán Lema Chicaiza y Fausto Daniel Panchi Martínez, previa a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico en la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Por cumplir los requisitos autoriza su presentación.

Quito, 28 de Noviembre del 2013

Ing. Diego Francisco Carrión Galarza
DIRECTOR

DEDICATORIA.

Francisco Hernán Lema Chicaiza

Este proyecto es dedicado con mucho amor a mi madre, mis hijos/as, mis hermanos/as, a mi familia; quienes han sido el soporte principal para mi realización tanto personal como profesional, y a todas las personas que, de una u otra manera, me han brindado su apoyo.

Fausto Daniel Panchi Martínez

Este proyecto es dedicado con mucho amor a mi madre, mi novia, a mi familia; quienes han sido el soporte principal para mi realización tanto personal como profesional, y a todas las personas que de una u otra manera, me han brindado su apoyo.

AGRADECIMIENTO.

Francisco Hernán Lema Chicaiza

Fausto Daniel Panchi Martínez

Además agradecemos infinitamente al Ing. Diego Francisco Carrión Galarza por su ardua labor e interés por la tutoría de este proyecto y junto a él haber llegado a la culminación del mismo. De la misma manera, a la Universidad Politécnica Salesiana por su auspicio y colaboración para la realización de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
1.1 Definición de Smart Grid.....	2
1.2 Ventajas de un Smart Grid.....	5
1.2.2 Clientes	6
1.2.3 Medio Ambiente	6
1.3 Sistema Scada	6
1.3.1 Significado	6
1.3.2 Términos asociados a un Sistema Scada.....	7
1.3.3 Sistema de Adquisición de Datos	9
1.3.4 Tipos de Señales	10
1.3.5 Acciones de un Sistema Scada.....	10
1.3.6 Partes de un Sistema Scada.....	11
1.4 Telemetría	13
1.4.1 Significado	13
1.4.2 Telecomando.....	13
1.4.3 Medidor Inteligente.....	14
1.5 Tele gestión.....	15
1.5.1 Descripción	15
1.5.2 Revisión Histórica del proceso de Lectura	15
1.5.3 Objetivo de la Tele gestión	16
1.5.4 Ventajas y Desventajas de los Tipos de Lecturas	16
1.5.5 Ventajas de la Tele gestión	17
CAPÍTULO II	18

2.1 Parámetros Eléctricos	18
2.1.1 Corriente	18
2.1.2 Voltaje.....	19
2.1.3 Potencia Eléctrica	20
2.2 Mediciones de Parámetros Eléctricos.....	20
2.3 Protecciones	21
2.3.1 Tipos de Protecciones	21
2.4 Consumo de Energía.....	22
2.4.1 Factura de consumo de Energía	23
2.4.2 Pérdidas en el Consumo de Energía	26
2.5 Demanda de Energía.....	28
2.5.1 Diferencia entre Demanda y Consumo.....	29
2.5.2 Medición de la Demanda	30
2.5.3 Como Reducir Cargos por Demanda	31
2.5.3 Demanda Maxima.....	31
CAPÍTULO III.....	32
3.1 Tia Portal.....	32
3.1 Tareas	33
3.3 Ventajas	34
3.4 Gestión de datos.....	34
3.4.1 Gestión de Datos Centralizada.....	34
3.4.2 Direccionamiento Simbólico Global	34
3.5 Desarrollo de Pantallas del Sistema Scada	35
3.5.1 Vista TIA PORTAL.....	35
3.5.2 Creación del Proyecto.....	36

3.5.3 Configuración de Dispositivos.....	37
3.5.4 Crear Pc Station	37
3.5.5 Configuración Estación PC.....	38
3.5.6 Asignación de Dirección IP y Subred.....	40
3.5.7 Crear PLC S7-1200.....	41
3.5.8 Configuración PLC S7-1200	42
3.5.9 Configuración de Comunicación S7-1200 con Estación PC	43
3.5.10 Configuración de Ajustes PG/PC	44
3.5.11 Diseño de Imágenes Tía Portal	46
3.5.12 Desarrollo Pantallas en el Tía Portal V11.....	49
3.6 Comunicación Mediante Protocolo Ethernet.....	50
3.6.1 Protocolos TCP/IP	51
3.6.2 Profinet.....	52
3.6.3 Monitoreo del Consumo, Corte y Reconexión de Energía	53
3.6.4 Monitoreo de Consumo con Sentron Pac 3200	53
3.6.5 Comunicación entre S7-1200 y Sentron Pac 3200 vías Modbus TCP/IP.....	54
3.6.6 Configuración en Tía portal	55
3.7 Sistema de Corte y reconexión.	56
CAPÍTULO IV	61
4.1 Análisis Consumo de Energía.....	61
4.1.1 Analizador de Energía Modelo 435Serie II Fluke.	62
4.1.2 Medición del Consumo de Energía.....	63
4.1.3 Consumo Total Laboratorios de Ingeniería Eléctrica	100
4.2 Análisis Sistema Cortes y Reconexión	104
4.3 Análisis Económico del Sistema.....	106

4.3.1 Lista de Materiales.....	107
4.3.2 Evaluación Financiera.....	108
4.4 Impacto Ambiental.	112
CONCLUSIONES	115
RECOMENDACIONES.....	117
ANEXOS	118
BIBLIOGRAFÍA	125

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Modelo de una REI.....	3
Figura 1.2 Energías Renovables	4
Figura 1.3 Control Lazo Cerrado.....	9
Figura 1.4 Partes de un Sistema Scada	13
Figura 1.5 Modelo de tele gestión y telemetría	17
Figura 2.1 Modelo de Fusibles	22
Figura 2.2 Ejemplo de Demanda	30
Figura 3.1 Interfaz de Comunicación PLC, HMI y PC con TIA POTAL	33
Figura 3.2 Vista TIA PORTAL	36
Figura 3.3 Vista Crear Proyecto TIA PORTAL	36
Figura 3.4 Ventana Agregar Dispositivos.....	37
Figura 3.5 Agregar Estación PC	38
Figura 3.6 Estación PC Vacía	38
Figura 3.7 Estación PC con Modulo y Software de Comunicación	39
Figura 3.8 Estación PC	40
Figura 3.9 Asignación Dirección Ip y Subred	41
Figura 3.10 Agregar PLC S7-1200	42
Figura 3.11 Configuración PLC S7-1200.....	43
Figura 3.12 Configuración Comunicación Estación PC y PLC`s de la Red.....	44
Figura 3.13 Ajuste Interface PG/PC	45
Figura 3.14 Dirección IP PC Master.....	45
Figura 3.15 Dirección IP PC Master.....	46
Figura 3.16 Crear Imagen o Pantalla	47
Figura 3.17 Ventana de Conexiones del SCADA.....	47
Figura 3.18 Tabla de Variables del SCADA	48
Figura 3.19 Imagen Inicio.....	49
Figura 3.20 Imagen Menú.....	49
Figura 3.21 Imagen Corte Reconexión Laboratorios.....	49
Figura 3.22 Imagen Corte Reconexión Laboratorios.....	50
Figura 3.23 Sentron Pack 3200.....	53

Figura 3.24 Configuración Sentron Pack 3200.....	54
Figura 3.25 Configuración S7-1200	55
Figura 3.26 Potencia Sentron.....	56
Figura 3.27 Falla de Circuito	57
Figura 3.28 Ventana de Alarmas	57
Figura 3.29 Reset Circuito y Master Reset	57
Figura 3.30 Horarios Laboratorios.....	58
Figura 3.31 Administración de Usuarios	58
Figura 3.32 Ficheros	59
Figura 3.33 Tipo de Archivo a Generar.....	59
Figura 3.34 Microsoft SQL Server 2005	60
Figura 3.35 Base de Datos Microsoft SQL Server 2005	60
Figura 4.1 Laboratorios de Ingeniería Eléctrica	61
Figura 4.2 Analizador de Energía y de la Calidad Eléctrica 435 Serie II Fluke.....	62
Figura 4.3 Laboratorio de Instrumentación	63
Figura 4.4 Consumo Laboratorio de Instrumentación con carga.....	64
Figura 4.5 Consumo Laboratorio de Instrumentación sin carga.....	65
Figura 4.6 Consumo Laboratorio de Instrumentación sin carga.....	65
Figura 4.7 Laboratorio de Microbótica.....	66
Figura 4.8 Consumo de Energía en Kwh a plena carga.....	67
Figura 4.9 Consumo en Kwh del Laboratorio de Microbótica sin carga.....	68
Figura 4.10 Instalaciones Laboratorio de Microbótica	68
Figura 4.11 Laboratorio de Control y Monitoreo	69
Figura 4.12 Consumo de Energía en Kwh a plena carga.....	70
Figura 4.13 Consumo en Kwh del Laboratorio de Control y monitoreo sin carga.....	71
Figura 4.14 Instalaciones Laboratorio de Monitoreo y Control	71
Figura 4.15 Laboratorio de Control y Monitoreo	72
Figura 4.16 Consumo de Energía en Kwh a plena carga.....	73
Figura 4.17 Consumo en Kwh del Laboratorio de Máquinas Eléctricas sin carga.....	74
Figura 4.18 Instalaciones Máquinas Eléctricas.....	74
Figura 4.19 Laboratorio de Alta Tensión.....	75

Figura 4.20 Consumo de Energía en Kwh a plena carga.....	76
Figura 4.21 Consumo en Kwh del Laboratorio de Alta Tensión sin carga	77
Figura 4.22 Laboratorio de Sistema eléctricos de Potencia.....	77
Figura 4.23 Consumo de Energía en Kwh a plena carga.....	78
Figura 4.24 Consumo en Kwh del Laboratorio de Sistemas Eléctrico de Potencia sin carga.....	79
Figura 4.25 Instalaciones Laboratorio Sistemas Eléctricos de Potencia	80
Figura 4.26 Laboratorio de Investigación y Proyectos	80
Figura 4.27 Consumo de Energía en Kwh a plena carga.....	81
Figura 4.28 Consumo en Kwh del Laboratorio de Investigación y Proyectos sin carga....	82
Figura 4.29 Instalaciones Laboratorio Investigación y Proyectos	83
Figura 4.30 Control y Procesos.....	83
Figura 4.31 Consumo de Energía en Kwh a plena carga.....	84
Figura 4.32 Consumo en Kwh del Laboratorio de Investigación y Proyectos sin carga....	85
Figura 4.33 Instalaciones Laboratorio Control y Procesos.....	86
Figura 4.34 Automatización y Comunicaciones Industriales	86
Figura 4.35 Consumo de Energía en Kwh a plena carga.....	87
Figura 4.36 Consumo en Kwh del Laboratorio de Automatización y Comunicación Industrial sin carga.....	88
Figura 4.37 Instalaciones Laboratorio de Automatización y Comunicación Industrial	89
Figura 4.38 Instalaciones Industriales	89
Figura 4.39 Consumo de Energía en Kwh a plena carga.....	90
Figura 4.40 Consumo en Kwh del Laboratorio de Instalaciones Industriales sin carga....	91
Figura 4.41 Instalaciones Laboratorio de Instalaciones Industriales	92
Figura 4.42 Instalaciones Civiles.....	92
Figura 4.43 Consumo de Energía en Kwh a plena carga.....	93
Figura 4.44 Consumo en Kwh del Laboratorio de Instalaciones Civiles sin carga	94
Figura 4.45 Instalaciones Laboratorio de Instalaciones Civiles	95
Figura 4.46 Laboratorio de Electromagnetismo	95
Figura 4.47 Consumo de Energía en Kwh a plena carga.....	96
Figura 4.48 Consumo en Kwh del Laboratorio de Electromagnetismo sin carga	97

Figura 4.49 Instalaciones Laboratorio de Electromagnetismo	97
Figura 4.50 Laboratorio de Circuitos Eléctricos.....	98
Figura 4.51 Consumo de Energía en Kwh a plena carga.....	99
Figura 4.52 Consumo en Kwh del Laboratorio de Electromagnetismo sin carga	100
Figura 4.53 Instalaciones Laboratorio de Electromagnetismo	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Equipos Laboratorio Instrumentación	63
Tabla 4.2 Potencia Consumida en Kwh por equipo en funcionamiento en Laboratorio Instrumentación	64
Tabla 4.3 Potencia Consumida en Kwh por equipo apagado en Laboratorio de Instrumentación	64
Tabla 4.4 Equipos Laboratorio de Microbótica	66
Tabla 4.5 Potencia Consumida en Kwh por equipo en funcionamiento en Laboratorio de Microbótica.....	66
Tabla 4.6 Potencia Consumida en Kwh por equipo apagado en Laboratorio de Microbótica	67
Tabla 4.7 Equipos Laboratorio de Control y Monitoreo	69
Tabla 4.8 Potencia Consumida en Kwh por equipo en funcionamiento en Laboratorio de Control y Monitoreo.	69
Tabla 4.9 Potencia Consumida en Kwh por equipo apagado en Laboratorio de Control y Monitoreo.....	70
Tabla 4.10 Equipos Laboratorio de Máquinas Eléctricas	72
Tabla 4.11 Potencia Consumida en Kwh por equipo en funcionamiento en Laboratorio de Máquinas Eléctricas.....	72
Tabla 4.12 Potencia Consumida en Kwh por equipo apagado en Máquinas Eléctricas	73
Tabla 4.13 Equipos Laboratorio de Alta Tensión.....	75
Tabla 4.14 Potencia Consumida en Kwh por equipo en funcionamiento en Laboratorio de Alta Tensión.....	75
Tabla 4.15 Potencia Consumida en Kwh por equipo apagado en Laboratorio de Alta tensión	76
Tabla 4.16 Equipos Laboratorio de Sistema Eléctricos de Potencia	77
Tabla 4.17 Potencia Consumida en Kwh por equipo en funcionamiento en Laboratorio de Sistemas Eléctrico de Potencia	78
Tabla 4.18 Potencia Consumida en Kwh por equipo apagado en Laboratorio de Sistemas Eléctricos de Potencia.....	79

Tabla 4.19 Equipos Laboratorio de Investigación y Proyectos	80
Tabla 4.20 Potencia Consumida en Kwh por equipo en funcionamiento en Laboratorio de Investigación y Proyectos	81
Tabla 4.21 Potencia Consumida en Kwh por equipo apagado en Laboratorio de Investigación y proyectos	82
Tabla 4.22 Equipos Laboratorio de Control y Procesos	83
Tabla 4.23 Potencia Consumida en Kwh por equipo en funcionamiento en Laboratorio de Control y procesos	84
Tabla 4.24 Potencia Consumida en Kwh por equipo apagado en Laboratorio de Control y Procesos	85
Tabla 4.25 Equipos Laboratorio de Automatización y Comunicaciones Industriales.....	86
Tabla 4.26 Potencia Consumida en Kwh por equipo en funcionamiento en Laboratorio de Automatización y Comunicación Industrial.	87
Tabla 4.27 Potencia Consumida en Kwh por equipo apagado en Laboratorio de Automatización y comunicación Industrial.	88
Tabla 4.28 Equipos Laboratorio de Instalaciones Industriales	89
Tabla 4.29 Potencia Consumida en Kwh por equipo en funcionamiento en Laboratorio de Instalaciones Industriales	90
Tabla 4.30 Potencia Consumida en Kwh por equipo apagado en Laboratorio de Instalaciones Industriales.	91
Tabla 4.31 Equipos Laboratorio de Instalaciones Civiles	92
Tabla 4.32 Potencia Consumida en Kwh por equipo en funcionamiento en Laboratorio de Instalaciones Civiles.	93
Tabla 4.33 Potencia Consumida en Kwh por equipo apagado en Laboratorio de Instalaciones Civiles.	94
Tabla 4.34 Equipos Laboratorio de Electromagnetismo	95
Tabla 4.35 Potencia Consumida en Kwh por equipo en funcionamiento en Laboratorio de Electromagnetismo.	96
Tabla 4.36 Potencia Consumida en Kwh por equipo apagado en Laboratorio de Electromagnetismo.	96
Tabla 4.37 Equipos Laboratorio de Circuitos Eléctricos	98

Tabla 4.38 Potencia Consumida en Kwh por equipo en funcionamiento en Laboratorio de Circuitos Eléctricos.....	98
Tabla 4.39 Potencia Consumida en Kwh por equipo apagado en Laboratorio de Circuitos Eléctricos.	99
Tabla 4.40 Potencia Total laboratorios Ingeniería Eléctrica a plena Carga.....	101
Tabla 4.41 Potencia Total Laboratorios Ingeniería Eléctrica sin Carga.	101
Tabla 4.42 Potencia Total Semanal y mensual Laboratorios Ingeniería Eléctrica con Carga.....	102
Tabla 4.43 Potencia Total Semanal y mensual consumida COLEGIO SALESIANA”DON BOSCO”.	103
Tabla 4.44 Potencia Total Semanal y Mensual con equipos conectados y sin uso	104
Tabla 4.45 Potencia Total Consumida en un mes.....	104
Tabla 4.46 Potencia de ahorro con Control de Iluminación	106
Tabla 4.47 Listado de Materiales.....	107
Tabla 4.48 Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento	108
Tabla 4.49 Inversión	108
Tabla 4.50 Calculo VAN	109
Tabla 4.51 Calculo TIR	110
Tabla 4.52 Calculo Comprobación TIR.....	111
Tabla 4.53 Calculo Periodo de Recuperación.....	111
Tabla 4.54 Análisis Costo Beneficio	112

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Horario Laboratorios UPS.....	118
Anexo 2 Horario Laboratorios ITSDB	122

RESUMEN

“ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA SCADA PARA CORTES Y RECONEXIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LOS LABORATORIOS DE INGENIERIA ELÈCTRICA”

Francisco Hernán Lema Chicaiza

ing.dpanchi_ale@hotmail.com

Fausto Daniel Panchi Martínez

ing.dpanchi_ale@hotmail.com

Universidad Politécnica Salesiana

Resumen—La Universidad Politécnica Salesiana con el fin de aportar con el ahorro de energía en nuestro país se halla en la necesidad de emprender proyectos que contribuyan directamente en optimizar el recurso energético, uno de estos proyectos trata del estudio de un sistema de red inteligente o sistema SCADA para cortes y reconexiones en los laboratorios de Ingeniería Eléctrica que permita de tal forma obtener eficiencia energética en el consumo que se tiene actualmente, para ello dicho sistema SCADA está diseñado de tal manera que tiene la capacidad de controlar de forma remota la conexión y desconexión de todos los circuitos con que consta dichos laboratorios ya sean estos circuitos de iluminación o a su vez circuitos de fuerza de modo que dichos circuitos solamente sean puestos en servicio cuando los laboratorios vayan a ser utilizados por los estudiantes o a su vez cuando la necesidad así lo amerite, también el sistema posee la capacidad de poder monitorear el consumo de energía y eventos que se generen por distintas causas de una manera rápida y a tiempo real, y de esta manera poder tener un histórico en una base de datos de todas las acciones que se produzcan en cada laboratorio cuando se encuentren en uso y tener la capacidad de tomar medidas preventivas o correctivas si fuese el caso, al poner fuera de servicio todos los circuitos evitamos que exista un consumo de energía innecesario por distintas causas como el dejar luces y equipos encendidos, etc. De tal manera dicho sistema puede ser implementado en lo posterior no solo en dichos laboratorios sino a nivel de la Universidad en general logrando con esto la optimización deseada.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el desarrollo de redes inteligentes es un aspecto muy importante en el desarrollo de un país y el cuidado del medio ambiente, tomando en cuenta que la tecnología se encuentra en constante cambio simplificando de manera significativa estructuras y mejorando procesos existentes. Tenemos que el sector energético no puede quedarse atrás en este cambio, ya que este sector es clave para asegurar el crecimiento de cualquier sociedad. Sin embargo, a pesar del auge tecnológico las redes eléctricas existentes actualmente no se encuentran suficientemente preparadas para soportar esta demanda creciente y gestionar aspectos relevantes claves como son su equilibrio y fiabilidad. También se debe tener claro que el uso de la energía utilizada debe ser eficiente y racional, y poder conservar de esta manera los recursos no renovables y reducir el impacto ambiental que estos producen, al momento de tener deficiencias en un sistema eléctrico surgen consecuencias importantes como incrementos en consumo y por ende esto se refleja en costos para el usuario.

Con una red inteligente la Universidad Politécnica Salesiana busca tener una eficiencia energética que derive en la reducción del consumo que se tiene actualmente, la flexibilidad con que cuenta el Sistema Scada diseñado es que el operador contará con una herramienta muy útil para poder controlar el buen uso que se le da a la energía específicamente en los laboratorios de Ingeniería Eléctrica, para de esta manera poder crear una base de datos que permita medir de manera constante todas las variables eléctricas que intervienen y de esta manera poder mantener un control efectivo y además poder determinar eficiencia y deficiencia con que el sistema se encuentre, y a la vez poder desarrollar guías de laboratorio que servirán de herramienta para los niveles superiores de la facultad en el manejo y diseño de redes inteligentes.

Entonces podemos mencionar que con la inclusión de las TIC (tecnologías de la informática y las comunicaciones) en el sector eléctrico, podremos mejorar la fiabilidad del sistema, su eficiencia y su gestión no solo en los laboratorios sino en todo el sistema eléctrico en general.

CAPÍTULO I

SMART GRID

La revolución que en los últimos años ha dado el sector eléctrico en general permite que podamos hablar en la actualidad de poder tener redes eléctricas denominadas con el nombre de "Smart Grid" y los elementos que la integran, ya que empiezan a cambiar radicalmente la forma de producir, distribuir y consumir la energía eléctrica. Con metas y propósitos que se encuentran dirigidos claramente a poder reducir el consumo, reducir el uso de centrales eléctricas contaminantes. La visión de incluir una red eléctrica inteligente, está asociado a los retos que tenemos cada uno de nosotros y la sociedad en general de poder tener una mayor optimización y utilización de energías renovables y así contribuir con la preocupación actual por el cambio climático y el medio ambiente.

1.1 Definición de Smart Grid

[2] Se define como Smart Grid a una red de distribución de energía eléctrica inteligente que tiene como idea u objetivo principal la de optimizar la producción y distribución de la electricidad y mejor la oferta y demanda existente en la actualidad tanto entre productores y consumidores.

Para el desarrollo de las REI (Redes Eléctricas Inteligentes), se requieren grandes inversiones, donde empresas que se encuentran involucradas al sector eléctrico e informático empiezan a interesarse por realizar investigaciones y desarrollar equipos acordes con el principio de una red eléctrica inteligente. Es decir aplicar la operatividad de una red cibernética de información en nuestra red eléctrica, en las que involucre tanto a productores, distribuidores y consumidores con el propósito de maximizar la eficiencia energética en todos los niveles.

Una parte muy importante de la REI son los "contadores o medidores inteligentes" que son los que identifican cada uno de los equipos que producen o consumen energía y que mediante el uso de las telecomunicaciones o internet envían dicha información no solamente al usuario sino también al que produce o distribuye la electricidad. Con esto se lograría que los productores de energía se encuentren en la capacidad de detener

temporalmente o arrancar equipos que no son indispensables, en función de la situación de la red y del precio de la electricidad.

Aquí el balance de la reducción de CO_2 y la protección del medio ambiente es más importante que la libertad que tiene el usuario en el uso indiscriminado de sus artefactos y poder crear una concientización al ahorro de energía en el momento de poder adoptar un sistema de red eléctrica inteligente, los mismos que sean capaces de ofrecer una facturación detallada, ya sea por franjas horarias de modo que permita a los consumidores no solo poder elegir las mejores tarifas existentes, sino también poder discernir entre las horas de consumo que se tenga, lo que deriva en un mejor uso de la red eléctrica. La estructura general de un Smart Grid se muestra en la Figura 1.1.

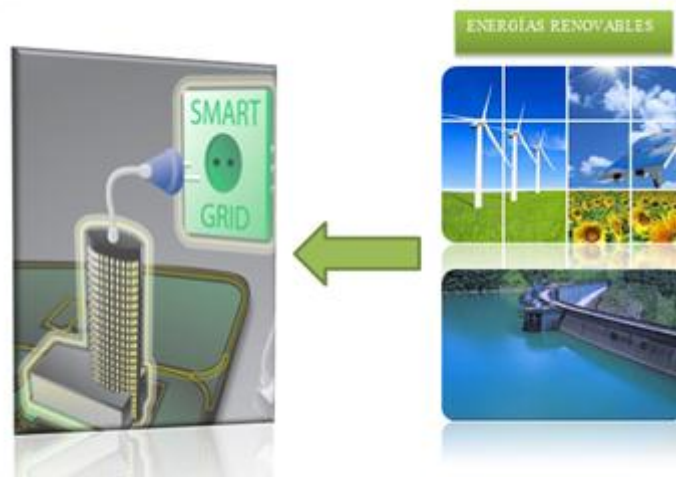


Figura 1.1 Modelo de una REI

Fuente: Los Autores

Una red eléctrica inteligente tiene como propósito sustituir el modelo consistente en un gran generador y muchos consumidores por otro en el que hay una gran cantidad de generadores y muchos consumidores que adoptan ambos roles simultáneamente.

[5] El cambio de este modelo se debe a una inmensa necesidad de poder diversificar las fuentes de energía disponibles en la actualidad, y poder tener un mayor aprovechamiento de las energías renovables para poder llegar en un futuro no muy lejano a una eficiencia real en el uso de la energía y que derive en un verdadero ahorro

energético. Eso supone una mayor eficiencia del sistema aumentando el aprovechamiento de la energía en las redes de distribución y sobre todo en las redes de baja tensión. Permitiendo a los consumidores participar en la generación de su propia energía de acuerdo a sus posibilidades y además poder tener un conocimiento claro del precio de la misma en todo momento mediante herramientas de tele medida y tele gestión.

Entonces tenemos que una red eléctrica inteligente puede tener la flexibilidad de tener dos redes a través de su interconexión en la que se tiene que los productores o generadores de energía y los consumidores se interconectan entre estas dos redes por lo que se tiene un flujo de información que permite optimizar y agilizar la toma de decisiones en los procesos de gestión de la red eléctrica.

La inclusión de las energías renovables en el panorama energético ha influenciado notablemente en la producción de la energía eléctrica, ahora los usuarios no sólo consumen sino que también pueden producir electricidad a través de la misma red. Por tanto, el flujo de energía que se desea tener con la implementación de una red eléctrica inteligente es bidireccional, es decir, que los consumidores se encuentren en la capacidad de producir energía eléctrica y no quedarse simplemente en ser consumidores como sucede en la actualidad.(Ver Figura 1.2)

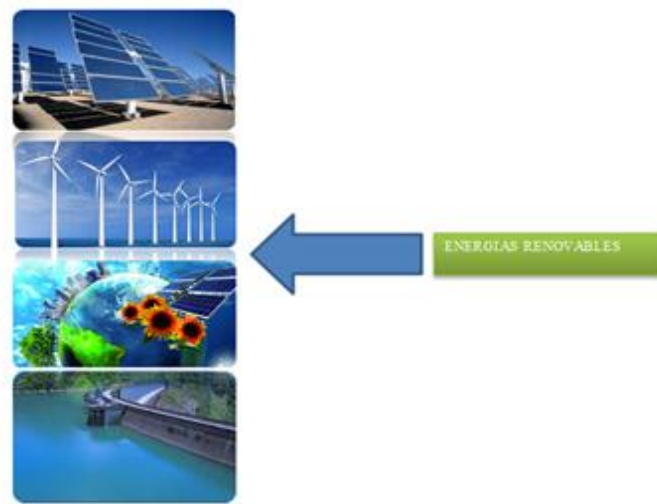


Figura 2.2 Energías Renovables
Fuente: Los Autores

1.2 Ventajas de un Smart Grid

[6] Tenemos que dentro del análisis del estudio y posterior implementación de un sistema de red inteligente se tiene que tomar en cuenta criterios básicos que justifiquen su implementación, dicho análisis se lo debe realizar entre los diferentes organismos involucrados.

1.2.1 Empresas Eléctricas de Distribución

[10] Los aspectos a tomar en cuenta por las empresas de distribución son las siguientes:

- Se conocería el estado en el que se encuentra nuestra red de distribución a tiempo real, lo cual sería de mucha utilidad porque permitiría realizar operaciones en un menor tiempo posible.
- Se puede tener un monitoreo claro del momento y lugar en el que se produce un corte de energía.
- Las empresas eléctricas de distribución pueden monitorear el consumo de energía mediante el uso de contadores inteligentes.
- Se puede tener un registro inmediato en el momento en que se produce un corte del servicio así como reclamos de clientes insatisfechos, y de esta manera poder brindar un servicio de calidad.
- Se tendría un control del despacho de energía en las horas picos ya que en este lapso de tiempo su generación tiene un valor mucho más alto que lo normal.
- Mediante este sistema se puede obtener la información del consumo por cliente sin necesidad de que personal de la empresa distribuidora tenga que hacerlo personalmente como sucede en la actualidad.
- Con el sistema de red inteligente se desea descentralizar la generación de energía que permita incorporar al sistema nuevas formas de generación además de la hidroeléctrica como es la eólica, solar, entre otras.

1.2.2 Clientes

Entre los principales aspectos mencionaremos a los siguientes:

- El usuario tendrá la posibilidad de tener acceso directo a la información del consumo y el período de manera que le permita organizarse tanto en el pago como en el consumo de la energía.
- El usuario creará conciencia sobre el ahorro de energía debido a que puede monitorear diariamente su consumo y por ende el costo que va a tener que cancelar en su planilla.
- Como el sistema es bidireccional permitirá que los usuarios que tengan posibilidad de generar energía eléctrica puedan inyectar dicha energía al sistema nacional interconectado.

1.2.3 Medio Ambiente

- En el aspecto ambiental se podría prescindir de la generación térmica y de esta manera poder reducir la emisión de CO^2 producida por las mismas.

1.3 Sistema Scada

[1] Un Sistema Scada en la actualidad es de mucha importancia en los distintos procesos que se tiene tanto a nivel industrial, comercial, etc., ya que se puede tener un control de los procesos que se encuentran realizando.

1.3.1 Significado

Los sistemas SCADA tratan de aplicaciones de software, que son diseñadas con la finalidad de tener la capacidad de controlar y supervisar procesos a distancia o de forma remota a tiempo real. La base principal de este software es la adquisición de datos de los procesos remotos que estos se encuentran controlando.

Se tiene entonces que un sistema SCADA es una aplicación de software que se encuentra diseñada para funcionar sobre ordenadores de campo en un control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo y controlando

el proceso de forma automática y a distancia, desde la pantalla del ordenador al que se encuentre conectado. Además, provee de toda la información que se genera dentro del proceso productivo a los distintos entes que se encuentren involucrados en el proceso de producción entre los que podemos mencionar: control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc. Mediante la adquisición de datos, dicho sistema opera con señales codificadas sobre canales de comunicación que pueden ser mediante la utilización de Fibra óptica. El sistema SCADA dispone de un módulo de adquisición de datos que recolecta la información sobre el estado de los equipos que se encuentran conectados al mismo y los muestra por medio de pantallas gráficas, las cuales están provistas de funciones de registro. Este equipamiento es de muchísima utilidad debido a que permite al operador del sistema controlar remotamente aquellos equipos conectados al sistema SCADA, vale la pena mencionar que un sistema SCADA tiene muchas aplicaciones que no solo es el sector industrial sino por el contrario se lo puede utilizar en los distintos campos de la vida cotidiana que va desde el control de una luminaria hasta el poder controlar una línea de producción.

Un Sistema Scada se encuentra constituido con un sistema de adquisición de datos que puede estar a cargo de un PLC (Controlador Lógico Programable) el mismo que encargará de la recepción y posterior envío de las señales hacia las estaciones remotas mediante el uso de un protocolo de comunicación que se encuentre diseñado o creado para que pueda ejecutar dicha acción. Las tareas de supervisión y control la mayoría de las veces se encuentran relacionadas con el software SCADA, y el objetivo principal es que el operador pueda visualizar en la pantalla del computador cada una de las estaciones remotas que conforman el sistema, los estados actuales en que se encuentran los distintos componentes del sistema, poder visualizar las situaciones de alarma y tomar acciones sobre algún equipo lejano, la comunicación se realiza mediante buses especiales o redes LAN.

1.3.2 Términos asociados a un Sistema Scada

[4] Sistema Scada involucra muchos puntos a tener en cuenta para el correcto funcionamiento del mismo entre los que mencionaremos a los siguientes:

- **Sistema.-** Sistema en un conjunto de elementos o acontecimientos que son interdependientes entre si, en otras palabras se dice que sistema es el grupo de elementos compuestos que interactúan entre ellos para poder realizar una acción.
- **Control.-** La palabra control generalmente se usa para designar regulación, dirección o comando entre los distintos componentes involucrados en el sistema de manera que se pueda realizar una acción directa para poder cumplir un objetivo específico sobre los mismos. Un sistema de control trata generalmente de un ordenamiento de componentes físicos conectados de tal manera que los mismos sean capaces de comandar, dirigir o regularse a sí mismo o a la vez otro sistema. En términos generales es posible que se pueda considerar a cada uno de los objetos físicos como un sistema de control ya que cada cosa o acción que se realiza altera su medio ambiente de alguna manera y esta puede ser positiva o negativa dependiendo de dicha acción que haya realizado. Tenemos entonces que los sistemas de control se clasifican en sistemas de lazo abierto y lazo cerrado.
- **Control de Lazo Abierto.-** Se denominan sistemas de lazo abierto a los sistemas en los cuales la salida que se tiene al final de una acción o proceso no afecta la acción de control, y este tipo de lazos son generalmente sistemas temporizados. En otras palabras, en un sistema de control en lazo abierto no tiene medición a la salida. Un ejemplo claro es una lavadora. En las acciones de remojo, lavado y enjuague que ejecuta la lavadora operan con una base de tiempo. La máquina no mide la señal de salida, que es la limpieza de la ropa sino el tiempo que se encuentra programada para realizar cada acción. En todos los sistemas de control en lazo abierto, la salida no se compara con la señal de entrada. Por tanto, a cada señal de entrada le corresponde una condición operativa fija; como resultado, la precisión del sistema depende de la calibración que mantenga. Ante la presencia de perturbaciones, un sistema de control en lazo abierto no realiza la tarea deseada.
- **Control de Lazo Cerrado.-** Se denominan de lazo cerrado ya que en estos sistemas la acción de control se encuentra en función directa de la señal de salida. Estos sistemas de circuito cerrado usan la retroalimentación desde un resultado final para poder ajustar la acción de control que se desee realizar, en este tipo de lazo de control es imprescindible cuando se tiene un proceso que nos

es posible que el hombre pueda regular de forma directa, esto se tiene cuando existen procesos de producción a gran escala.(Ver Figura 1.3)

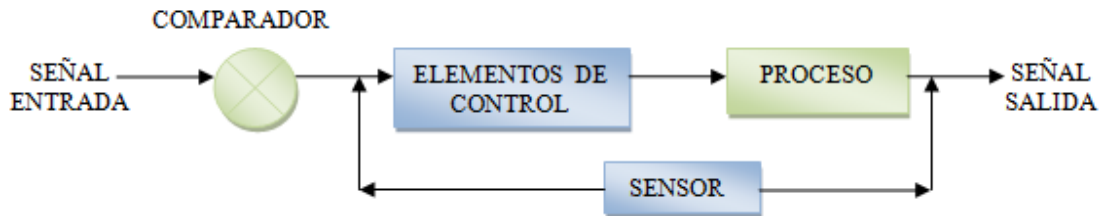


Figura 3.3 Control Lazo Cerrado
Fuente: Los Autores

La diferencia radica principalmente en la acción que es la que determina la acción de control, que es la que activa al sistema para producir la acción en los distintos elementos que se encuentran formando parte del mismo. Se puede tener tres tipos de control que pueden ser manual, automático y semiautomática, dependiendo de la necesidad del proceso se la utiliza.

1.3.3 Sistema de Adquisición de Datos

Un sistema de adquisición de datos se lo puede considerar de esta manera a cualquier sistema que permita capturar, medir o leer datos, almacenarlos, procesarlos y exhibirlos en alguna forma o algún medio diseñado.

[5] Entre los principales componentes que forman parte de un sistema de adquisición de datos podemos mencionar a los siguientes:

- Transductores que transforman las variables físicas a medir en señales eléctricas.
- Canales analógicos para la recepción de las señales de los transductores.
- Un convertidor A/D para digitalizar las señales analógicas.
- Canales digitales de entrada.
- Canales digitales de salida.
- Canales analógicos de salida.
- Contadores/Temporizadores.

- Un circuito de control para manejar las partes anteriores.
- Una interface para computadora.
- Un software para que el usuario interaccione con el sistema.

1.3.4 Tipos de Señales

[23] Mencionaremos dos tipos de señales que son las señales analógicas y digitales.

- **Señal Analógica.-** Se define que una señal analógica es un tipo de señal que es producida por un fenómeno electromagnético y que se la puede representar por una función matemática continua en las variables amplitud y periodo, se encuentran en función del tiempo.

Las magnitudes físicas más comunes portadoras de una señal de este tipo son magnitudes eléctricas como son la intensidad, la tensión y la potencia, pero también pueden ser magnitudes hidráulicas como la presión, térmicas como la temperatura, mecánicas, etc.

En general se tiene que las señales análogas se encuentran en muchos lugares, por ejemplo, tenemos que la naturaleza posee un conjunto de estas señales en la luz, la energía, el sonido, etc., estas son señales que varían constantemente. Un ejemplo que es muy cotidiano es cuando el arco iris se descompone lentamente y en forma continua.

- **Señal digital.-** Trata de un tipo de señal que es producida por un fenómeno electromagnético pero a diferencia de la señal analógica este tipo de señales solo pueden tomar dos estados que son cero o uno y es discreta en el tiempo. Por ejemplo tenemos, el interruptor de la luz común y corriente sólo puede tomar dos valores: abierto o cerrado, o la misma lámpara: puede estar encendida o apagada pero nunca puede estar los dos estados a la vez.

1.3.5 Acciones de un Sistema Scada

- Un sistema Scada se encuentra en la capacidad de poder realizar la supervisión remota sobre equipos e instalaciones que se encuentren

formando parte del sistema, de modo que el operador pueda conocer el estado actual de cada una de las mismas y pueda tener un mejor control sobre todos los eventos que se produzca.

- Brinda la flexibilidad y capacidad de poder realizar una acción sea esta de activar o desactivar un equipo.
- Puede tener una acción directa sobre todos los equipos que se encuentren conectados con el sistema de forma remota, como ejemplo podemos citar el encendido de motores, calibración de válvulas, el encendido y apagado de luces, etc.
- Tiene la posibilidad de poder adquirir datos de forma continua, dicha información es procesada, analizada y comparada con datos anteriores que hayan ingresado al sistema.
- El sistema muestra una forma amigable para el operador, como es el sistema gráfico que brinda imágenes en movimiento que representa el comportamiento real del proceso que se encuentra monitoreando, dándole al operador las herramientas necesarias para un mejor control sobre el proceso.
- Se puede tener la capacidad de generar informes con datos estadísticos del funcionamiento del sistema, históricos de producción, etc.
- Se tiene la flexibilidad de que el sistema tenga señales de alarma que en caso de falla realiza una acción determinada como parar la producción dependiendo el caso, el encendido o apagado de motores, etc. y que permita al operador actuar en presencia de una falla o condición perjudicial, estas alarmas pueden ser visuales y sonoras dependiendo de la necesidad o de la ubicación que tenga.

1.3.6 Partes de un Sistema Scada

[13], [15] Se tiene que en términos generales un sistema Scada se encuentra conformado por dos componentes que son Hardware y Software:

- **Hardware.-** Un sistema SCADA necesita ciertos componentes de hardware en su sistema para poder receptar y procesar la información captada y entre estos componentes tenemos:

- **Unidad Central (MTU).**- El significado de un MTU es Unidad Maestra. La MTU no es más que el computador principal del sistema, y las funciones que cumple es supervisar y recoger la información del resto de las subestaciones mediante una interfaz hombre – máquina, la programación se realiza por medio de bloques de programa que se encuentran diseñados en varios lenguajes como Basic, entre otras.
- **Unidad remota (RTU):** Una RTU es un dispositivo instalado en una localidad remota del sistema que nos encontremos controlando, este es el encargado de recopilar datos para en lo posterior ser transmitidos hacia la MTU. Esta unidad está provista de medios de entrada para detección o medición de las variables de un proceso y de medios de salida para control o activación de alarmas y un puerto de comunicaciones.
- **Protocolo de comunicación.**- Los protocolos de comunicaciones definen las políticas que posibilitan que se establezca una comunicación entre varios equipos. El protocolo de comunicación es el encargado de realizar el enlace entre los diferentes equipos que forman parte del sistema. Se dice que el protocolo de comunicación permite el flujo de información entre computadoras o equipos, por ejemplo, dos computadores que forman parte de una misma red pero con protocolos de comunicación diferentes no podrían comunicarse ya que las dos computadoras deben estar operando bajo un mismo protocolo de comunicación, existiendo una gran variedad de redes de comunicación en la actualidad como pueden ser: Ethernet, Profibus, Modbus, etc.
- **Ordenadores y Dispositivos de Campo.**- Los ordenadores y dispositivos de campo son aquellos elementos que se encargan de transmitir el desarrollo de todos los eventos que se encuentran ejecutándose en el proceso hacia el sistema inteligente. Estos elementos de campo pueden ser: controladores autónomos, autómatas programables, sensores, etc. Y tienen la capacidad de ejecutar distintas actividades tales como la de protección, control y medición.(Ver Figura 1.4)

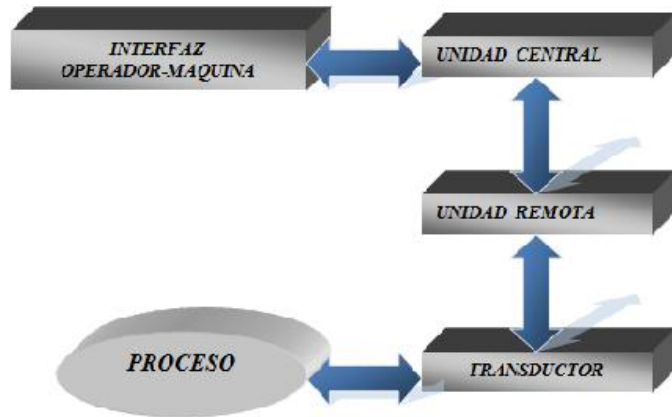


Figura 4.4 Partes de un Sistema Scada
Fuente: Los Autores

1.4 Telemetría

[1] La telemetría trata de una tecnología que brinda la opción de realizar la medición remota de magnitudes físicas y el envío de la información recopilada hacia el operador del sistema.

1.4.1 Significado

El término telemetría proviene de las palabras griegas que son: tele ("lejos") y metrón ("medida").

El envío de información hacia el centro de control del sistema se realiza mediante comunicación inalámbrica por lo general, aunque también se puede realizar por otros medios como pueden ser: teléfono, redes de ordenadores, enlace de fibra óptica, etc.

1.4.2 Telecomando

[2] Trata del uso remoto de dispositivos actuadores que responden ante las ordenes enviadas por la central de control con el fin de poder realizar procesos como es el de poder encender y apagar interruptores, abrir y cerrar una válvula, aumentar o disminuir cantidad de fluidos ,etc.

El sistema funciona bajo el concepto de un primer dispositivo que se le denomina Maestro, quién es el que comanda todo el sistema, este se encuentra ubicado como Centro de Control, y otros dispositivos que toman el nombre de esclavos que son los encargados de recibir y enviar toda la información, los esclavos no pueden ser uno solo sino los que el sistema requiera, entonces el centro de control es el que recibe, procesa y ejecuta toda la información. Entonces en un Smart Grid nos estamos refiriendo a un medidor inteligente.

1.4.3 Medidor Inteligente

El medidor inteligente se refiere a los medidores eléctricos que mantienen estadísticas detalladas sobre el uso, pero que también puede ser utilizado como medidor de gas o agua si el caso lo requiere, y así realizar el mismo trabajo.

Además, una gran cantidad de medidores inteligentes se encuentran en la capacidad de realizar tele medida, en el que su función principal es la de interconectarse de forma remota con el operador del sistema. Varios países se encuentran ya utilizando la tecnología de medición inteligente para el pago de sus servicios públicos.

El número de funciones disponibles con un medidor inteligente puede variar mucho. La disponibilidad de funciones de telemetría significa que un lector de medidor no tiene que recoger manualmente el dato, sino que con la ubicación y metros proporcionan información instantánea de los cortes de energía y otros temas, lo que permite tener la flexibilidad de dar una respuesta más rápida. Un aspecto importante también es que puede utilizar una red de energía de los medidores inteligentes para controlar y poder equilibrar las necesidades de energía durante los períodos de máxima demanda.

Para los clientes, la tele medida ofrece un desglose detallado de la energía que consume, lo que les permite ver los patrones de uso de energía. Con esta información, las personas pueden mantener un control sobre su consumo de energía para ahorrar dinero y reducir la demanda general de energía.

1.5 Tele gestión

[10] La Tele gestión es la gestión realizada a distancia con medios técnicos sin la necesidad de la presencia de una cuadrilla de lectura.

1.5.1 Descripción

Se denomina sistema de Tele gestión, a un sistema de medida y comunicación bidireccional que existe entre los contadores y suministradores eléctricos que tomando en cuenta las máximas garantías de integridad y seguridad, permite el acceso remoto a los contadores de energía eléctrica instalados en nuestros hogares, con la facilidad de poder obtener el dato de lectura, gestión de la energía, control de la potencia que sea demandada y contratada, gestión de la conexión y desconexión de suministros, localización de mecanismos antifraude, así como también posibilitando el intercambio de información y actuaciones entre los sistemas de las empresas distribuidoras eléctricas y contadores. Entonces se dice que la tele gestión ofrece a consumidores, comercializadores, distribuidores, generadores y al regulador una variedad de servicios y herramientas para poder tener un óptimo uso de la red. Las tecnologías de tele gestión incluyen diferentes componentes técnicos que pueden variar de acuerdo con las condiciones de mercado y marco regulatorio.

1.5.2 Revisión Histórica del proceso de Lectura

El proceso de lectura ha sufrido varias modificaciones a lo largo de la historia. Podemos distinguir entre lectura tradicional, móvil y lectura automática.

- **Lectura Tradicional.**- Se la realiza mediante un lector contratado por la empresa distribuidora que tiene marcado una ruta para recopilar las lecturas en un formulario ya designado anteriormente para posteriormente enviarlo y poder generar las facturas correspondientes al periodo considerado.
- **Lectoras Móviles.**- Una mejora a este tipo de lecturas es que el lector recoja las lecturas en un equipo de mano, que luego volcará en el sistema de medición y facturación.
- **Lectura Automática.**-Trata de la lectura que un medidor inteligente lo haría sin la necesidad de tener una cuadrilla de lectura ni de equipos móviles.

1.5.3 Objetivo de la Tele gestión

En el objetivo de realizar tele gestión se encuentran involucrados tres sectores importantes como son:

- **Administración.**-Desde el punto de vista del administrativo es necesario disponer de una herramienta que permita conocer las prácticas de consumo de energía eléctrica por parte de los consumidores y que proceda en información útil para evitar consumos innecesarios, además de obtener beneficios en el aspecto del medio ambiente por medio de la optimización de los recursos naturales y disminuyendo emisiones atmosféricas.
- **Empresas Eléctricas.**-Las empresas eléctricas reconoce el beneficio de la agilidad en la gestión que tienen con sus clientes al instante de que se produzca un evento anormal.
- **Consumidores.**-El consumidor mira como aspecto importante el beneficio y la seguridad de una facturación mensual y a tiempo, que se encuentren basada en lecturas reales, evitando así estimaciones innecesarias.

1.5.4 Ventajas y Desventajas de los Tipos de Lecturas

La lectura manual tiene varias desventajas entre las que podemos destacar:

- Altos costes operacionales, por la gran cantidad de personal que se necesita contratar.
- El cliente debe permitir el acceso al equipo de medida.
- Los errores al instante de la toma de lectura por parte del lector.
- Un cambio a este proceso de lectura convencional es la lectura móvil, en este tipo de lectura los datos son recogidos en un dispositivo móvil y que posteriormente son descargados en el sistema de facturación. En este caso, el lector no suele tener una ruta de lectura definida como la lectura tradicional. En este tipo de lectura existe una importante reducción de costos operacionales y es muy rentable en zonas en las que la densidad de población es menor.
- En la lectura automática no es necesaria la presencia del cliente para la realización de las lecturas.

- Minimización de los errores humanos y mejora de la precisión de las lecturas es otra ventaja de la lectura automática.
- La lectura automática brinda la posibilidad de usar los datos para otros servicios, además de la facturación

1.5.5 Ventajas de la Tele gestión

Ente las ventajas principales mencionamos que:

- Eliminan los inconvenientes que se generaban para poder tener acceso directo a los contadores.
- Se puede tener un registro actualizado de potencia consumida en tiempo real.
- La toma de datos de cada contador se lo realiza de forma automática y en tiempo real.
- Se minimiza la cantidad de errores cometidos, que generalmente se producía por el personal de toma de lectura.
- Se tiene la ventaja de tener un monitoreo de la red y prevención del fraude.
- Se nota claramente la reducción de costos en mantenimiento correctivo.
- Se tiene la vialidad de poder tener un mantenimiento preventivo de todo el sistema.
- Se tiene la capacidad de reducir la contaminación lumínica y energética.
- La Eficiencia Energética se puede implementar en todos los sectores tales como edificios residenciales, comerciales, plantas industriales e infraestructuras. (Ver Figura 1.5).

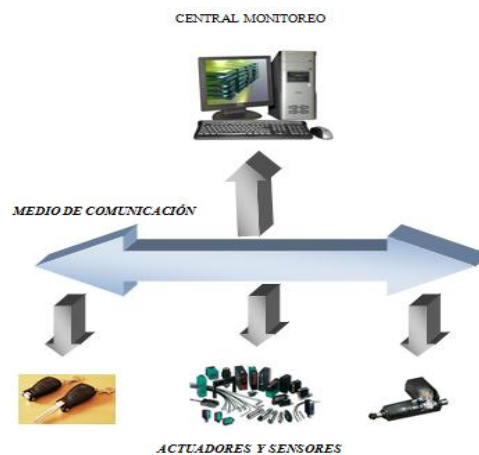


Figura 5.5 Modelo de tele gestión y telemetría
Fuente: Los Autores

CAPÍTULO II

TOPOLOGIA DE PROTECCIONES

La topología de protecciones está relacionada con la forma y distribución de los diferentes componentes que se encuentran formando parte de la red eléctrica, así como también la protección que tiene cada una de ellas y la función que se encuentran cumpliendo, tomando en cuenta los diferentes parámetros eléctricos que intervienen como son el voltaje, la corriente y la potencia que son los parámetros eléctricos a ser medidos para poder tener o encontrarnos en la capacidad de tener un histórico de consumo de energía desde los diferentes puntos a ser monitoreados y de esta manera poder determinar la demanda máxima y la demanda mínima que se tiene en nuestro sistema y poder estar en la capacidad tomar medidas correctivas si fuese el caso para poder reducir el consumo de energía.

2.1 Parámetros Eléctricos

[3] La vida cotidiana del hombre hace muchos años que dejó de ser independiente de un pequeño proceso natural aparentemente pero es de una gran importancia en el desarrollo cotidiano de cada cosa que se desarrolle y estamos hablando de la energía eléctrica que es de mucha importancia que se realice un estudio del mismo.

Al momento de realizar el análisis de la calidad de la energía suministrada se debe realizar la medición y posterior registro de todos los componentes eléctricos y tomar en cuenta el cambio al que se encuentran sometidos por un periodo de tiempo determinado para que en lo posterior realizar un análisis en busca de posibles alteraciones de los límites de aceptación, y poder tener una prevención de futuras fallas.

2.1.1 Corriente

La corriente o intensidad eléctrica no es más que el flujo de carga por unidad de tiempo que recorre un material. Se debe al movimiento de los electrones en el interior del mismo. La unidad que se denomina es el amperio y se la representa como “A”. Una corriente eléctrica, puesto que se trata de un movimiento de cargas, produce un campo magnético, que es un fenómeno que puede aprovecharse en una aplicación muy conocida como es un el electroimán. En términos generales tenemos que la corriente

eléctrica es el movimiento o flujo organizado de electrones que circulan a través de un cuerpo conductor.

La intensidad de corriente eléctrica se define como la cantidad de electrones que se desplazan a través de un cuerpo conductor, en el tiempo de un segundo y se lo designa con la letra "I".

La fórmula para poder calcular la I es la siguiente;

$$I = .Q / T \quad (1)$$

Dónde:

Q=Cargas Eléctricas

T= Tiempo en segundos

Y según la ley de Ohm se tiene que la I es igual a:

$$I = .V / R \quad (2)$$

Dónde:

V=Voltaje

R= Resistencia

2.1.2 Voltaje

Se tiene que el voltaje es la magnitud física que en un circuito eléctrico realiza para el impulso de los electrones a lo largo de un conductor. En otras palabras al voltaje se le denomina también como la cantidad de voltios que actúan en un aparato o en un sistema eléctrico. Al voltaje, también se le conoce con el nombre de tensión o diferencia de potencial, y se la denomina como presión que ejerce una fuente de suministro de energía eléctrica sobre las cargas eléctricas o electrones en un circuito eléctrico. De tal forma, se logra tener un el flujo de corriente a través de un conductor. La diferencia de potencial se mide en voltios (V).

Se determina

$$V = I * R \quad (3)$$

Dónde:

I=Intensidad de Corriente

R= Resistencia

2.1.3 Potencia Eléctrica

Se la denomina como la cantidad de energía eléctrica que se transporta o que se consume en una unidad de tiempo cuando una corriente eléctrica fluye a través de un conductor en cualquier circuito, puede transferir energía al hacer un trabajo mecánico o termodinámico dependiendo el caso. Los equipos convierten la energía eléctrica de muchas maneras útiles, como calor, luz, movimiento etc. La generación de la electricidad se la realiza de forma mecánica, química.

2.2 Mediciones de Parámetros Eléctricos.

[7], [13] Los principales parámetros que se deben medir son los siguientes:

- El voltaje existente entre fases y el voltaje entre fase y neutro.
- La corriente por fase existente.
- La potencia activa que existe por fase y global trifásica.
- La potencia aparente que existe por fase y global trifásica.
- La potencia reactiva que existe por fase y global trifásica.
- El Factor de Potencia entre fase y global trifásico.

Dichas mediciones deben ser realizadas durante períodos de tiempo lo suficientemente grandes que permita tener una idea más clara del comportamiento de los distintos parámetros eléctricos de la instalación que nos encontramos analizando. Tanto la potencia activa, aparente y reactiva son tomadas en valores instantáneas, promedio y el máximo que llegaran a alcanzar durante el período de medición. Es posible generar gráficas que muestren los valores en el tiempo de cada uno de los componentes eléctricos a lo largo del período de medición. Estas mediciones pueden ser efectuadas en diversos puntos de la instalación, con el fin de tener una caracterización más amplia de la operación de la red o instalación eléctrica bajo análisis y poder de esta manera tener una idea clara del comportamiento de nuestra red eléctrica

2.3 Protecciones

[13], [21] El cien por ciento de una instalación eléctrica tiene que estar equipada de una serie de protecciones que la hagan segura, tomando en cuenta a todos los diferentes elementos que la conforman como son: los conductores, los aparatos a ellos conectados y el aspecto más importante proteger a las personas que han de trabajar con ella, es decir una instalación debe contar con todas las medidas de seguridad para salvaguardar su integridad tanto de dicha instalación como la seguridad de la persona que la manipula.

2.3.1 Tipos de Protecciones

En una instalación eléctrica existen muchos tipos de protecciones que forman parte de una instalación eléctrica realmente segura ante cualquier acción de falla, pero en las más importantes mencionaremos a tres que deben usarse en todo tipo de instalación ya sea esta de alumbrado, domesticas, de fuerza, redes de distribución, circuitos auxiliares, etc., sea está de baja o alta tensión. Estas protecciones eléctricas las mencionamos a continuación: protección contra cortocircuitos, contra sobrecargas.

- **Protección contra Cortocircuitos.**-Las protecciones contra cortocircuitos se los denomina como fusibles o cortacircuitos, que no son más que una sección de hilo más fino que los conductores normales y se encuentran ubicados en la entrada del circuito que se desea proteger, para que en el instante de que se produzca una elevación de la corriente este filamento se funda y corte el paso de corriente hacia el circuito que nos encontramos protegiendo.

[23] Recordemos que un cortocircuito se produce de una conexión anormal entre dos nodos de un circuito eléctrico que se encuentran a diferentes niveles de voltajes. Como resultado de esto tenemos un exceso de corriente eléctrica o sobrecorriente limitado solamente por la resistencia equivalente Thvenin del resto de la red y que causa daños en los circuitos, como pueden ser sobrecalentamiento, fuego o explosión. Para ese tipo de fallas existen las protecciones definidas anteriormente. Una de las fallas más comunes que se puede observar es cuando se une la fase con el neutro o cuando se une los terminales positivo y negativo de una batería. (Ver Figura 2.1).



Figura 6.1 Modelo de Fusibles
Fuente: Los Autores

- **Protección contra Sobrecargas.**-Los dispositivos de protección contra sobrecarga son conocidos como **PIA** (Pequeño Interruptor Automático), son utilizados para la protección de los circuitos eléctricos contra cortocircuitos y sobrecargas, y estos generalmente sustituyen a los fusibles, ya que tienen la ventaja de que cuando se produzca un evento anormal no hay la necesidad de reponerlos sino simplemente con volverlos a poner en marcha y se restituye el funcionamiento del sistema, lo que no sucede con los fusibles que necesariamente hay que sustituirlos para poder reactivar el sistema; cuando dicha protección se desconecta debido a una sobrecarga o un cortocircuito, se rearmen de nuevo y siguen funcionando.

Según el número de polos que tengan se clasifican en varios tipos que son: unipolares, bipolares, tripolares y tetrapolares. Y se los utiliza según la necesidad y el requerimiento de nuestro circuito.

2.4 Consumo de Energía

[11] La energía es un factor muy importante para el desarrollo y crecimiento de una sociedad, que derivan en la competitividad de las empresas y el empleo generado en nuestro país. Podemos decir que el principal objetivo es la reducción del índice de consumo en Kwh en todos los consumidores en general que se representa no solo en

costo beneficio para el consumidor sino que también se represente en un beneficio para la empresa distribuidora y generadora.

Se denomina como consumo de energía eléctrica a la forma de energía que se produce de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que puede establecer una corriente eléctrica entre ambos puntos cuando se los pone en contacto por medio de un conductor eléctrico. La energía eléctrica puede transformarse en muchísimas otras formas de energía, como las que podemos mencionar energía luminosa o luz, la energía mecánica, energía térmica, etc.

Se dice que cuando se implementa un programa de ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica debe ser negocio para las tres partes involucradas en este sistema que son: usuario, consumidor y empresa eléctrica. En lo que respecta al usuario, su toma de decisión es muy simple y la pregunta más frecuente es si me resulta más barato o más caro mi consumo de energía y en que horario me conviene consumir más o menos energía. Desafortunadamente, en muchos de los casos se quiere un tiempo de retorno muy corto o no se cuenta con el dinero necesario para la inversión inicial para poder realizar cambios de equipos o aparatos. Por ejemplo, un foco incandescente cuesta varias veces menos que una lámpara de tubo fluorescente, pero si se hace el cálculo en el tiempo de vida útil y la reducción en consumo de la lámpara de tubo fluorescente, podemos concluir que ésta es más rentable.

2.4.1 Factura de consumo de Energía

Cuando la empresa distribuidora nos envía la factura de consumo, seguramente que la mayoría de los consumidores lo único claro que tienen es el valor a pagar que se tiene especificado en la factura así como también la fecha de vencimiento pero no se tiene claro que aspectos importantes se están tomando al momento de realizar la facturación. Lo primero que tenemos que dejar en claro es que de acuerdo al contrato que se haya realizado con la empresa distribuidora, existen varias alternativas de tarifa, la cual aparece en alguna parte de la factura. Y para poder determinar el valor a factura se toma distintos parámetros que influyen al momento de la misma entre las que mencionaremos:

- **Energía.**-Al momento de realizar la facturación por parte de la empresa distribuidora se realiza el cobro de todas las tarifas de la energía consumida por parte del consumidor. Para tal efecto, la instalación del suministro contará con un medidor o contador de energía que llevará en forma acumulada un valor numérico conforme a los Kilowatts Hora consumidos (Kwh) por la residencia, local comercial, etc. De esta forma, cuando haya que facturar, se anota el valor del contador (Lectura Actual) y se anota también en la factura el valor de la Lectura Anterior, dicha lectura actualmente se encuentra realizada por una cuadrilla de lectura. La diferencia entre ambos valores multiplicada por la constante del medidor arroja el consumo en Kwh. La factura también indica el período de lectura indicando las fechas desde y hasta que fecha se encuentra realizando la facturación.

Entonces tenemos que el valor en dinero de la energía será el consumo y este multiplicado por el valor del Kwh de la tarifa correspondiente que haya fijado la empresa distribuidora.

Se debe tener claro que la empresa distribuidora le cobran el valor de su factura en Kilowatts hora (Kwh). Para entender qué significa este concepto, partamos por definir el watt, y entonces tenemos que watt es la unidad de potencia que se usa en electricidad. Si juntamos mil de estas unidades, tendremos un kilowatt. En mecánica, se usa también esta unidad de potencia pero se la denomina "Caballo de Fuerza" o lo que en inglés significa Horse Power o Hp, entonces tenemos que 746 watts es equivalente a un Hp, de forma que un Hp es equivalente a 0,75 Kw.

La potencia eléctrica es igual al voltaje por la corriente y por el ángulo de desfase entre el valor del voltaje y la corriente, en caso de redes trifásicas se tiene que la potencia es similar pero multiplicado por $\sqrt{3}$. Cuando se trata de corriente alterna en circuitos que contengan reactancias, existe un ángulo o desfase entre valor de la corriente y el valor del voltaje. Si hablamos de corriente continua o de circuitos sin cargas reactivas, el ángulo de desfase es cero. La energía es la potencia integrada en el tiempo, si la potencia está en Kilowatts y el tiempo en horas, tendremos entonces que la energía consumida se la mide en Kilowatts horas.

- **Potencia.-** Cuando nos encontramos explicando el concepto de Energía, apareció la Potencia. Se tiene que todas las tarifas de la energía se cobran por potencia. En realidad, se realiza el cobro por la mayor potencia consumida en el período, usualmente dentro de un mes. Este valor está expresado en kilowatts (Kw). En este instante nace el concepto de demanda máxima leída, que no es más que la potencia en Kilowatts máxima que existió en el período de un mes de consumo. Para su medición, se mide la energía en Kwh durante un período de sincronismo de 15 minutos y, así, cada 15 minutos calcula la Demanda como la Energía de ese período dividida por 0,25 horas (15 min) y va dejando registrado su valor máximo de consumo que se tiene. En el cobro no se muestra lo correspondiente a la demanda máxima leída, sino que a la demanda máxima facturada, que no siempre son iguales. Según la tarifa, la demanda máxima facturada es el mayor valor entre la medida y una fórmula que contiene las demandas máximas pasadas y dicho valor tienen las empresas distribuidoras en su base de datos respectivo.
- **Factor de Potencia.-** Tenemos que además de los cargos fijos, arriendo de medidores, intereses, ajuste sencillo, compensaciones por interrupción de suministro y otros ítems de cobros, pueden aparecer en ocasiones cargos por tener un factor de potencia que no se encuentre acorde a lo requerido por la empresa distribuidora y que genera pérdidas. Al igual que en el cálculo de la medición de la energía (Kwh), existe otro medidor que mide la energía reactiva (Kvarh), de modo que tenemos dos valores de energía para el período que se encuentre realizando la medición y entonces se tiene que por un lado a la energía activa y, por otro lado, la energía reactiva. Sumando fasorialmente la potencia activa (P) y reactiva (Q), se obtiene la potencia aparente (S), Entonces tenemos que el factor de potencia recomendado es de 0.93, si dicho el factor de potencia es inferior a este valor, se agregará un cobro por mal factor de potencia, que será mayor mientras más pequeño sea. Existen diversos métodos para lograr que la instalación no tenga mal factor de potencia y evitar este gasto como puede ser la instalación de un banco de capacitores. Teniendo claro los conceptos anteriores, el consumidor, seguramente ya estará pensando en dónde disminuir sus costos y poder tener un mejor uso de la energía que se consume el día a día.

En otro aspecto poder determinar el valor que se le va a facturar al consumidor por cada Kw/h se deben de tomar distintos aspectos tales como, el costo de generación, el costo medio de transmisión y el VAD que son tomados como referencia por el CONELEC, pues según la Ley de Régimen del Sector Eléctrico (LRSE) que se tiene en el país en Octubre de cada año la entidad reguladora fija las tarifas eléctricas, en base a estudios que presentan las distintas entidades que se encuentran involucradas tales como:

- **Cenace.-** Tenemos que el Centro Nacional de Energía, se crea como una Corporación Civil de derecho privado, dicha corporación sin fines de lucro, cuyos miembros incluyen a todas las empresas tanto de generación, transmisión, distribución y por último los grandes consumidores, entonces esta entidad es la encargada de fijar el precio referencial de generación en los cuales se considera precios de combustibles utilizados en plantas generadoras térmicas, crecimiento de mercado y proyectos de generación, se tiene que el valor actual es 0.000581 centavos de dólar por Kwh. para el período 2002– 2006. Los Precios Referenciales de Generación tuvieron una reducción desde 0.0004633 a 0.0004166 ctvs. USD / Kwh.
- **Transelectric.-** Empresa Nacional de Transmisión es la encargada de fijar el precio para la transmisión que actualmente es 0,0070712 ctvs. USD / Kwh.
- **Empresas Distribuidoras.-** Las Empresas Distribuidoras son las encargadas de determinan el Valor Agregado de Distribución (VAD), en este valor se encuentran que incluye pérdidas, costo de inversión, costos de operación, costos de mantenimiento. El VAD varía de acuerdo a cada empresa de distribución, actualmente el valor que fijaron las distribuidoras es: 0.000381 ctvs. USD / Kwh.

Por tanto, el precio medio nacional resultante de las ventas a usuarios regulados, es 8,69 ctvs. USD / Kwh. La tarifa media nacional se ha reducido en USD 0.47 ctvs.

2.4.2 Pérdidas en el Consumo de Energía

Como sabemos que el costo de la energía que se entrega a los sectores productivos y sociales reclama fundamental importancia, no deja de ser también de mucha el estudio del costo de la energía que no se entrega por fallas en el sistema.

La potencia instalada del sistema eléctrico debe ser tal que permita hacer frente a la demanda que se tenga y a las diversas emergencias que se puedan presentar, como por ejemplo se puede tener errores en la previsión de la demanda necesaria, indisponibilidad de generadores por fallas no programadas o a su vez por mantenimiento programado, expansión económica, etc. El sistema debe contar con un margen de reserva que permita encontrarse en la capacidad de cualquier imprevisto que se presente.

Entonces podemos decir que dicho margen definirá la calidad del servicio que encuentra ofertando, claro está tomando en cuenta diferentes aspectos tales como: si la reserva es excesiva, los costos de equipamiento del mismo serán elevados y obligarán a la empresa a aumentar sus tarifas al consumidor, por otra parte si la reserva es baja, también afectará negativamente sobre los consumidores por servicios no prestados, ya que esto ocasionaría una paralización en la producción de la sociedad que genera réditos económicos a cada instante.

Un sistema debe tener un plan de mantenimiento preventivo que permitirá contar, obviamente, con una generación de energía muy confiable y por ende poder minimizar las salidas de servicio que no se encuentren programadas. Un alto índice de salidas forzadas, que pueden ser estas totales o parciales dependiendo del caso, indica la existencia de una generación de energía no confiable, sin duda a causa de una asignación de recursos insuficientes para mantenimiento y que daría como resultado la falta de producción de una sociedad.

En términos generales tenemos que las pérdidas de energía eléctrica son comunes e inherentes de las empresas eléctricas en general y estas pérdidas se tornan en un problema grave cuando éstas rebasan los límites lógicos dentro del sistema eléctrico, prácticas comunes para clasificar las pérdidas de energía eléctrica en técnicas y no técnicas. Las pérdidas técnicas se generan en los elementos y equipos de los circuitos eléctricos, como por ejemplo en líneas de transmisión, transformadores, bancos de capacitores. Su origen son los principios que rigen la transformación de la energía.

En el caso de las pérdidas no técnicas se pueden clasificar en tres tipos como son:

- **Accidentales.**- Es te tipo de pérdidas tienen su origen en el mal uso o mala operación de los elementos y equipos de los circuitos eléctricos que se encuentren conectados al mismo.
- **Administrativas.**- Se trata de la energía que por algún motivo no se contabiliza: usuarios sin medidores como cuando se realizan conexiones directas, ferias, etc.
- **Fraudulentas.**-Son referidas a la energía que toman algunos consumidores evitando mediante algún mecanismo externo o interno pasar por los medidores que se encuentran instalados.

Todas las empresas distribuidoras creen que es posible obtener un buen control de las pérdidas técnicas realizando prácticas operativas y realización de software para el dimensionamiento óptimo de los elementos y equipos de los circuitos eléctricos conectados. Lo que se ha convertido en un problema muy serio a tomar en cuenta para las empresa eléctrica son las pérdidas no técnicas, especialmente las del tipo fraudulento por parte de consumidores que realizan conexiones clandestinas. Se tiene que el abuso por tal concepto se da en todos los estratos sociales en general.

En nuestro país para las pérdidas negras, el CONELEC establece límites admisibles que se consideran propios del proceso en el proceso de entrega de energía. En cada etapa del sistema eléctrico: generación, transmisión y distribución aparecen pérdidas que hacen que el proceso sea más costoso y este costo recae sobre los consumidores. No obstante las pérdidas substanciales son las ocasionadas en la distribución de la energía. Por lo antes mencionado el CONELEC aprobó un nivel aceptable de pérdidas no técnicas que en promedio es del 8.5% para cada una de las empresas distribuidoras que existan en el país, reconociendo en la tarifa solo el 50% de tales pérdidas.

2.5 Demanda de Energía

Tenemos que cuando existe demanda de energía eléctrica en distintas horas del día es necesario saber o determinar la demanda máxima o mínima que se tiene. En este estudio es importante tomar en cuenta distintos aspectos principales como son: tipos de centrales y sus características operativas, costos de inversión, costos de combustible, etc. El sutil equilibrio entre calidad de servicio y precio de la energía son aspectos muy importantes que se deben de tener presente para poder lograr un eficiente uso de la

energía que se consume y de esta manera poder equilibrar nuestra demanda y tenemos que determinar distintos aspectos al hablar de demanda en general tales como:

- Se tiene que la demanda eléctrica es una medida de la tasa promedio del consumo eléctrico de instalaciones que se encuentran conectados en intervalos de tiempo.
- Se tiene que mientras más aparatos eléctricos se tenga en funcionamiento al mismo tiempo, mayor es la demanda que tenemos.
- En la mayoría de los casos, los costos que se tiene por demanda se incluyen como un ítem de la factura de servicio eléctrico sean estos clientes de empresas, así como también para clientes comerciales e industriales.
- La empresa proveedora de servicios de transmisión, así como la proveedora de servicios de distribución debe encontrarse en la capacidad de suministrar la cantidad de electricidad máxima que se espera que provea por parte de los consumidores.
- Se tiene que la demanda determina la inversión que las empresas proveedoras de servicios de transmisión y distribución debe realizar para suministrar energía eléctrica a diferentes instalaciones de manera efectiva y eficiente para que el consumidor final se encuentre a plena satisfacción. Tal inversión se recupera asignando cargos por demanda de acuerdo al consumo de cada cliente en su factura mensual a cancelar.

2.5.1 Diferencia entre Demanda y Consumo

Entre las principales diferencias podemos mencionar a las siguientes:

- Demanda hace referencia a la cantidad de energía que se necesita en un tiempo determinado y la medición de la demanda es en se kilovatios (Kw).
- Consumo es la cantidad de energía que se utiliza durante un período de tiempo determinado y este parámetro se mide en kilovatio-hora (Kw/h.).
- La diferencia entre la demanda y el consumo es que la demanda es una medida promedio de la tasa de consumo eléctrico, mientras que el consumo es la medida del consumo eléctrico en general.

Ejemplo: [12] Si tenemos en una habitación diez focos encendidos, cada una de estas tienen una potencia 100 vatios. Para poder mantener todos los focos encendidos se necesita utilizar 1 Kw. de electricidad de la red eléctrica a la que se encuentra conectada dicho consumo es en el lapso de una hora. Entonces si necesitamos que las luces permanezcan encendidas durante dos horas, el consumo será de 2 Kwh. de electricidad. (Ver Figura 2.2).

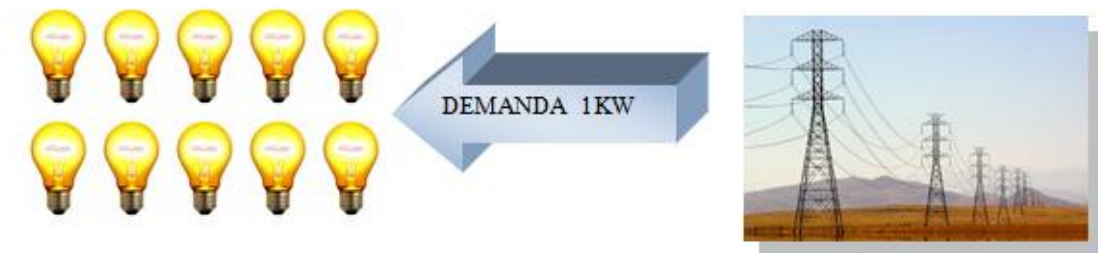


Figura 7.2 Ejemplo de Demanda
Fuente: Los Autores

2.5.2 Medición de la Demanda

Se tiene que en la medición de la demanda podemos describir algunos aspectos principales tales como:

- Tenemos que la demanda varía de acuerdo al cliente y al mes. Para registrar la demanda, un medidor especial controla el flujo de la electricidad que se encuentra suministrando a las instalaciones particulares durante un periodo de tiempo determinado, generalmente se lo realiza en intervalos de tiempo según corresponda.
- En el transcurso de un mes, este intervalo de tiempo con la mayor demanda se registra y se encuentra reflejada en la factura mensual que tiene el consumidor.
- En varios casos, se tiene que el historial de la demanda de los meses anteriores puede tomarse en cuenta para poder determinar cargos por demanda.
- Tenemos que las empresas proveedoras de servicios ya sean estos de transmisión y distribución evalúan la demanda que tienen la mayoría de las empresas y de los clientes comerciales e industriales que se encuentran conectados a la red y transfieren esos cargos directamente a los clientes de las empresas proveedoras de servicio eléctrico.

- En la gran mayoría de los casos, las empresas proveedoras de servicio eléctrico incluyen estos costos en el precio de la electricidad y los transfieren directamente a los clientes.
- Los cargos por demanda se especifican en la factura del cliente o están mostrados en una tarifa que se ha puesto de acuerdo entre la empresa distribuidora y el cliente, o incluidos de diferentes modalidades está directamente relacionado o depende del sistema de facturación de cada empresa proveedora de servicio eléctrico disponga.

2.5.3 Como Reducir Cargos por Demanda

En términos generales tenemos que existen dos estrategias o formas para poder para reducir la demanda:

- Se puede reducir la demanda cambiando el tipo de equipo que utiliza o a su vez cambiar el horario en que utilizan los equipos.
- También podemos disminuir el número de aparatos que funcionan simultáneamente y de esta manera ayudar a reducir el efecto global de las demandas múltiples de electricidad que tenemos en general.
- Cuando realizamos el uso de aparatos de bajo consumo de energía también ayuda a reducir la demanda como por ejemplo el uso de focos ahorradores. Otra forma de disminuir la demanda es cuando distintos aparatos funcionan a distintas horas del día y se pueden nivelar a nuestro favor los picos de consumo eléctrico con el paso del tiempo porque a horas pico la generación de electricidad es más costosa.

2.5.3 Demanda Maxima

Se tiene que demanda máxima corresponde al valor de potencia activa más alto, medida en Kw, en un rango de 15 minutos. Las unidades de la demanda máxima son el Kw. Esta unidad de potencia no se la compara con la unidad en la cual se cobra la energía, que corresponde a Kwh. El cargo de la demanda máxima es una forma de multar un consumo que sobrepasa el esperado. En algunos casos ese valor es acordado entre la empresa proveedora de energía y el consumidor.

CAPÍTULO III

SISTEMA INTELIGENTE DEL CONSUMO DE ENERGIA

La programación y el diseño del sistema inteligente del consumo de energía, corte y reconexión. La programación se lo realizara en el software Tía Portal V11 de SIEMENS donde se administrara la red de PLC's además de que desde esta misma plataforma se realizara el SCADA donde se van a crear las pantallas para el seguimiento del proceso, se podrán controlar y monitorear las variables empleadas en los diferentes PLC's que están conectados a la red.

3.1 Tia Portal

TIA PORTAL¹ es el nuevo software desarrollado por la empresa SIEMENS para innovar el mundo de la automatización creado para que los usuarios puedan realizar la ingeniería, puesta en marcha, operación y monitorización de todos los dispositivos de automatización y accionamientos a través de una única plataforma de control.

[7] La empresa Siemens considera que la principal utilidad del software TIA PORTAL es garantizar la interoperabilidad, puesto que permite integrar distintas aplicaciones de software industrial para procesos de producción en un mismo interfaz, facilitando en gran medida el aprendizaje, la interconexión y la operación, sin tener que recurrir a una variedad amplia de sistemas de diferentes orígenes. En el software TIA Portal, tanto el Step 7 y el Wicc dentro del TIA interactúan entre sí, ofreciendo un respaldo en el desarrollo desde la creación hasta una implementación en lo que tiene que ver con proyectos de automatización.

La solución en proyectos de automatización típica se trabaja de la siguiente manera:

- Un controlador (PLC's) que en su memoria tiene el programa desarrollado con las secuencias necesarias para el funcionamiento del sistema.
- Un panel operador que sirve para visualizar el proceso.

Con el TIA Portal se configura tanto el control como la visualización en un sistema de

¹ TIA PORTAL: (Totally Integrated Automation) Integración Total para la Automatización, plataforma de control para el desarrollo de ingeniería.

ingeniería individual. Todos los datos se guardan en un mismo proyecto.

El software de programación (STEP 7) y el software de visualización (Wincc) no son programas de desarrollo independientes, más bien son editores de programación de un sistema que accede a una base de datos común. Los datos que se guardan en el proyecto son compartidas para los dos tanto para el Step 7 y el Wincc.

La mayoría de aplicaciones industriales ya sean de bajo o alto nivel se maneja una interfaz de usuario desde la que se puede acceder en todo momento y a todas las funciones de programación y visualización. (Ver Figura 3.1)

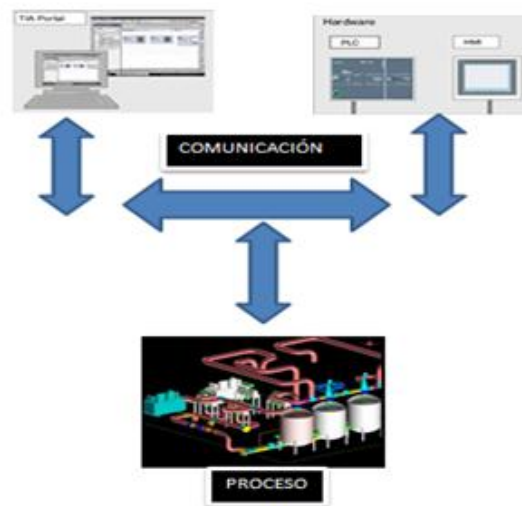


Figura 8.1 Interfaz de Comunicación PLC, HMI y PC con TIA POTAL
Fuente: Los Autores

3.1 Tareas

[16] El TIA Portal nos brinda la opción de configuración fácil e intuitiva desde el inicio del proyecto.

- Creación del proyecto.
- Configuración del hardware.
- Conexión en red de los dispositivos.
- Programación del controlador.
- Configuración de la visualización.
- Carga de los datos de configuración.
- Uso de las funciones Online y diagnóstico.

3.3 Ventajas

El TIA Portal brinda muchas ventajas respecto a los demás SCADAS:

- Gestión conjunta de los datos.
- Manejo unitario de los programas, los datos de configuración y los datos de.
- Visualización.
- Fácil edición mediante Drag & Drop².
- Comodidad de carga de los datos en los dispositivos.
- Manejo unitario.
- Configuración y diagnóstico asistidos por gráfico.

3.4 Gestión de datos

En la gestión de datos tenemos los siguientes:

3.4.1 Gestión de Datos Centralizada

Todos los datos del proyecto se guardan en un mismo archivo en el TIA Portal. Los cambios que se realicen en el proyecto ya sea variables, configuraciones se actualizan automáticamente en todo el proyecto, ya que el proyecto dependiendo de su estructura puedes modificar varios dispositivos como en pantallas HMI, PLC's.

3.4.2 Direccionamiento Simbólico Global

Cuando se utilizan variables de proceso comunes en varios bloques de distintos controladores y en pantallas HMI, la variable común puede crearse o modificarse desde cualquier punto del programa. Se puede realizar la modificación en cualquier bloque o dispositivo ya sea en un PLC o en un HMI.

El TIA Portal brinda las siguientes alternativas para definir variables en PLC's y HMI:

- Definición en la tabla de variables PLC y HMI.
- Definición en el editor de programas.

²² Drag & Drop: Coger y Soltar es la integración en los proyectos de TIA Portal

- Definición mediante conexión con las entradas y salidas del controlador

3.5 Desarrollo de Pantallas del Sistema Scada

Para el desarrollo del sistema SCADA se va a utilizar el software TIA Portal V11 con el Runtime Advanced.

3.5.1 Vista TIA PORTAL

La pantalla de TIA Portal para la vista del proyecto tiene los siguientes elementos:

- Barra de Menús: se encuentran los comandos necesarios para usar el software.
- Barra de Herramientas: contiene accesos directos a los comandos más utilizados.
- Árbol de Proyecto: Mediante el árbol se puede acceder a todos los datos del proyecto, para agregar, editar y modificar tanto componentes nuevos, como componentes existentes dentro del proyecto.
- Vista Detallada: se visualiza determinada información de los objetos marcados o señalados.
- Área de Trabajo: Este es el espacio donde se visualizan todos los objetos creados para editar, modificar. Aquí se crean los programas de los PLC's e imágenes del HMI.
- Ventana de Inspección: se visualizan propiedades, diagnóstico e información sobre el objeto seleccionado.
- Task Cards: esta sección muestra pestañas de herramientas como librerías, tareas, animaciones, diseño e instrucciones de los objetos seleccionados.

En la Figura 3.2 podemos observar la Vista del TIA PORTAL.

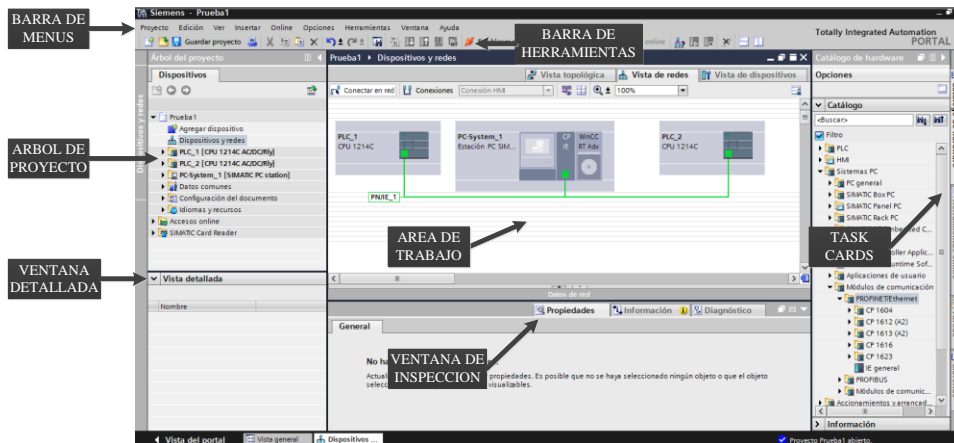


Figura 9.2 Vista TIA PORTAL
Fuente: Los Autores

3.5.2 Creación del Proyecto

Para crear un proyecto nuevo seguimos los siguientes pasos.

- Abrimos el Tía Portal en el icono en el escritorio.
- Cuando se abra damos click en “Crear Proyecto”.
- Seleccionamos la ubicación donde se va a guardar y le damos un nombre.
- Para terminar damos click en “Crear” y el proyecto estará creado. (Ver Figura 3.3).

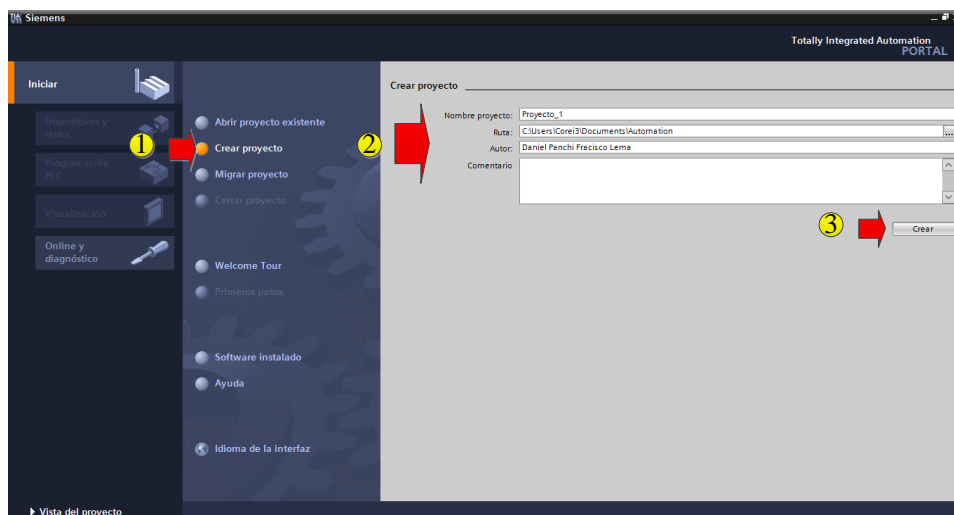


Figura 10.3 Vista Crear Proyecto TIA PORTAL
Fuente: Los Autores

3.5.3 Configuración de Dispositivos

Para nuestro proyecto necesitamos crear los siguientes dispositivos para crear la red con interfaz profinet:

- PC Station.
- PLC's S7-1200.
- Sentron Pack 3200.

Para crear y configurar los dispositivos tenemos que llamar al catálogo de hardware del Wincc del TIA Portal en el árbol de proyecto damos click en agregar dispositivo.(Ver Figura 3.4).

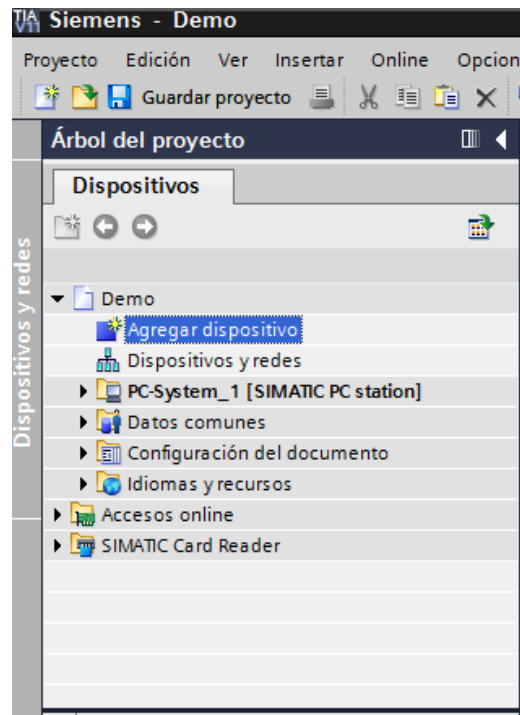


Figura 11.4 Ventana Agregar Dispositivos
Fuente: Los Autores

3.5.4 Crear Pc Station

[17] La PC Station va a ser el servidor de nuestra red, básicamente la PC Station va a ser el computador que va a llevar el Scada del sistema y tiene que tener un acceso para la red profinet que vamos a realizar.

- En la pestaña de agregar dispositivo damos click en PC Systems.

- Vamos al árbol de dispositivos y seleccionamos “Sistemas PC, PC general y seleccionamos el ítem Estación PC.
- Click en el botón aceptar y le damos un nombre dentro del proyecto. (Ver Figura 3.5).

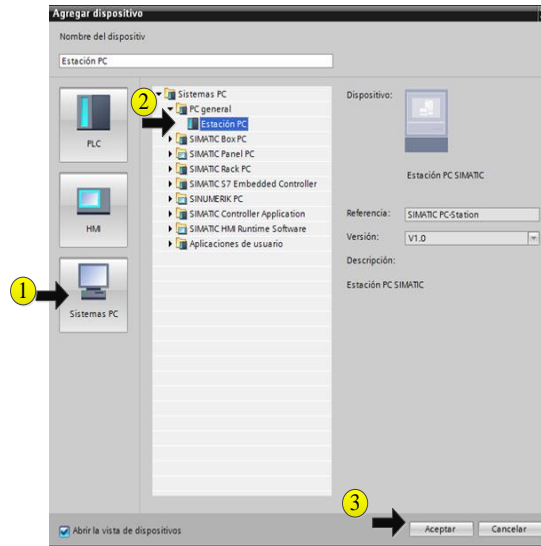


Figura 12.5 Agregar Estación PC
Fuente: Los Autores

3.5.5 Configuración Estación PC

La Estación PC que se creó está vacía ya que no tiene módulo de comunicación y Software de Comunicación Runtime esto se puede verificar en la vista general de dispositivos ya que toda estación PC nueva dispone de dos slots 1 y 2 respectivamente donde se añaden el Modulo de Comunicación en el Slot N: 1 y el Software de Comunicación en el Slot N: 2. (Ver Figura 3.6).

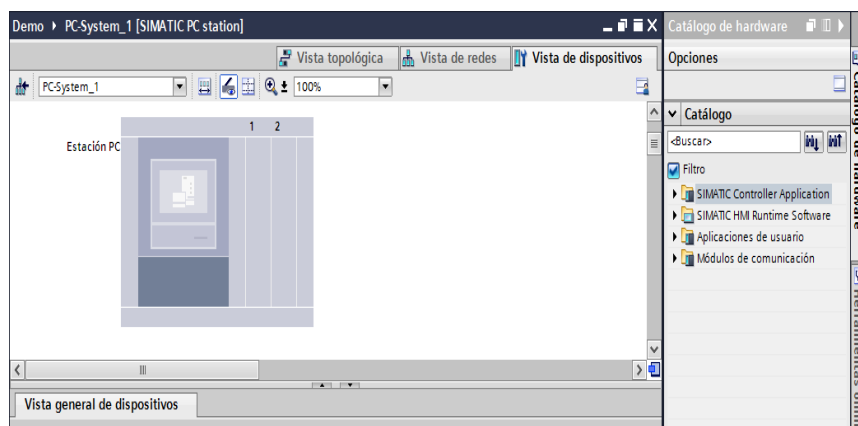


Figura 13.6 Estación PC Vacía
Fuente: Los Autores

Para nuestra aplicación vamos a utilizar en el Slot N: 1 como Módulo de comunicación el módulo de Profinet/Ethernet IE General y en el Slot N: 2 como Software de Comunicación el Wincc Runtime Advanced. Para añadir estos módulos tenemos que ir al “Catalogo de Hardware” que está ubicado a la derecha de la pantalla del Tía Portal, donde podremos encontrar el módulo y el software de comunicación, mediante la herramienta Drag & Drop podemos arrastrar a los slots 1 y 2 respectivamente.(Ver Figura 3.7).

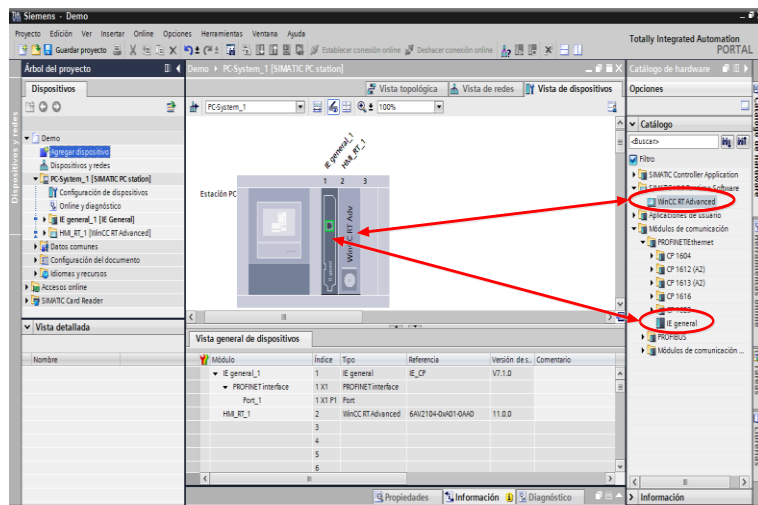


Figura 14.7 Estación PC con Módulo y Software de Comunicación
Fuente: Los Autores

En el árbol del proyecto se puede observar que cuando añadimos el módulo y Software de comunicación aparecen como parte de la Estación PC, en el árbol de proyecto podemos visualizar que en el software de comunicación aparece una pestaña de HMI_RT_1 que es donde realizaremos nuestras imágenes para el sistema Scada en otra pestaña aparece el IE General que es la tarjeta de red que en este caso es la de Profinet/Ethernet. (Ver Figura 3.8).

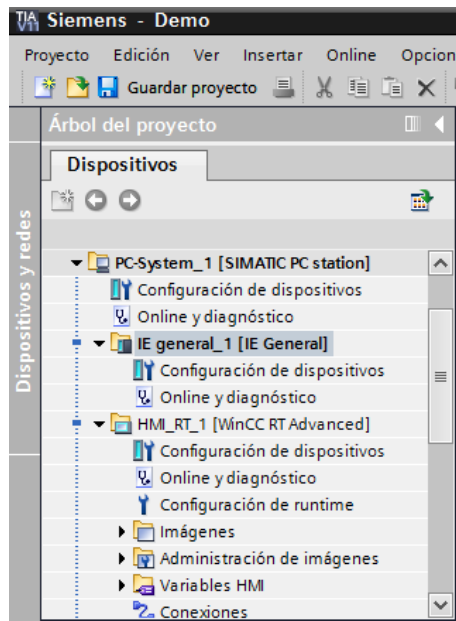


Figura 15.8 Estación PC
Fuente: Los Autores

3.5.6 Asignación de Dirección IP y Subred

Para que la Estación PC pueda comunicarse con el resto de dispositivos que están en la red debemos asignar la dirección IP y Subred a la tarjeta de comunicación para esto seguimos los siguientes pasos:

- En el árbol de proyecto damos click en “Dispositivos y Redes” y seleccionamos la tarjeta de comunicación que está en el Slot n: 1 de la Estación PC.
- En la ventana de inspección damos click en propiedades y seleccionamos “Interfaz Profinet”.
- Buscamos la opción “Protocolo IP” que es donde asignaremos la Dirección IP y la Subred en nuestro caso utilizaremos IP: 192.168.0.100 y la Subred: 255.255.255.0. (Ver Figura 3.9).

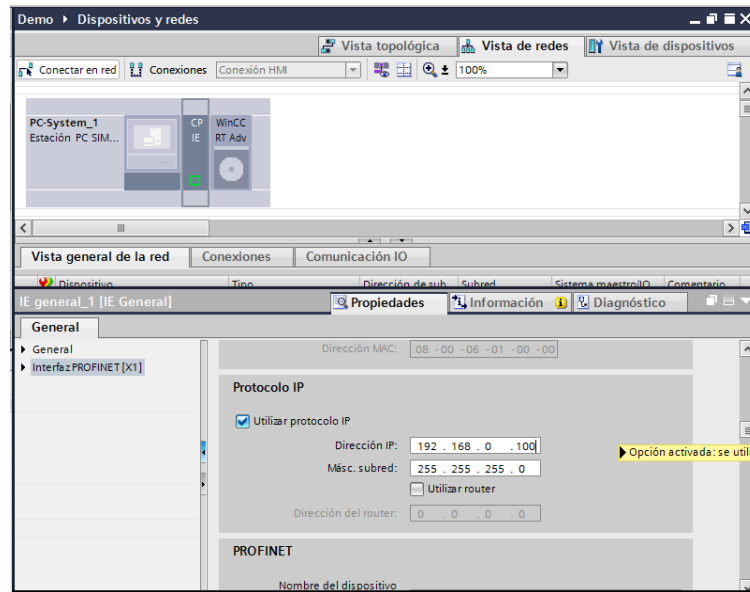


Figura 16.9 Asignación Dirección IP y Subred
Fuente: Los Autores

3.5.7 Crear PLC S7-1200

[18] En nuestro proyecto vamos a utilizar el PLC S7-1200 como dispositivo de campo el mismo que va a tomar las señales digitales tanto entradas como de salidas y al mismo tiempo va a tener comunicación con el medidor Sentron Pack 3200 para leer los datos de voltaje, corriente y potencia.

Para crear en nuestro proyecto el PLC seguimos los mismos pasos para crear la PC Station del tema anterior:

- En la pestaña de agregar dispositivo damos click en PLC.
- Vamos al árbol de dispositivos y seleccionamos “PLC, Simatic S7-1200, CPU, CPU 1214C AC/DC/Rly y seleccionamos el ítem del PLC S7-1200 con la última versión 6ES7 214-1BG31-0XB0.
- Click en el botón aceptar y le damos un nombre dentro del proyecto. (Ver Figura 3.10).

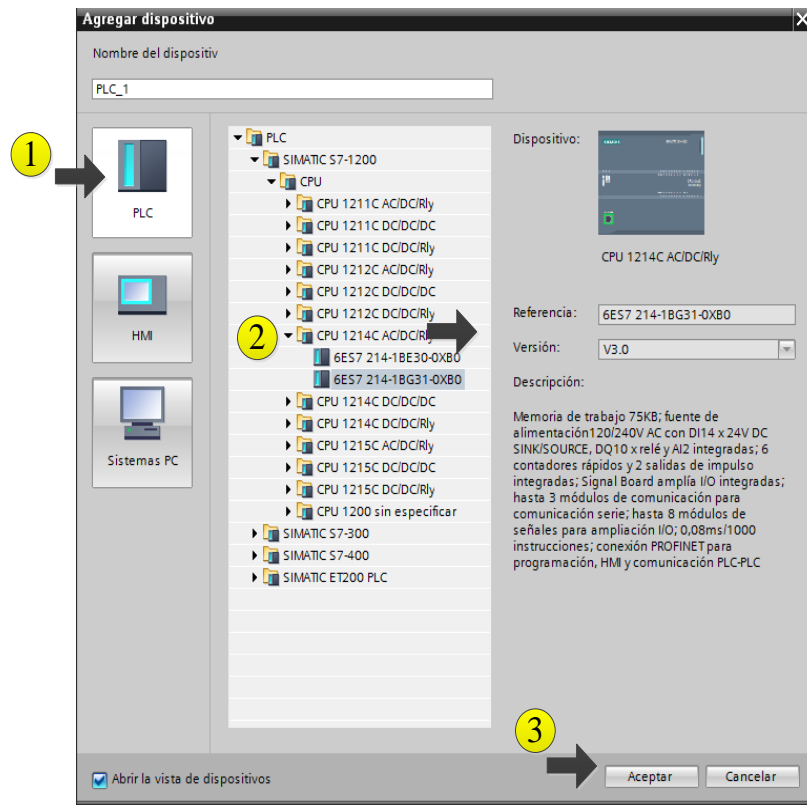


Figura 17.10 Agregar PLC S7-1200
Fuente: Los Autores

3.5.8 Configuración PLC S7-1200

[11], [20] Una vez creado el PCL tenemos que configurar su puerto de comunicación profinet para que sea parte de la red con dirección IP asignada y con la misma Subred en la que está definida en la Estación PC.

Como en la Estación PC seguimos los mismos pasos:

- En el árbol de proyecto damos click en “Dispositivos y Redes” y seleccionamos el PLC que creamos.
- En la ventana de inspección damos click en propiedades y seleccionamos “Interfaz Profinet”.
- Buscamos la opción “Protocolo IP” que es donde asignaremos la Dirección IP y la Subred en nuestro caso utilizaremos IP: 192.168.0.1 y la Subred: 255.255.255.0 que es la misma de la Estación PC. (Ver Figura 3.11).

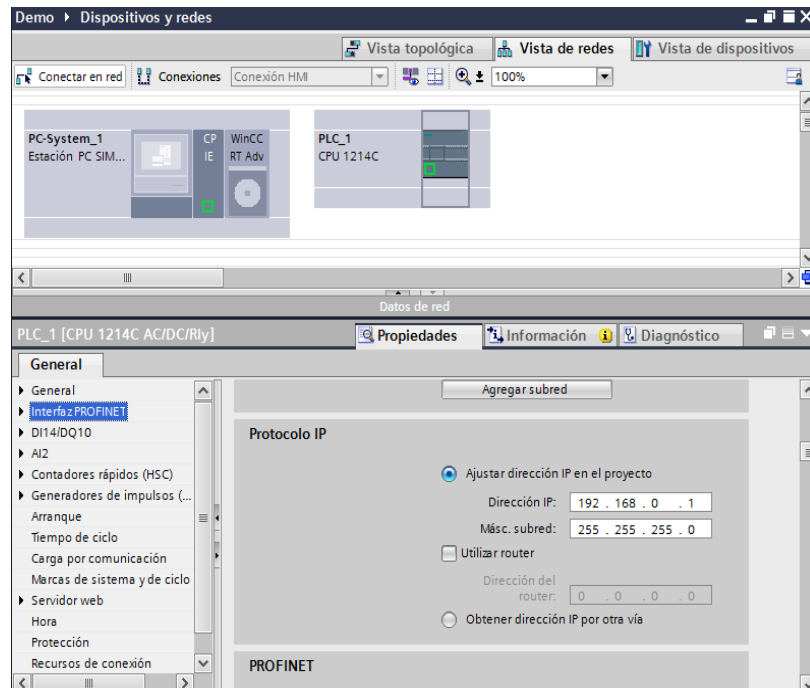


Figura 18.11 Configuración PLC S7-1200
Fuente: Los Autores


Este procedimiento tenemos que seguir para crear y configurar cada uno de los PLC`s que vamos a ir agregando en nuestra red lo único que va a ser diferente son las direcciones que van a ser definidas en la red.

3.5.9 Configuración de Comunicación S7-1200 con Estación PC

Para que la Estación PC se pueda comunicar con los PLC`s que están en la Red se tiene que crear un enlace virtual entre la Estación PC y todos los dispositivos que son parte de la red, este enlace virtual nos permite interconectar los PLC`s con la Estación PC que va a tener el Scada y con el cual vamos a visualizar las variables y monitorearemos el proceso en tiempo real.

Para realizar la configuración realizamos lo siguiente:

- Damos click en “Dispositivos y Redes” y abrimos la pestaña de Vista de Redes.
- En la pestaña conexiones damos click y seleccionamos Comunicación S7.
- Con el cursor damos Click en el puerto Profinet de la Estación Pc y conectamos con el puerto Profinet del PLC S7-1200.
- Para poder habilitar la vista de las direcciones IP de cada dispositivo damos

Click en el Icono  que está a junto al tipo de conexiones.

- Cuando se realice el paso anterior se podrá ver la conexión en el área de trabajo donde se creara la línea color verde que representa la red Profinet. (Ver Figura 3.12).

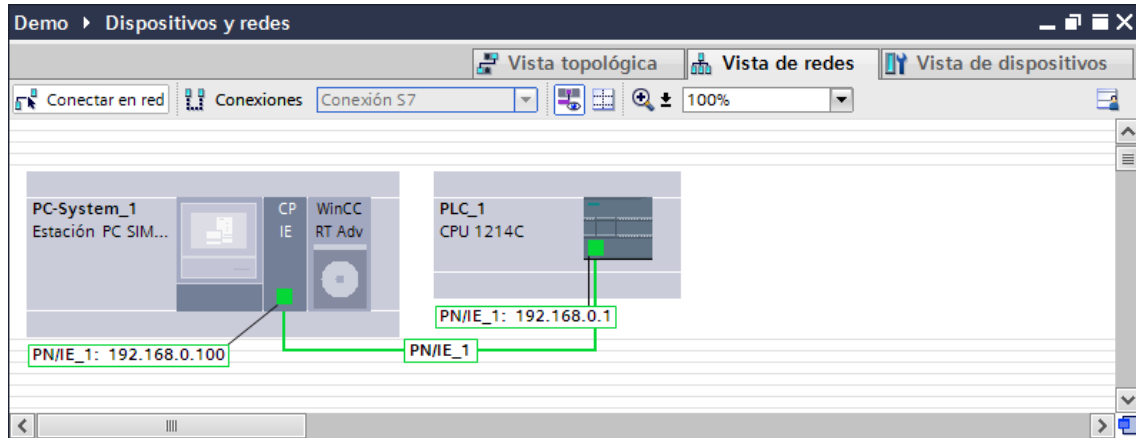


Figura 19.12 Configuración Comunicación Estación PC y PLC's de la Red
Fuente: Los Autores

3.5.10 Configuración de Ajustes PG/PC

Toda la configuración que hemos realizado en los ítems anteriores se refieren al software Tía Portal tanto para la Estación Pc como para los PLC's de la red, pero cuando se tenga que conectar físicamente la PC a la red lo hace por la tarjeta de red en este caso mediante interfaz Ethernet.

Para esto se tiene que configurar la tarjeta de red para que sea el punto de acceso de la conexión S7 en la PC Master a continuación los pasos para la configuración:

- Damos Click en Inicio/Panel de Control/ Ajustar Interfaz PG/PC.
- Se abrirá la ventana de ajustes, donde seleccionamos la pestaña de Vía de Accesos.
- En Punto de Acceso de la Aplicación seleccionamos S7ONLINE (STEP7).
- En la pestaña de parametrización utilizada seleccionamos la tarjeta de red que tenemos instalada en la PC Master. (Ver figura 3.13).

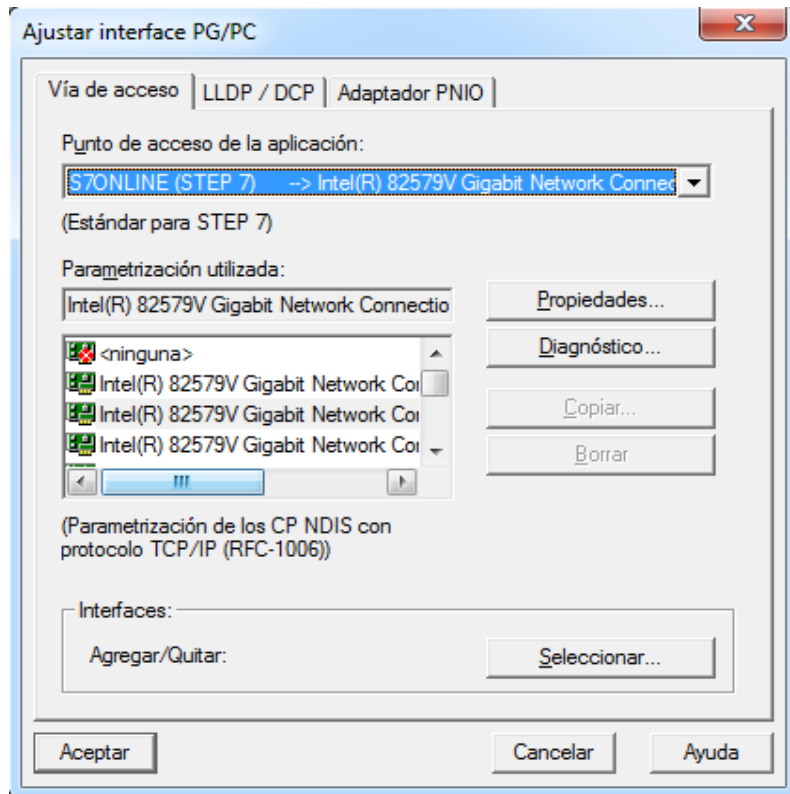


Figura 20.13 Ajuste Interface PG/PC
Fuente: Los Autores

- Después de realizado este paso tenemos que configurar la dirección IP de la PC Master en las conexiones de red en el panel de control.
- Seleccionamos en Propiedades y ponemos la Dirección IP: 192.168.0.100 Subred: 255.255.255.0. (Ver Figura 3.14).

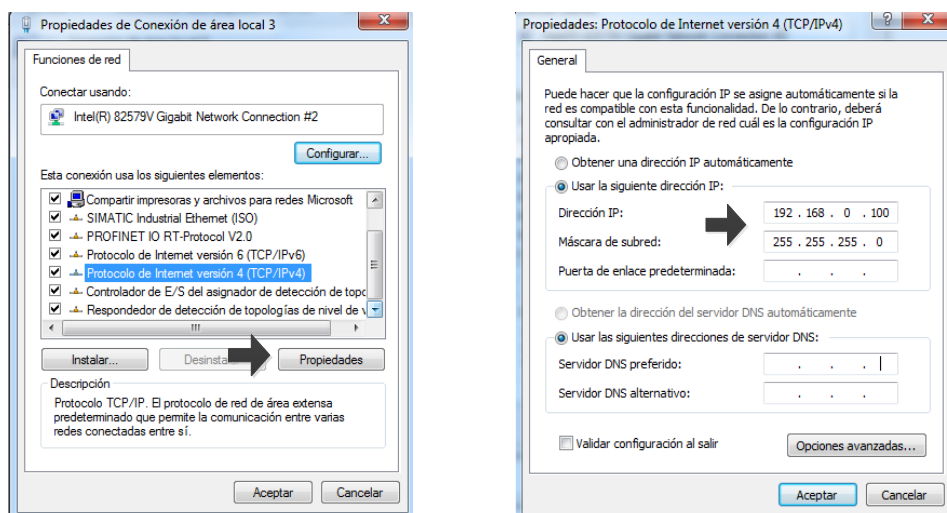


Figura 21.14 Dirección IP PC Master
Fuente: Los Autores

Con todas estas configuraciones tanto en el Software y Hardware de la PC Master se tiene que trabajar en las imágenes o pantallas del Scada.

3.5.11 Diseño de Imágenes Tía Portal

En el proyecto creado anteriormente en el Tía Portal, en donde se van a crear las imágenes o pantallas del Sistema Scada es en la Estación PC que creamos y en la sección de HMI_RT_1 que es el software para la comunicación (Wincc Runtime Advanced). (Ver Figura 3.15).

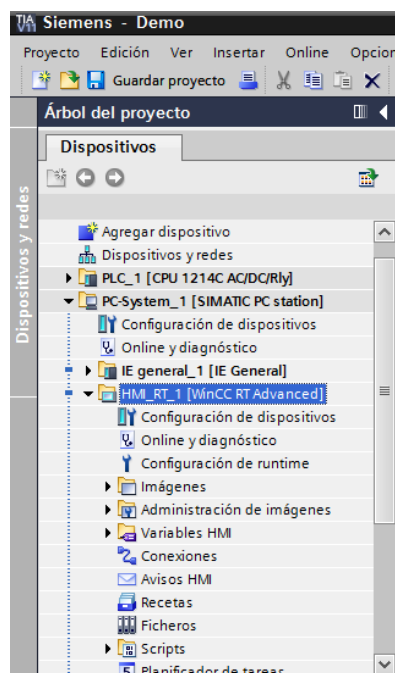


Figura 22.15 Dirección IP PC Master
Fuente: Los Autores

En el árbol de proyecto damos Click en PC Station/HMI_RT_1, se despliega el menú del HMI que contiene varias herramientas y opciones que nos ayudan a configurar el entorno del Sistema Scada como Variables HMI, Conexiones, Ficheros, Avisos, Administración de Usuarios, Recetas, Ciclos Informes, etc.

Para crear una imagen damos click en agregar imagen y se creara una imagen vacía donde procederemos a realizar la imagen para las diferentes aplicaciones en el Sistema Scada. (Ver Figura 3.16).

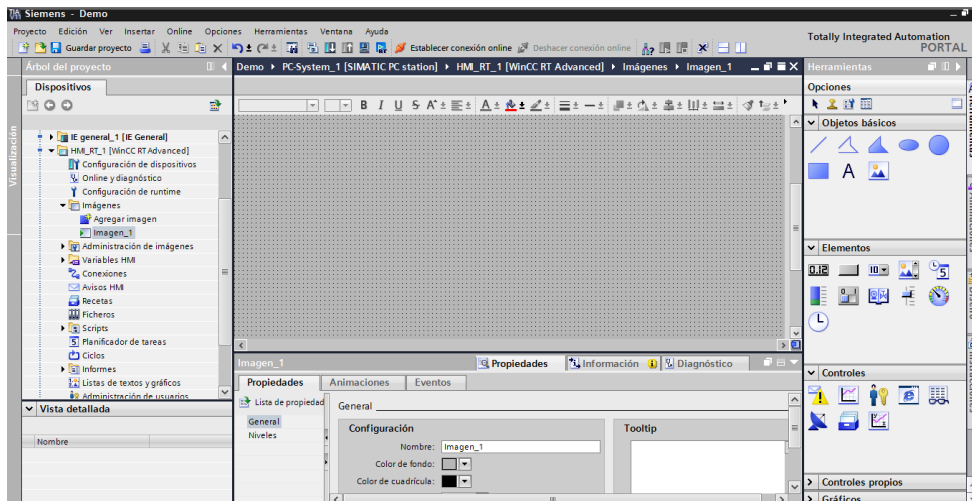


Figura 23.16 Crear Imagen o Pantalla
Fuente: Los Autores

Para que exista comunicación entre la Estación PC y los PLC's de la red se tiene que crear las diferentes conexiones dentro del Scada para que se puedan leer las variables de los diferentes PLC's de la red, damos Click en Conexiones dentro del menú del HMI y llenamos los campos de configuración donde tenemos que direccionar una conexión independiente a cada PLC. (Ver Figura 3.17).

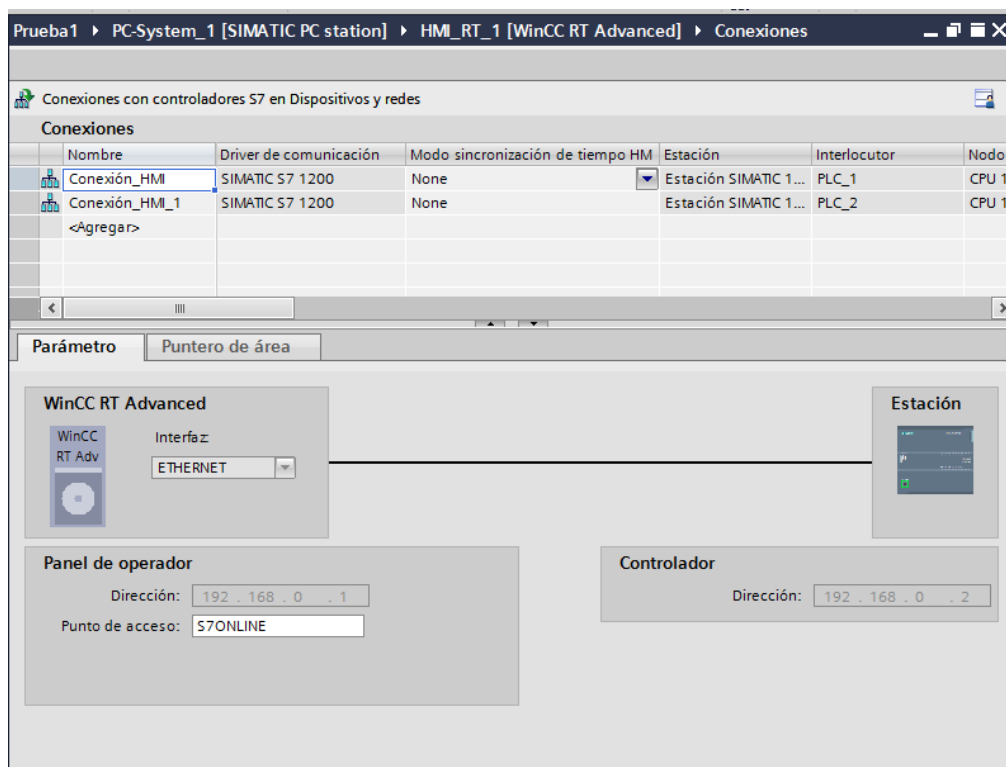


Figura 24.17 Ventana de Conexiones del SCADA
Fuente: Los Autores

Cada PLC que forma parte de la red tiene sus variables independientes las cuales tienen que ser registradas por el sistema Scada para su visualización y monitoreo en cada una de las aplicaciones, por lo cual se deben crear las variables dentro del Scada pero tienen que direccionarse correctamente a su respectivo PLC.

En la Ventana de Variables HMI(Ver Figura 3.18) damos click en agregar variable donde nos aparece una tabla en la cual debemos detallar Nombre de la Variable, Tipo de dato y la parte más importante es la conexión y nombre del PLC que contiene la variable a ser creada.

Se debe tener mucho cuidado en direccionar correctamente las variables a sus respectivos PLC's ya que puede ocurrir un error de direccionamiento y generara un error cuando se declare la variable, y cuando se quiera visualizar en el Scada no va a desplegar ninguna información.(Ver Figura 3.18).

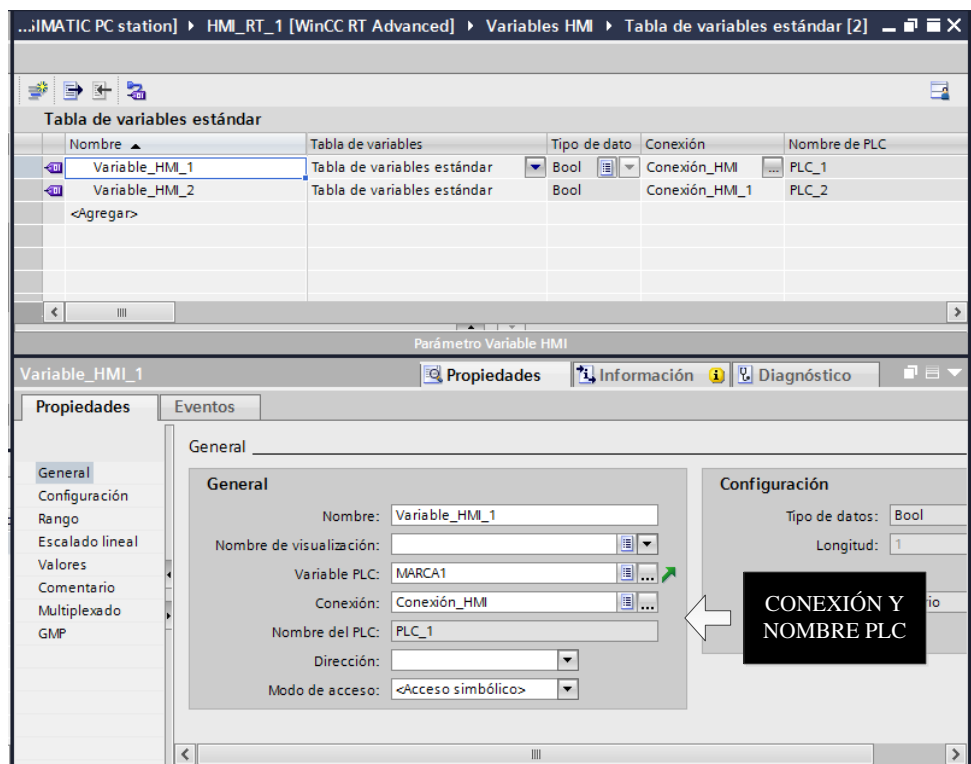


Figura 25.18 Tabla de Variables del SCADA
Fuente: Los Autores

3.5.12 Desarrollo Pantallas en el Tía Portal V11



Figura 26.19 Imagen Inicio
Fuente: Los Autores

DISEÑO MIMICO LABORATORIOS

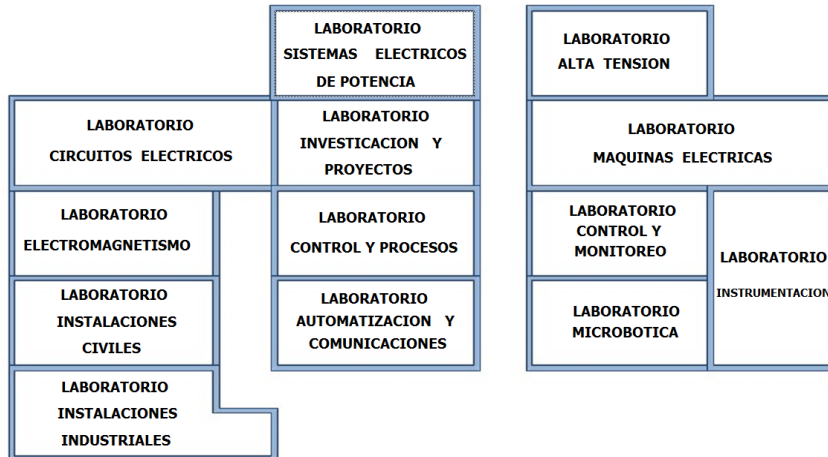


Figura 27.20 Imagen Menú
Fuente: Los Autores



Figura 28.21 Imagen Corte Reconexión Laboratorios
Fuente: Los Autores



Figura 29.22 Imagen Corte Reconexión Laboratorios
Fuente: Los Autores

3.6 Comunicación Mediante Protocolo Ethernet

Las redes de comunicación industrial que se utilizan actualmente son diversas y deben cumplir con muchos requisitos que van creciendo cada día por este motivo se han desarrollado buses modernos que permitan crear redes de comunicación que cubran grandes distancias, destaquen sus prestaciones y se pueda aprovechar todas sus ventajas en el campo digital, un ejemplo de estos buses es el Industrial Ethernet que desde hace tiempo se adapta a todas estas exigencias antes mencionadas.

Ethernet, o conocido como IEEE 802.3, es el estándar más utilizado para las LAN, usa el método de transmisión de datos llamado Acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisiones (CSMA/CD) [4].

Ethernet funciona de la siguiente manera:

Antes de enviar información por la red Ethernet desde un nodo primero está a la espera de que ningún otro nodo este enviando información si este no es el caso el nodo transfiere la información a través de la red. El resto de nodos espera mientras el nodo seleccionado recibe la información, en caso de que dos nodos traten de enviar datos al mismo tiempo por la red, estos nodos notaran que va a existir una colisión y se esperará una cantidad de tiempo antes de volver a intentar enviar la información, cada paquete que se envía contiene la dirección de la estación a la que se envió.

Los datos enviados o transmitidos son procesados a 10 millones de bits por segundo y la longitud del paquete varía entre 64 a 1518 bytes con estas referencias el tiempo de

transmisión de un paquete en la red Ethernet está en un rango de 50 a 1200 microsegundos dependiendo de su longitud.

Las redes Ethernet funcionan bajo un esquema de direccionamiento de 48 Bits, al conectar a un computador a este se le asigna un número de 48 bits conocido como Dirección Ethernet que se colocan en el interfaz anfitrión de las máquinas, la comunicación Ethernet se da entre dispositivos de hardware los direccionamientos se los llama Direcciones Físicas.

La trama de Ethernet es de longitud variable y está entre 64 bytes y 1510 bytes está compuesto de encabezado, datos y CRC, en cada trama se contiene un campo con la información de la dirección de destino, además de la información que identifica a la fuente. Cada trama que se transmite contiene un preámbulo, un campo tipo, un campo de datos y un campo para su verificación por redundancia cíclica CRC (Cyclic Redundancy Check).

El preámbulo está compuesto de 64 bits que alternan ceros y unos los cuales ayudan a la sincronización de los nodos de recepción, el CRC de 32 bits ayuda a detectar a la interfaz los errores de transmisión.

3.6.1 Protocolos TCP/IP

El nombre TCP/IP se refiere a un grupo de protocolos de datos, este nombre se deriva de dos protocolos que lo conforman, Transmisión Control Protocolo (TCP) y el Internet Protocolo (IP). TCP/IP es un protocolo abierto, quiere decir que cualquier persona puede implementar una red ya que se publican todos los aspectos concretos del protocolo, la información con los temas relacionados son mantenidos por la Internet Engineering Task Force (IETF) que es una organización sin fines de lucro que vela para que la arquitectura del Internet y los protocolos que lo conforman funcionen correctamente.

La red TCP/IP transfiere datos por medio de un bloque de datos en paquetes, cada paquete empieza con una cabecera que contiene información de control, como la dirección del destino, seguida de los datos a enviar. Cuando se envía un archivo el contenido se envía utilizando una serie de paquetes diferentes a través de la red. Los protocolos TCP/IP tienen correspondencia con el modelo de referencia de interconexión

de sistemas abiertos o mejor conocido como modelo OSI. El modelo OSI es un sistema de redes que permite establecer comunicación entre procesos de distintas capas además de facilitar su identificación entre los equipos conectados a la red. TCP/IP se basa en el modelo OSI por niveles con una ligera modificación, los niveles son parecidos pero TCP/IP agrupa varios niveles OSI en un solo nivel TCP/IP, la condición principal para que la arquitectura por niveles funcione correctamente es que cada nivel debe saber lo que recibe de un nivel por encima y por debajo del otro.

Para que esta tarea se simplifique, cada nivel tiene que añadir un bloque de datos al principio y al final del mensaje en los cuales indica de qué nivel está siendo enviado los datos, además lleva el resto de información que los otros niveles y la máquina que lo va a recibir necesitan para que el mensaje se interprete de forma adecuada. Los datos de información que se añaden de los niveles dentro del mensaje se ignoran a este proceso se lo denomina encapsulación.

3.6.2 Profinet

Profinet es el estándar Ethernet que es abierto y que cumple con la especificación (IEC 61158) (INTERNATIONAL STANDART IEC 61158-2) concerniente a la automatización industrial. Profinet es la evolución además de la integración de Profibus DP y de Industrial Ethernet

Profinet permite conectar dispositivos desde el nivel bajo que es de campo (PLCs y otros dispositivos) hasta el nivel de administración y gestión (sistemas informáticos e internet), permite que la comunicación sea homogénea con todo el estudio de ingeniería abarcando una planta industrial completa además que apoya en la administración de la información hasta el nivel del campo.

Profinet alcanza una velocidad de transmisión de datos de 100 Mbit/s (Fast Ethernet) dúplex, la longitud máxima de la conexión entre el terminal y el componente de red no debe ser superior a 100 metros, siemens ofrece como protocolo de comunicación Profinet en sus equipos por sus características ya mencionadas además que ofrece la posibilidad de integrar buses de campo existentes, como Profibus Dp, Modbus TCP/IP etc.

3.6.3 Monitoreo del Consumo, Corte y Reconexión de Energía

En el sistema de monitoreo de los parámetros eléctricos de cada laboratorio datos que van a ser receptados por medio de un dispositivo electrónico Siemens Sentron Pack 3200 que es un medidor inteligente de energía el cual por medio de comunicación Modbus TCP/IP va a enviar los datos al sistema Scada para mostrar todos los parámetros eléctricos como Voltajes de Línea, Voltajes respecto a Neutro, Corriente, Potencia, etc. Además en este capítulo se tratara el sistema para cortes y reconexión de circuitos de iluminación, toma corrientes tanto monofásicos, bifásicos, trifásicos que contara con un monitoreo por parte del Sistema Scada para visualizar gráficamente donde ocurrió la falla.

3.6.4 Monitoreo de Consumo con Sentron Pac 3200

El Sentron Pac 3200 es un multímetro inteligente que permite la visualización de los parámetros eléctricos más comunes. El Sentron Pac 3200 capta más de 50 tipos de datos eléctricos, como tensiones, corrientes, potencias, valores de la energía eléctrica, frecuencia, factor de potencia, simetría y THD. (Third Harmonic Distortion / distorsión de tercera armónica).El Sentron no solamente capta el valor instantáneo de medición sino también guarda los valores históricos de medición de mínimo y máximo, este equipo puede conectarse en diferentes redes eléctricas tales como Monofásicas, Bifásicas, Trifásicas, con o sin neutro, para su conexión se requiere de instrumentos como son los transformadores de corriente de 1A a 5 así como también transformadores de tensión. (Ver Figura 3.23).



Figura 30.23 Sentron Pack 3200
Fuente: Los Autores

El multimedidor(SENTRON PAC3200 posee una interfaz Ethernet a una velocidad de 10 Mbit/s el cual se tiene protocolos de comunicación como Modbus TCP/IP y SEABus TCP por lo tanto, no requiere hardware adicional. Además se puede adquirir los módulos de comunicación como Profibus DP y RS485.

3.6.5 Comunicación entre S7-1200 y Sentron Pac 3200 vías Modbus TCP/IP

El Sentron pack por medio de su puerto Ethernet y por comunicación por protocolo Modbus TCP/IP se puede lograr conectar a un PLC S7-1200.

Configuración de Sentron Pac 3200.

- Conectar el Sentron Pac a la red 120VAC
- Abrir el menú y seleccionar Ajustes.
- En el menú ajustes seleccionar comunicación.
- En este menú muestra la dirección IP, mascara subred, Gateway y protocolo.
- En la dirección IP va la dirección asignada en la red ejemplo 192.168.0.
- En mascara sub red va 255.255.255.0.
- En Gateway no se utiliza va en 0.0.0.0.
- En el protocolo se tiene dos opciones Modbus TCP/IP y SEAbus TCP
- Seleccionamos en protocolo Modbus TCP/IP.
- Después de completar todos los cambios dar clic en aceptar y confirmar que el equipo se reinicie para guardar los cambios. (Ver Figura 3.24).



Figura 31.24 Configuración Sentron Pack 3200
Fuente: Los Autores

3.6.6 Configuración en Tía portal

En el tía portal creamos un proyecto y añadimos un PLC S7-1200 y vamos a crear un bloque de datos llamado MB_CLIENT. (Ver Figura 3.25).

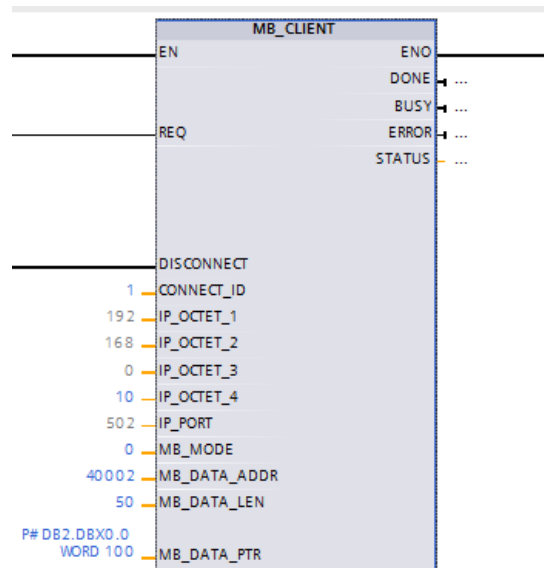


Figura 32.25 Configuración S7-1200

Fuente: Los Autores

En este bloque vamos a configurar los siguientes parámetros:

- Req: una marca tipo bool que sirve para hacer la llamada de comunicación.
- Disconnect: una marca tipo bool que sirve para deshacer la llamada de comunicación.
- Connect ID: la dirección del bloque si se van a hacer llamadas a diferentes Sentron el connect Id debe ser diferente para cada uno.
- IP Octed 1-4: es básicamente la dirección IP a la cual se va a acceder 192.168.0.10.
- IP_Port: es la dirección del puerto por default debe ser llenado con 502.
- Mb_Mode: es el modo de petición si se va a leer (0) o escribir (1) en nuestro caso vamos a leer los datos y se llena con 0.
- Mb_Data_Adrrs: Es la dirección inicial desde que se va a leer los datos.
- Mb_Data_Len: Longitud de datos o dirección final para leer los datos.
- Mb_Data_Ptr: Es la localidad de memoria donde se guardarán los datos recibidos, esta memoria debe ser un tipo Any de datos en formato Dword.

La potencia que se consume en el circuito va ser medida mediante el Sentron Pac 3200 y mediante la comunicación entre el Sentron y el S7-1200 va a ser guardada en una memoria del PLC el cual se podrá ser visto en el sistema Scada en la pantalla de consumo y monitoreo de parámetros eléctricos.(Ver Figura 3.26).



Figura 33.26 Potencia Sentron
Fuente: Los Autores

3.7 Sistema de Corte y reconexión.

Mediante los Breaker conectados a cada circuito ya sea de Iluminación y de Toma corrientes de diferente tipo como monofásicos 110 V , Bifásicos 220V y Trifásicos 220V se van a poder tener una señal de control tipo entrada que va a ir al módulo de entradas (Inputs) del PLC S7-1200.

Si existiese alguna falla o cortocircuito en cualquier circuito y salte el Breaker inmediatamente el sistema va a generar una alarma, y va a darnos la ubicación y referencia de donde se suscitó la falla (ver figura 3.27) el circuito en falla se pondrá en rojo y se necesitará que sea despejada la falla antes de que el circuito vuelva a ser energizado.

Cuando se haya revisado el circuito y cerciorándose que la falla haya sido superada se tendrá que accionar el Breaker pero el circuito no entrara en funcionamiento ya que por seguridad y control del Administrador solo se puede volver a energizar después de que se resetee la falla en el sistema mediante un botón reset que está presente en cada circuito.

Después de resetear la falla y si no existe ninguna otro evento, el circuito entrara en

funcionamiento nuevamente, además si existiese una falla que involucre a un laboratorio completo y se necesita resetear todos los circuitos se dispone de un reset maestro que resetea la falla en todos circuitos que componen al laboratorio (Ver figura 3.27). (Ver Figura 3.27).



Figura 34.27 Falla de Circuito
Fuente: Los Autores

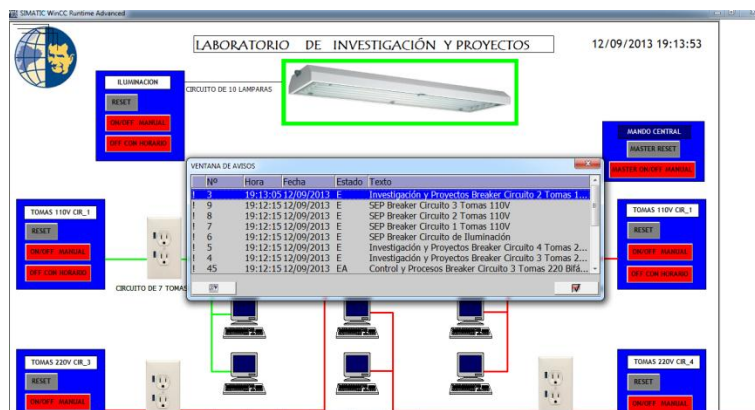


Figura 35.28 Ventana de Alarmas
Fuente: Los Autores

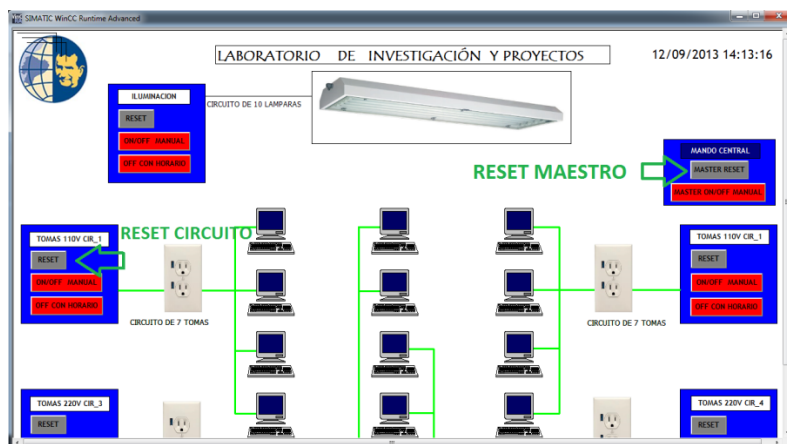


Figura 36.29 Reset Circuito y Master Reset
Fuente: Los Autores

Los laboratorios de Ingeniería Eléctrica tienen un horario de funcionamiento de lunes a sábado, en este horario es donde se ingresa en el sistema para administrar el uso eficiente de la energía. En el SCADA se pondrá en un pantalla el horario semanal de cada laboratorio, el día la hora de inicio o encendido y la hora de apagado de los circuitos, cuando el laboratorio este dentro de la hora programada se encenderán sus circuitos automáticamente y cuando termine su horario establecido se apagaran, si existiese algún cambio de horarios el administrador o coordinador de los laboratorios tendrá el acceso con un usuario y una clave para realizar cambios en el sistema.

Si existiese algún inconveniente con los circuitos encendidos dentro de horario por ejemplo las luminarias o circuitos de tomas que no vayan a ser utilizados existe una opción en el sistema para apagar manualmente los circuitos con un botón en cada circuito que se denomina ON/OFF Dentro de Horario el cual permite apagar los circuitos dentro de un horario de funcionamiento claro cabe mencionar que este botón tiene restricción de administrador. (Ver Figura 3.30).

	CIRCUITOS ELÉCTRICOS		ELECTROGANETISMO		INSTALACIONES CIVILES		INSTALACIONES INDUSTRIALES		SEP		INVESTIGACIÓN	
	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF
LUNES	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0
MARTES	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0
MIERCOLES	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0
JUEVES	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0
VIERNES	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0
SÁBADO	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0	0 : 0

Figura 37.30 Horarios Laboratorios
Fuente: Los Autores

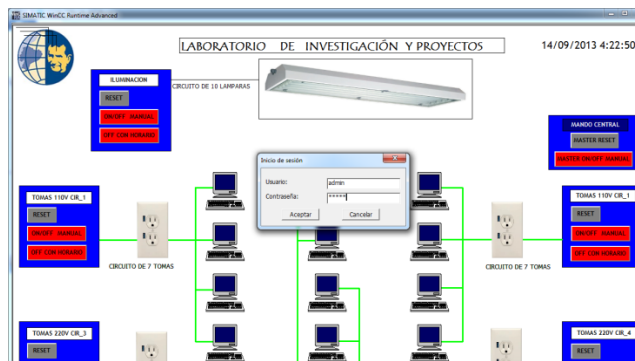


Figura 38.31 Administración de Usuarios
Fuente: Los Autores

Los datos que se generan en el Sistema Scada van a ser guardados en una base de datos que genera el Tía Portal por medio de la herramienta Ficheros, que nos ayuda a generar un archivo que contiene los variables que necesitamos guardar para el análisis pertinente.

Los ficheros constan de variables de fichero que no son nada más que las variables que deseamos archivar, en nuestro proyecto creamos 12 ficheros con 40 variables cada uno, esto es prácticamente los 12 laboratorios con sus variables. (Ver figura 3.32).

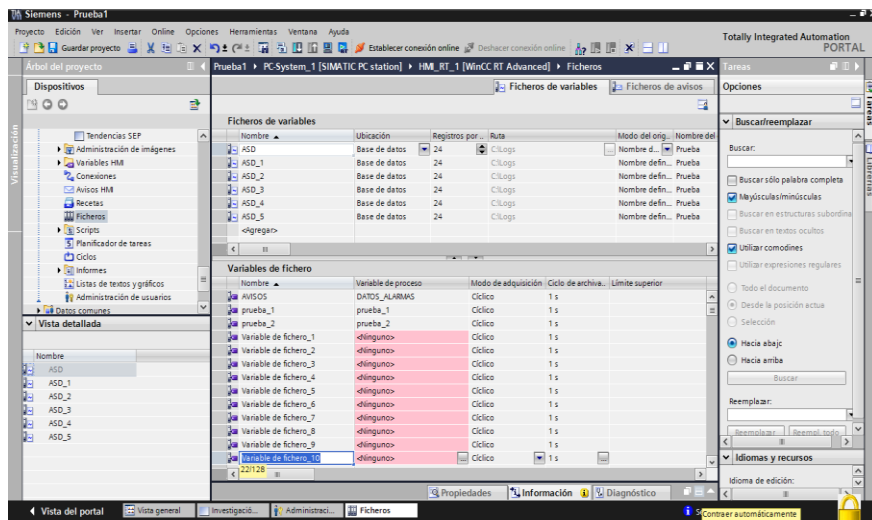


Figura 39.32 Ficheros
Fuente: Los Autores

Los Ficheros se pueden guardar en diferentes formatos como:

- 1- Base datos.
- 2- Archivos en Excel.
- 3- Archivos TXT.

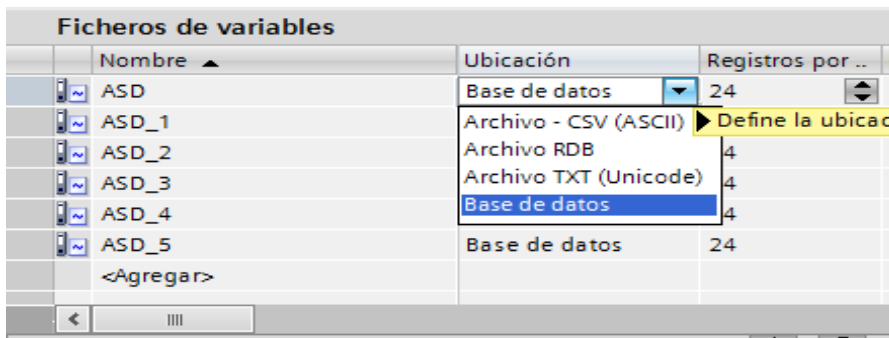


Figura 40.33 Tipo de Archivo a Generar
Fuente: Los Autores

Para nuestro proyecto vamos a generar una base de datos, pero el Tía Portal no genera la base de datos sino genera la lista de variables, la hora, fecha, y ciclo de actualización, para esto se necesita crear una base de datos para que el Tía Portal acceda a esta base y escribir las variables a guardar del Scada. Para nuestro Scada utilizamos el software Microsoft SQL Server 2005 y creamos una base de datos y después simplemente la guardamos y utilizamos el nombre y la ubicación para que en el software Tía Portal encuentre esa dirección y poder guardar los datos de la Tesis. (Ver Figura 3.34).

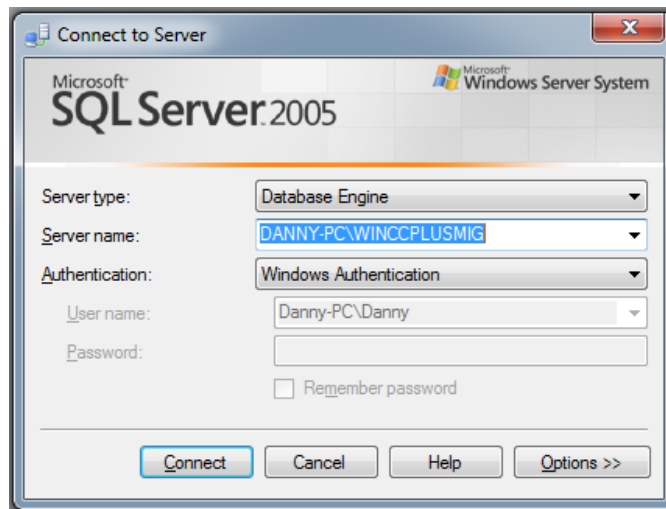


Figura 41.34 Microsoft SQL Server 2005
Fuente: Los Autores

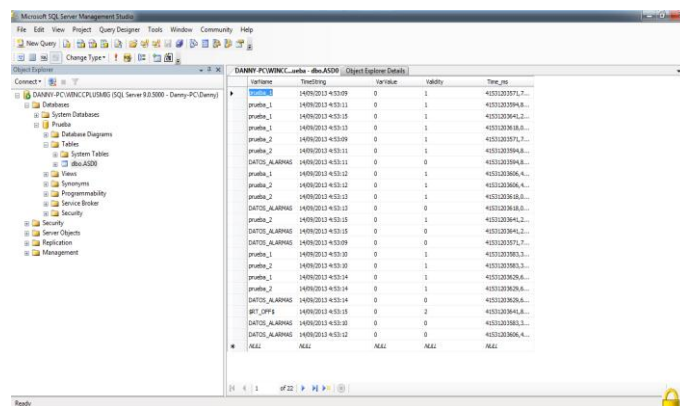


Figura 42.35 Base de Datos Microsoft SQL Server 2005
Fuente: Los Autores

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

El uso eficiente de la energía eléctrica representa un aspecto muy importante para la Universidad Politécnica Salesiana ya que se obtiene una serie de importantes beneficios cuando se logra tener un uso adecuado del mismo. Cuando aumentamos la eficiencia se disminuye actuales consumos de energía logrando de esta manera un ahorro y reducción de costos en el pago de planillas por esta causa, y por otra parte, al utilizar en forma eficiente la energía eléctrica, se reduce el consumo de combustibles utilizados para la generación y por ende se tienen menores emisiones CO₂, para lo cual se realiza un estudio del consumo en los laboratorio de Ingeniería Eléctrica. Ver Figura 4.1

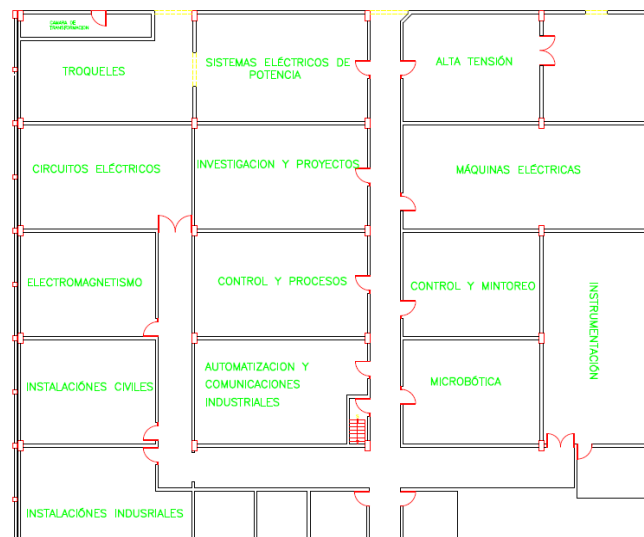


Figura 43.1 Laboratorios de Ingeniería Eléctrica
Fuente: Los Autores

4.1 Análisis Consumo de Energía

Al momento de realizar un análisis del uso de la energía eléctrica se debe de tener claro el consumo energético de todos los elementos que se encuentren formando parte de sistema, así como también entender el valor que va a ser facturado por la empresa distribuidora por esta causa y de esta manera tener una asignación de costos que permitan a los propietarios de las fábricas, edificios, etc. Tener cuidado en el uso indiscriminado de la energía y evitarse gastos innecesarios por esta causa.

4.1.1 Analizador de Energía Modelo 435 Serie II Fluke.

Para realizar el análisis del consumo se utilizó el analizador de energía y de la calidad eléctrica Modelo 435 Serie II Fluke. Ver Figura 4.2



Figura 44.2 Analizador de Energía y de la Calidad Eléctrica 435 Serie II Fluke
Fuente: Los Autores

El analizador de energía Fluke 435 Serie II como su póliza de seguros. No importa que pase en su instalación, con el 435 II, usted siempre estará preparado para solucionar cualquier problema en el estudio del consumo de energía. El analizador está equipado con avanzadas funciones de calidad de la energía y capacidades de monetización de la energía.

“En general el analizador tiene las siguientes características:

- *Captura de datos PowerWave – capture datos RMS reales para ver todas las formas de onda de modo que pueda determinar cómo interaccionan tensión, corriente y frecuencia.*
- *Eficiencia de Inversor de Potencia– eficiencia de los inversores de potencia*
- *Cuantificación monetaria de la energía – calcule el coste fiscal de la energía desperdiciada por una pobre calidad eléctrica.*
- *Análisis de la energía– mida el antes y el después para cuantificar las mejoras de la instalación en el consumo de energía, justificando el uso de los dispositivos de ahorro energético.*
- *Detección y resolución de problemas en primer nivel de actuación – diagnostique rápidamente los problemas en pantalla, de forma que pueda volver a poner los equipos en marcha.*
- *Mantenimiento predictivo – detecte y prevenga los problemas de calidad eléctrica antes de que produzcan tiempos de inactividad de la producción.*
- *Análisis a largo plazo – descubra problemas difíciles de detectar o intermitentes.*

- *Estudios de carga – compruebe la capacidad de los sistemas eléctricos antes de añadir la carga.*³

Con la utilización del analizador podremos realizar las mediciones de consumo de energía por cada laboratorio.

4.1.2 Medición del Consumo de Energía

Se realizó la medición del consumo de energía por cada laboratorio teniendo como resultado lo siguiente:

Laboratorio de Instrumentación



Figura 45.3 Laboratorio de Instrumentación
Fuente: Los Autores

El laboratorio está conformado con los siguientes equipos:(Ver Tabla 4.1).

Equipos	Cantidad
Computadoras	17
Lamp. Fluorescentes 3*20W	12
Proyector	1
Módulo Electrónica Digital	4
Modulo Instrumentación	2

Tabla 1.1 Equipos Laboratorio Instrumentación
Fuente: Los Autores

La potencia consumida en una hora a plena carga es la siguiente: (Ver Tabla 4.2).

³ (Fluke, 2013)

Equipos	Cantidad	Potencia (w)	Kwh
Computadoras	17	98,00	1,67
Lamp. Fluorescentes 3*40 w	12	19,30	0,23
Proyector	1	320,00	0,32
Módulo Electrónica Digital	4	0,00	0,00
Modulo Instrumentación	2	0,00	0,00
Total		437,30	2,22

Tabla 2.2 Potencia Consumida en Kwh por equipo en funcionamiento en Laboratorio Instrumentación
Fuente: Los Autores

La potencia total consumida en una hora es: **2,22Kwh.**

Podemos observar en la Figura 4.4 el consumo porcentual de los que equipos que se encuentran conectados y en funcionamiento.

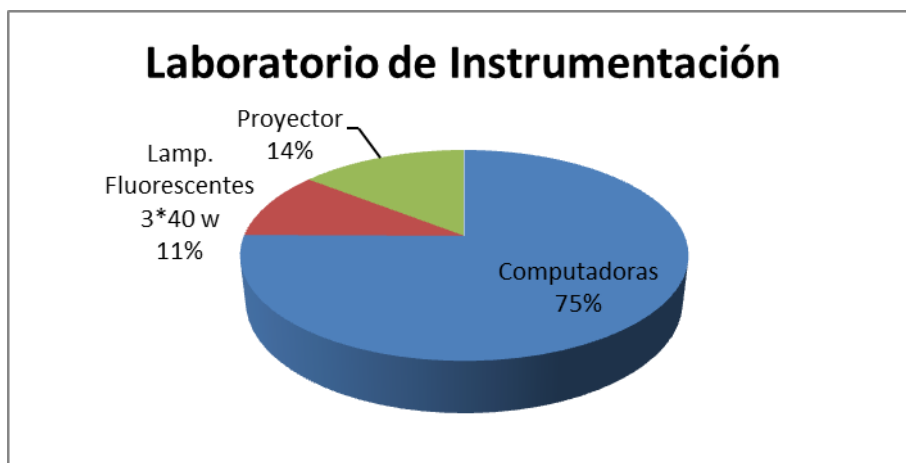


Figura 46.4 Consumo Laboratorio de Instrumentación con carga
Fuente: Los Autores

La potencia consumida en una hora sin carga con los equipos conectados tenemos que:
(Ver Tabla 4.3).

Equipos	Cantidad	Potencia (W)	Kwh
Computadoras	17	28,00	0,48
Lamp. Fluorescentes 3*40 w	12	2,25	0,03
Proyector	1	19,60	0,02
Módulo Electrónica Digital	4	0,00	0,00
Modulo Instrumentación	2	0,00	0,00
Total		49,85	0,52

Tabla 3.3 Potencia Consumida en Kwh por equipo apagado en Laboratorio de Instrumentación
Fuente: Los Autores

La potencia total consumida en una hora es: **0,52Kwh.**

Podemos observar en la Figura 4.5 el consumo porcentual de los que equipos que se encuentran conectados solamente sin estar en funcionamiento.

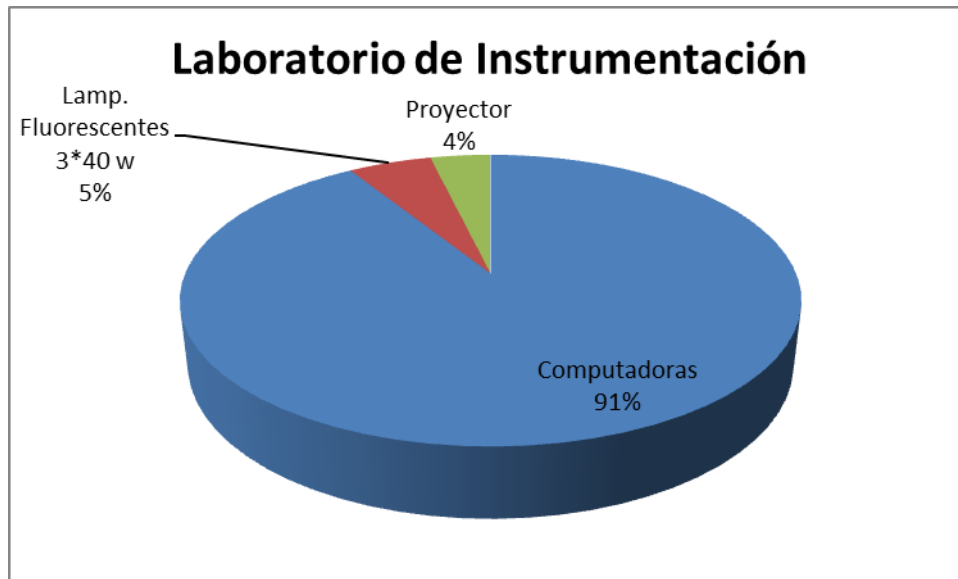


Figura 47.5 Consumo Laboratorio de Instrumentación sin carga
Fuente: Los Autores

Estado actual de las instalaciones. (Ver Figura 4.6).



Figura 48.6 Consumo Laboratorio de Instrumentación sin carga
Fuente: Los Autores

Laboratorio de Microbótica



Figura 49.7 Laboratorio de Microbótica
Fuente: Los Autores

El laboratorio está conformado con los siguientes equipos: (Ver Tabla 4.4).

Equipos	Cantidad
Computadoras	25
Focos incandescentes	29
Proyector	1
Rack	1

Tabla 4.4 Equipos Laboratorio de Microbótica
Fuente: Los Autores

La potencia consumida en una hora a plena carga es la siguiente: (Ver Tabla 4.5).

Equipos	Cantidad	Potencia (W)	Kwh
Computadoras	25	88,000	2,200
Focos Incandescentes	29	58,000	1,682
Proyector	1	305,000	0,305
Rack	1	70,000	0,070
Total		521,000	4,257

Tabla 5.5 Potencia Consumida en Kwh por equipo en funcionamiento en Laboratorio de Microbótica
Fuente: Los Autores

La potencia total consumida en una hora es: **4,257 Kwh.**

Podemos observar en la Figura 4.8 el consumo porcentual de los que equipos que se encuentran conectados y en funcionamiento.

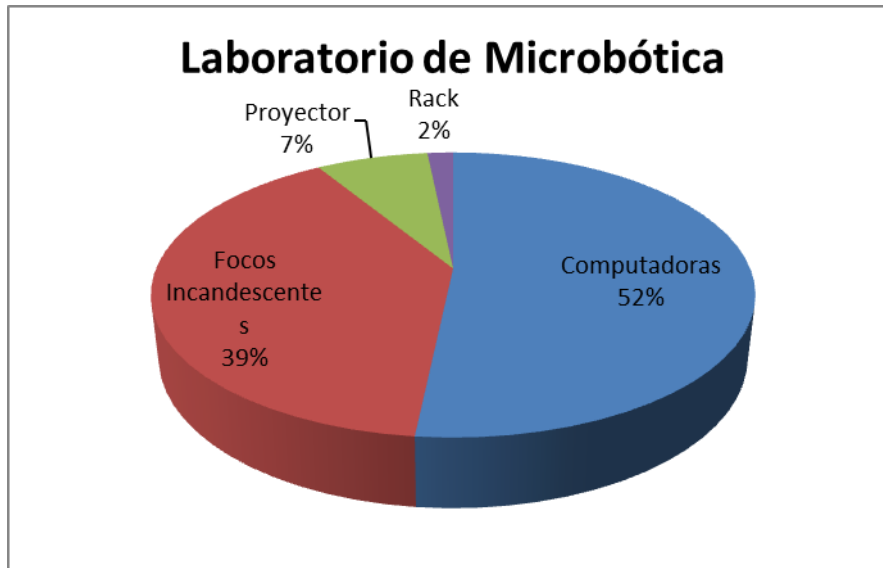


Figura 50.8 Consumo de Energía en Kwh a plena carga
Fuente: Los Autores

La potencia consumida en una hora sin carga es la siguiente: (Ver Tabla 4.6).

Equipos	Cantidad	Potencia (W)	Kwh
Computadoras	25	24,000	0,600
Focos Incandescentes	29	2,000	0,058
Proyector	1	18,000	0,018
Rack	1	15,000	0,015
Total		59,000	0,691

Tabla 6.6 Potencia Consumida en Kwh por equipo apagado en Laboratorio de Microbótica
Fuente: Los Autores

La potencia total consumida en una hora es: **0,691 Kwh.**

Podemos observar en la Figura 4.9 el consumo porcentual de los que equipos que se encuentran conectados pero no se encuentran en funcionamiento.

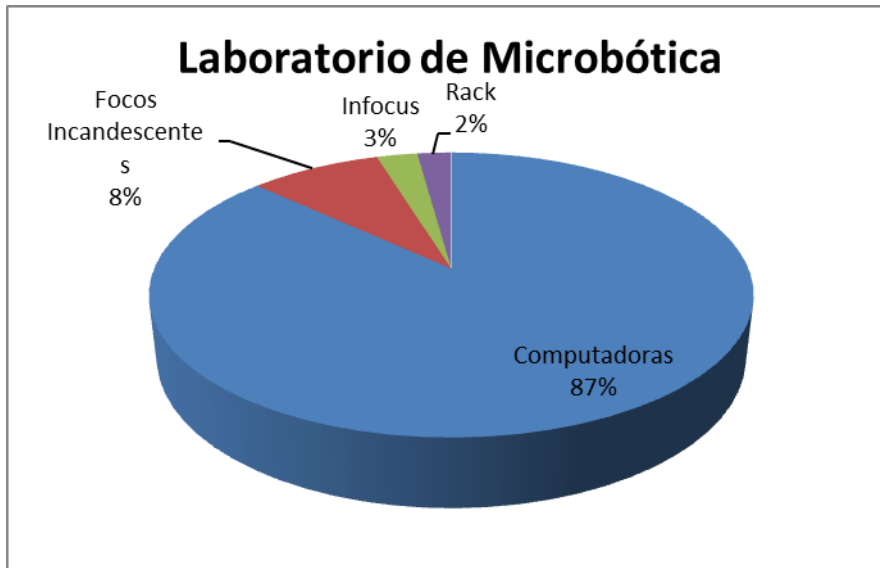


Figura 51.9 Consumo en Kwh del Laboratorio de Microbótica sin carga
Fuente: Los Autores

Un punto a tomar en cuenta que también genera pérdidas es el mal estado de las instalaciones existentes. (Ver Figura 4.10).



Figura 52.10 Instalaciones Laboratorio de Microbótica
Fuente: Los Autores

Laboratorio de Control y Monitoreo



Figura 53.11 Laboratorio de Control y Monitoreo
Fuente: Los Autores

El laboratorio está conformado con los siguientes equipos: (Ver Tabla 4.7).

Equipos	Cantidad
Computadoras	6
Lamp. Fluorescentes 3 *40w	8
Proyector	1
Módulos Banco de Accionamiento 220 V	6
Banda Transportadora	1

Tabla 7.7 Equipos Laboratorio de Control y Monitoreo
Fuente: Los Autores

La potencia consumida en una hora a plena carga es la siguiente: (Ver Tabla 4.8).

Equipos	Cantidad	Potencia (w)	Kwh
Computadoras	6	102,000	0,6120
Lamp. Fluorescentes 3 *40w	8	20,100	0,1608
Proyector	1	295,000	0,2950
Módulos Banco de Accionamiento 220 V	6	335,000	2,0100
Banda Transportadora	1	85,000	0,0850
Total		837,100	3,163

Tabla 8.8 Potencia Consumida en Kwh por equipo en funcionamiento en Laboratorio de Control y Monitoreo.

Fuente: Los Autores

La potencia total consumida en una hora es: **3,163Kwh.**

Podemos observar en la Figura 4.12 el consumo porcentual de los que equipos que se encuentran conectados y en funcionamiento.

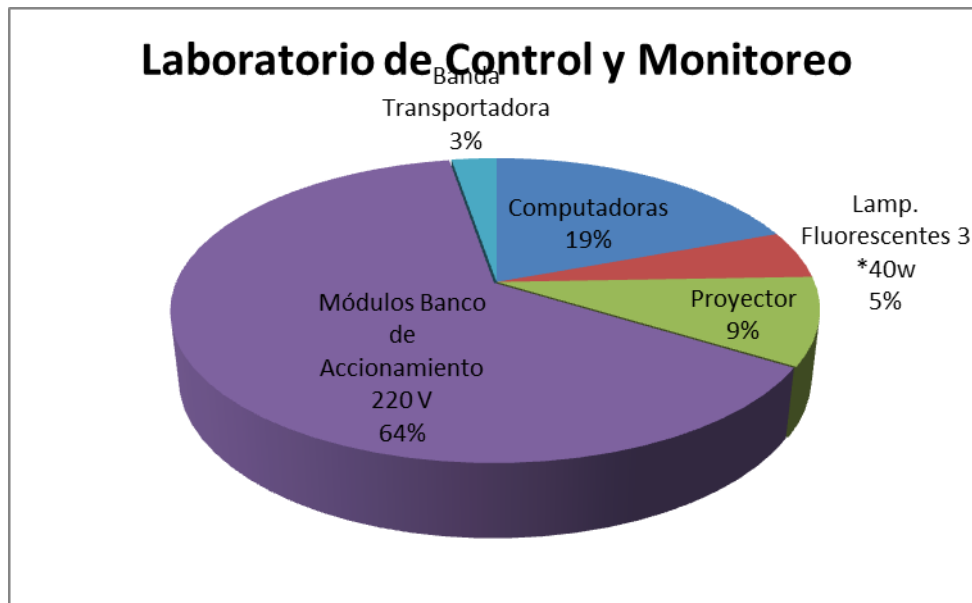


Figura 54.12 Consumo de Energía en Kwh a plena carga
Fuente: Los Autores

La potencia consumida en una hora sin carga es la siguiente: (Ver Tabla 4.9).

Equipos	Cantidad	Potencia (w)	Kwh
Computadoras	6	29,000	0,174
Lamp. Fluorescentes 3 *40w	8	2,400	0,019
Proyector	1	25,000	0,025
Módulos Banco de Accionamiento 220 V	6	45,000	0,270
Banda Transportadora	1	15,000	0,015
Total		116,400	0,503

Tabla 9.9 Potencia Consumida en Kwh por equipo apagado en Laboratorio de Control y Monitoreo
Fuente: Los Autores

La potencia total consumida en una hora es: **0,503 Kwh.**

Podemos observar en la Figura 4.13 el consumo porcentual de los que equipos que se encuentran conectados pero no se encuentran en funcionamiento.

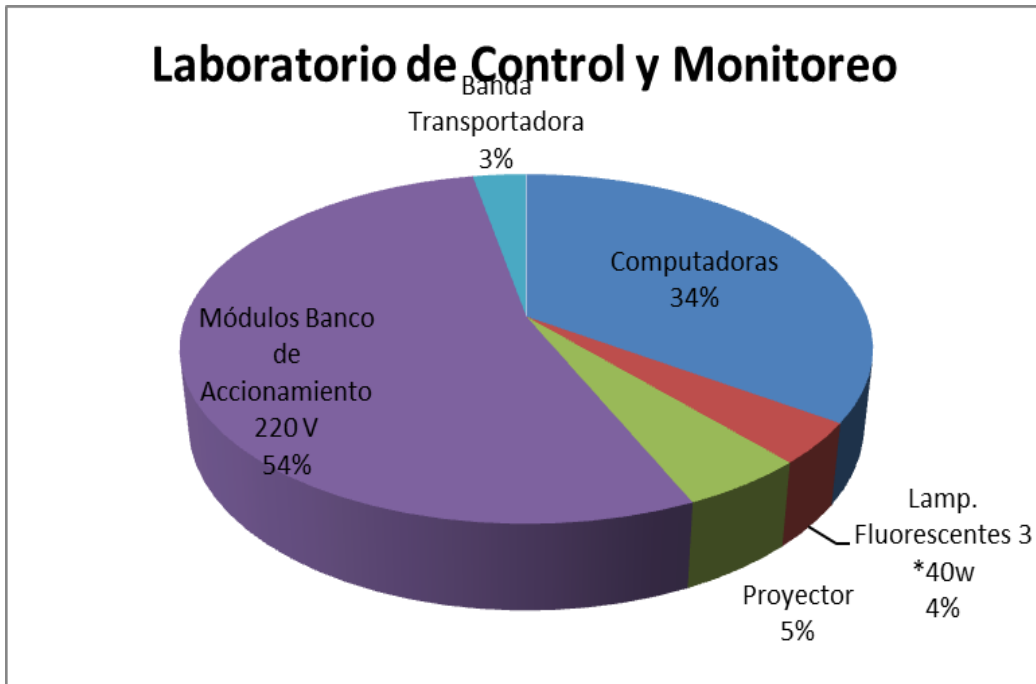


Figura 55.13 Consumo en Kwh del Laboratorio de Control y monitoreo sin carga
Fuente: Los Autores

Un punto a tomar en cuenta que también genera pérdidas es el mal estado de las instalaciones existentes. (Ver Figura 4.14).



Figura 56.14 Instalaciones Laboratorio de Monitoreo y Control
Fuente: Los Autores

Laboratorio de Máquinas Eléctricas



Figura 57.15 Laboratorio de Control y Monitoreo
Fuente: Los Autores

El laboratorio está conformado con los siguientes equipos: (Ver Tabla 4.10).

Equipos	Cantidad
Computadoras	7
Lamp. Fluorescentes 3 *40w	12
Proyector	1
Rack	1
Módulos de Monitoreo	6
Módulos de Control	6
Módulo de Control	2

Tabla 10.10 Equipos Laboratorio de Máquinas Eléctricas
Fuente: Los Autores

La potencia consumida en una hora a plena carga es la siguiente: (Ver Tabla 4.11).

Equipos	Cantidad	Potencia (w)	Kwh
Computadoras	6	96,000	0,576
Lamp. Fluorescentes 3 *40w	12	19,900	0,238
Proyector	1	303,000	0,303
Rack	1	55,000	0,055
Módulos de Monitoreo	6	355,000	2,130
Módulos de Control	6	355,000	2,130
Módulos de Control	2	355,000	0,710
Total		1538,900	6,143

Tabla 11.11 Potencia Consumida en Kwh por equipo en funcionamiento en Laboratorio de Máquinas Eléctricas
Fuente: Los Autores

La potencia total consumida en una hora es: **6,143Kwh.**

Podemos observar en la Figura 4.16 el consumo porcentual de los que equipos que se encuentran conectados y en funcionamiento.

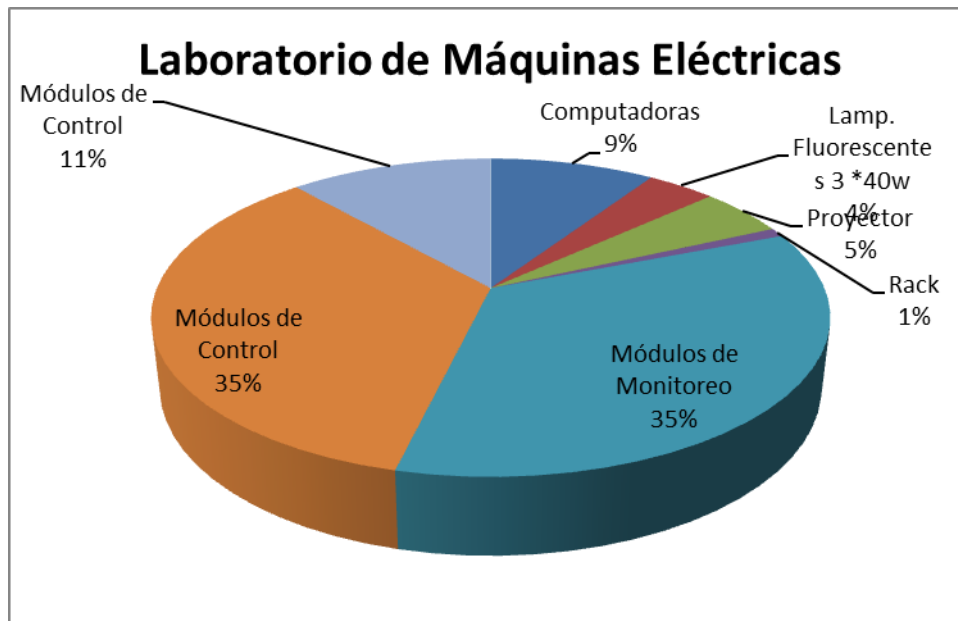


Figura 58.16 Consumo de Energía en Kwh a plena carga
Fuente: Los Autores

La potencia consumida en una hora sin carga es la siguiente: (Ver Tabla 4.12).

Equipos	Cantidad	Potencia (w)	Kwh
Computadoras	6	23,000	0,138
Lamp. Fluorescentes 3 *40w	8	1,950	0,016
Proyector	1	25,000	0,025
Rack	1	13,000	0,013
Módulos de Monitoreo	6	32,000	0,192
Módulos de Control	6	35,000	0,210
Módulos de Control	2	35,000	0,070
Total		164,950	0,664

Tabla 12.12 Potencia Consumida en Kwh por equipo apagado en Máquinas Eléctricas
Fuente: Los Autores

La potencia total consumida en una hora es: **0,664 Kwh.**

Podemos observar en la Figura 4.17 el consumo porcentual de los que equipos que se encuentran conectados pero no se encuentran en funcionamiento.

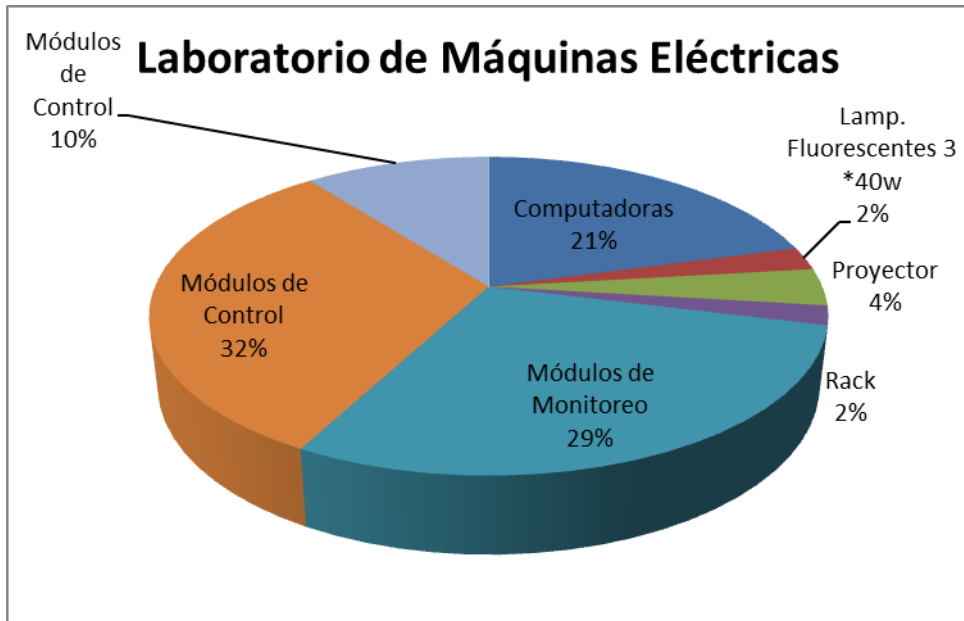


Figura 59.17 Consumo en Kwh del Laboratorio de Máquinas Eléctricas sin carga
Fuente: Los Autores

Un punto a tomar en cuenta que también genera pérdidas es el mal estado de las instalaciones existentes. (Ver Figura 4.18).

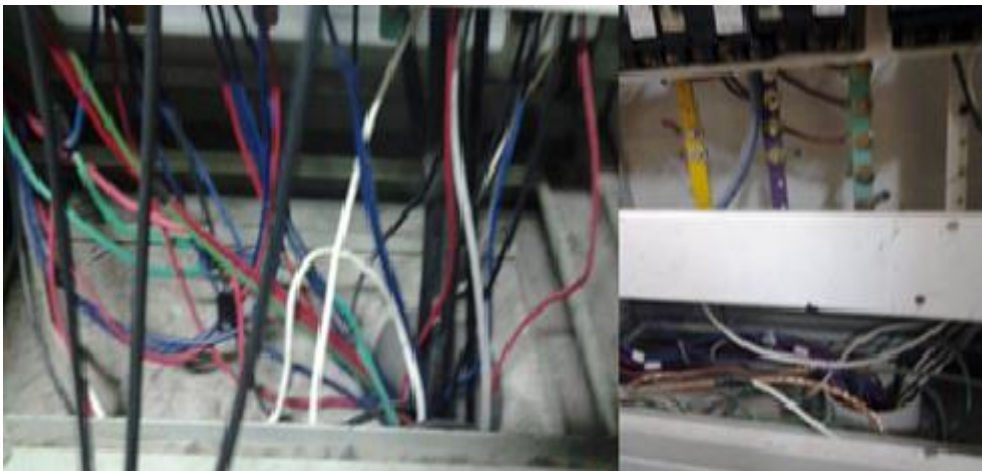


Figura 60.18 Instalaciones Máquinas Eléctricas
Fuente: Los Autores

Laboratorio de Alta Tensión



Figura 61.19 Laboratorio de Alta Tensión
Fuente: Los Autores

El laboratorio está conformado con los siguientes equipos: (Ver Tabla 4.13).

Equipos	Cantidad
Computadoras	1
Lamp. Fluorescentes 2 *40w	8
Lamp. Fluorescentes 3 *40w	6
Proyector	1

Tabla 13.13 Equipos Laboratorio de Alta Tensión
Fuente: Los Autores

La potencia consumida en una hora a plena carga es la siguiente: (Ver Tabla 4.14).

Equipos	Cantidad	Potencia (w)	Kwh
Computadoras	6	96,000	0,576
Lamp. Fluorescentes 2 *40w	8	18,900	0,151
Lamp. Fluorescentes 3 *40w	6	21,500	0,129
Proyector	1	303,000	0,303
Total		439,400	1,159

Tabla 14.14 Potencia Consumida en Kwh por equipo en funcionamiento en Laboratorio de Alta Tensión
Fuente: Los Autores

La potencia total consumida en una hora es: **1,159Kwh.**

Podemos observar en la Figura 4.20 el consumo porcentual de los que equipos que se encuentran conectados y en funcionamiento.

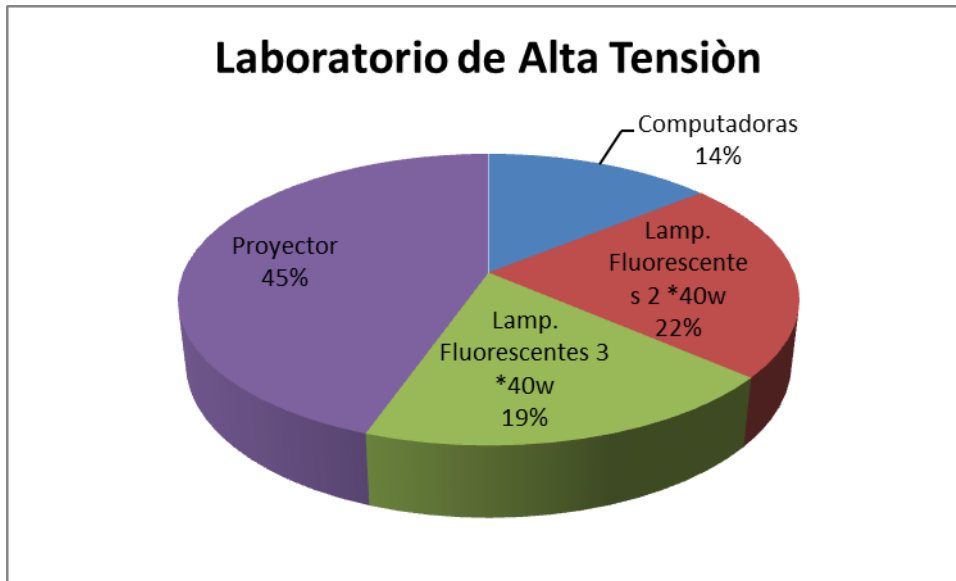


Figura 62.20 Consumo de Energía en Kwh a plena carga
Fuente: Los Autores

La potencia consumida en una hora sin carga es la siguiente: (Ver Tabla 4.15).

Equipos	Cantidad	Potencia (w)	Kwh
Computadoras	1	23,000	0,023
Lamp. Fluorescentes 2*40w	8	1,655	0,013
Lamp. Fluorescentes 3 *40w	6	1,888	0,011
Proyector	1	25,000	0,025
Total		51,543	0,073

Tabla 15.15 Potencia Consumida en Kwh por equipo apagado en Laboratorio de Alta tensión
Fuente: Los Autores

La potencia total consumida en una hora es: **0,073 Kwh**

Podemos observar en la Figura 4.21 el consumo porcentual de los que equipos que se encuentran conectados pero no se encuentran en funcionamiento.

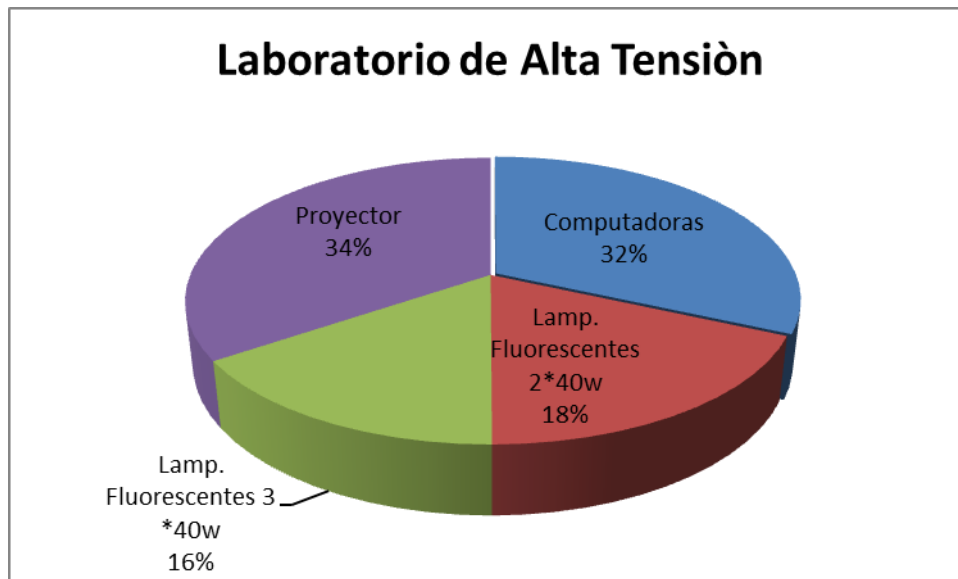


Figura 63.21 Consumo en Kwh del Laboratorio de Alta Tensión sin carga
Fuente: Los Autores

Laboratorio de Sistemas Eléctricos Potencia



Figura 64.22 Laboratorio de Sistema eléctricos de Potencia
Fuente: Los Autores

El laboratorio está conformado con los siguientes equipos: (Ver Tabla 4.16).

Equipos	Cantidad
Computadoras	25
Lamp. Fluorescentes 2 *40w	10
Proyector	1
Rack	1

Tabla 16.16 Equipos Laboratorio de Sistema Eléctricos de Potencia

Fuente: Los Autores

La potencia consumida en una hora a plena carga es la siguiente: (Ver Tabla 4.17).

Equipos	Cantidad	Potencia (w)	Kwh
Computadoras	1	104,000	0,104
Lamp. Fluorescentes 2 *40w	8	23,560	0,188
Proyector	6	345,000	2,070
Rack	1	74,350	0,074
Total		546,910	2,437

Tabla 17.17 Potencia Consumida en Kwh por equipo en funcionamiento en Laboratorio de Sistemas Eléctrico de Potencia
Fuente: Los Autores

La potencia total consumida en una hora es: **2,437Kwh.**

Podemos observar en la Figura 4.23 el consumo porcentual de los que equipos que se encuentran conectados y en funcionamiento.

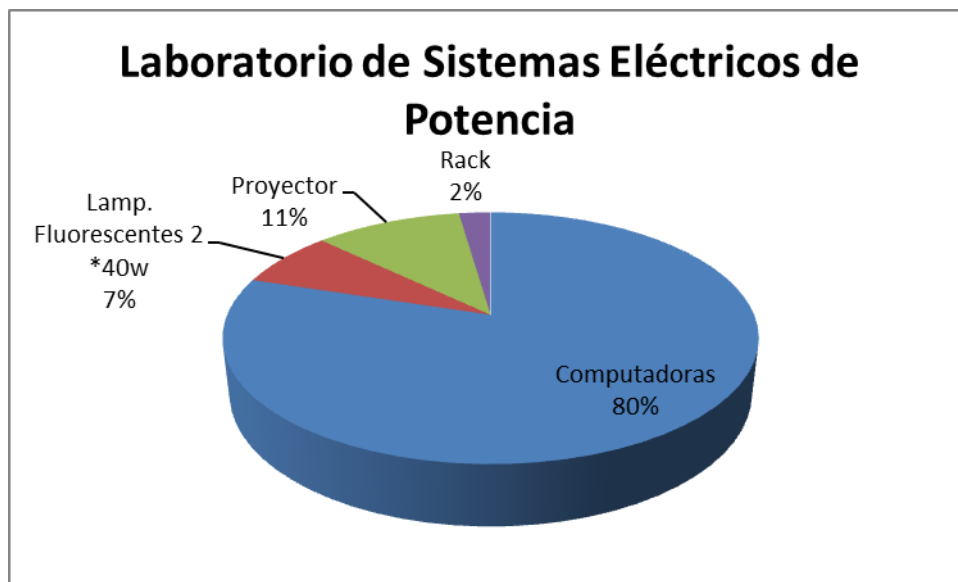


Figura 65.23 Consumo de Energía en Kwh a plena carga
Fuente: Los Autores

La potencia consumida en una hora sin carga es la siguiente: (Ver Tabla 4.18)

Equipos	Cantidad	Potencia (w)	Kwh
Computadoras	25	17,000	0,425
Lamp. Fluorescentes 2*40w	10	1,955	0,020
Proyector	1	21,550	0,022
Rack	1	17,850	0,018
Total		58,355	0,484

Tabla 18.18 Potencia Consumida en Kwh por equipo apagado en Laboratorio de Sistemas Eléctricos de Potencia
Fuente: Los Autores

La potencia total consumida en una hora es: **0,484 Kwh.**

Podemos observar en la Figura 4.24 el consumo porcentual de los que equipos que se encuentran conectados pero no se encuentran en funcionamiento.

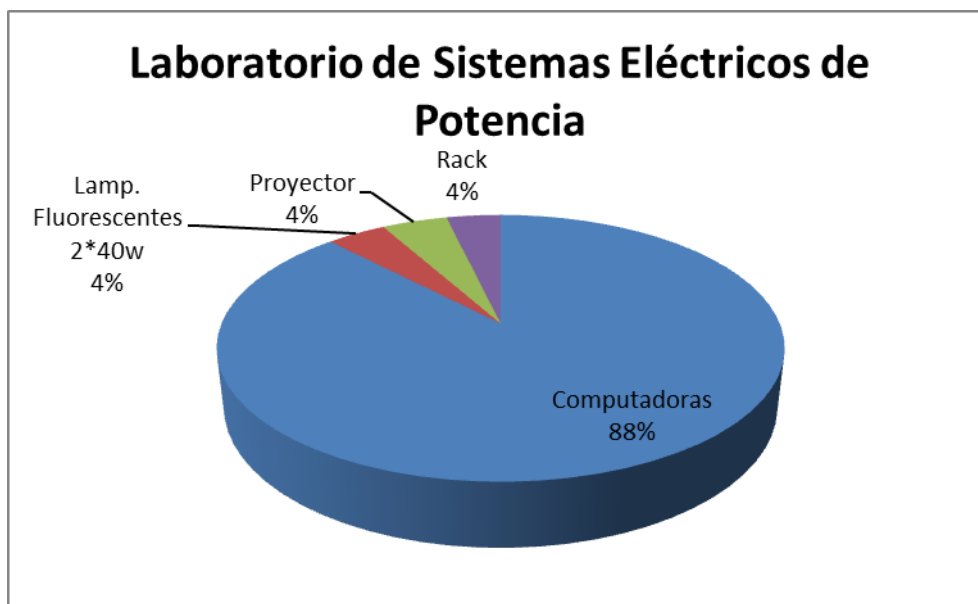


Figura 66.24 Consumo en Kwh del Laboratorio de Sistemas Eléctrico de Potencia sin carga
Fuente: Los Autores

Un punto a tomar en cuenta que también genera pérdidas es el mal estado de las instalaciones existentes. (Ver Figura 4.25)



Figura 67.25 Instalaciones Laboratorio Sistemas Eléctricos de Potencia
Fuente: Los Autores

Laboratorio de Investigación y Proyectos



Figura 68.26 Laboratorio de Investigación y Proyectos
Fuente: Los Autores

El laboratorio está conformado con los siguientes equipos: (Ver Tabla 4.19).

Equipos	Cantidad
Computadoras	9
Lamp. Fluorescentes 2 *40w	10
Proyector	1
Impresora	1
Rack	1

Tabla 19.19 Equipos Laboratorio de Investigación y Proyectos
Fuente: Los Autores

La potencia consumida en una hora a plena carga es la siguiente: (Ver Tabla 4.20).

Equipos	Cantidad	Potencia (w)	Kwh
Computadoras	9	98,560	0,887
Lamp. Fluorescentes 2 *40w	10	19,350	0,194
Proyector	1	218,560	0,219
Impresora		150,000	0,150
Rack	1	45,670	0,046
Total		532,140	1,495

Tabla 20.20 Potencia Consumida en Kwh por equipo en funcionamiento en Laboratorio de Investigación y Proyectos
Fuente: Los Autores

La potencia total consumida en una hora es: **1,495Kwh**

Podemos observar en la Figura 4.27 el consumo porcentual de los que equipos que se encuentran conectados y en funcionamiento.



Figura 69.27 Consumo de Energía en Kwh a plena carga
Fuente: Los Autores

La potencia consumida en una hora sin carga es la siguiente: (Ver Tabla 4.21).

Equipos	Cantidad	Potencia (w)	Kwh
Computadoras	9	17,000	0,153
Lamp. Fluorescentes 2*40w	10	1,955	0,020
Proyector	1	21,550	0,022
Impresora	1	13,560	0,014
Rack	1	17,850	0,018
Total		71,915	0,226

Tabla 21.21 Potencia Consumida en Kwh por equipo apagado en Laboratorio de Investigación y proyectos
Fuente: Los Autores

La potencia total consumida en una hora es: **0,226 Kwh.**

Podemos observar en la Figura 4.28 el consumo porcentual de los que equipos que se encuentran conectados pero no se encuentran en funcionamiento.



Figura 70.28 Consumo en Kwh del Laboratorio de Investigación y Proyectos sin carga
Fuente: Los Autores

Un punto a tomar en cuenta que también genera pérdidas es el mal estado de las instalaciones existentes. (Ver Figura 4.29).



Figura 71.29 Instalaciones Laboratorio Investigación y Proyectos
Fuente: Los Autores

Laboratorio de Control y Procesos



Figura 72.30 Control y Procesos
Fuente: Los Autores

El laboratorio está conformado con los siguientes equipos: (Ver Tabla 4.22).

Equipos	Cantidad
Computadoras	15
Lamp. Fluorescentes 2 *40w	10
Proyector	1
Banda Transportadora	1
Sistema MPS-SA	1
Torno SS EMCO	1

Tabla 22.22 Equipos Laboratorio de Control y Procesos
Fuente: Los Autores

La potencia consumida en una hora a plena carga es la siguiente: (Ver Tabla 4.23).

Equipos	Cantidad	Potencia (w)	Kwh
Computadoras	15	96,700	1,451
Lamp. Fluorescentes 2 *40w	10	19,350	0,194
Proyector	1	318,560	0,319
Banda Transportadora	1	0,000	-
Sistema MPS-SA	1	0,000	-
Torno SS EMCO	1	0,000	-
Total		434,610	1,963

Tabla 23.23 Potencia Consumida en Kwh por equipo en funcionamiento en Laboratorio de Control y procesos
Fuente: Los Autores

La potencia total consumida en una hora es: **1,963Kwh.**

Podemos observar en la Figura 4.31 el consumo porcentual de los que equipos que se encuentran conectados y en funcionamiento.

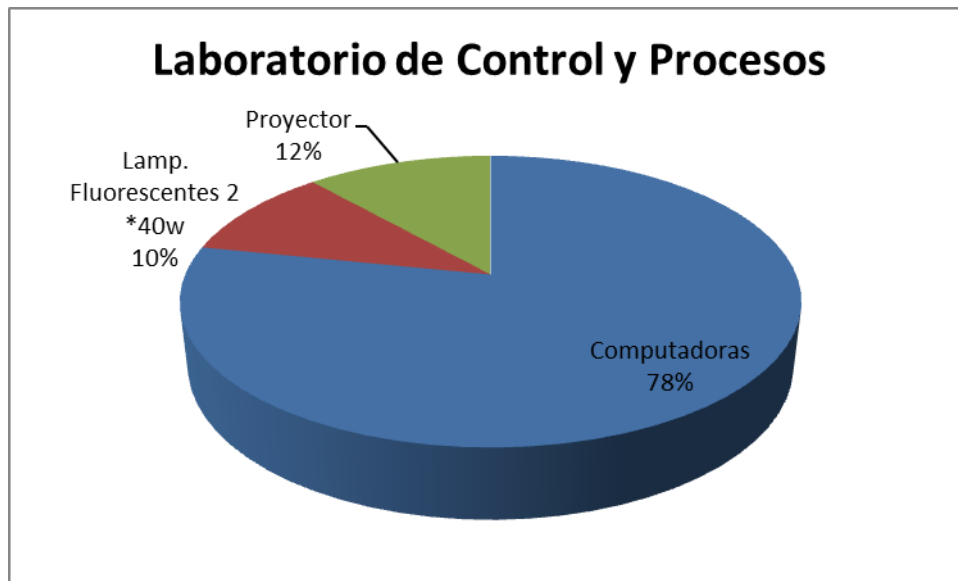


Figura 73.31 Consumo de Energía en Kwh a plena carga
Fuente: Los Autores

La potencia consumida en una hora sin carga es la siguiente: (Ver Tabla 4.24).

Equipos	Cantidad	Potencia (w)	Kwh
Computadoras	15	21,000	0,315
Lamp. Fluorescentes 2*40w	10	2,955	0,030
Proyector	1	25,550	0,026
Banda Transportadora	1	0,000	0,000
Sistema MPS-SA	1	0,000	0,000
Torno SS EMCO	1	0,000	0,000
Total		49,505	0,370

Tabla 24.24 Potencia Consumida en Kwh por equipo apagado en Laboratorio de Control y Procesos
Fuente: Los Autores

La potencia total consumida en una hora es: **0,370 Kwh.**

Podemos observar en la Figura 4.32 el consumo porcentual de los que equipos que se encuentran conectados pero no se encuentran en funcionamiento.

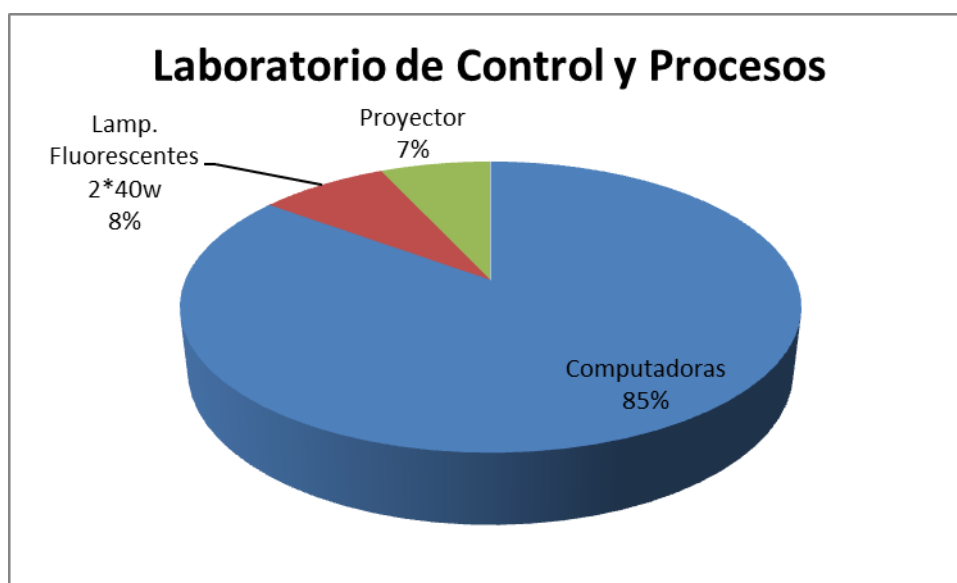


Figura 74.32 Consumo en Kwh del Laboratorio de Investigación y Proyectos sin carga
Fuente: Los Autores

Un punto a tomar en cuenta que también genera pérdidas es el mal estado de las instalaciones existentes. (Ver Figura 4.33).



Figura 75.33 Instalaciones Laboratorio Control y Procesos

Fuente: Los Autores

Laboratorio de Automatización y Comunicación Industrial



Figura 76.34 Automatización y Comunicaciones Industriales

Fuente: Los Autores

En el laboratorio está conformado con los siguientes equipos: (Ver Tabla 4.25).

Laboratorio de Automatización y Comunicación Industrial	
Equipos	Cantidad
Computadoras	25
Lamp. Fluorescentes 2 *40w	10
Proyector	1
Rack	1
PLC's-HMI	12

Tabla 25.25 Equipos Laboratorio de Automatización y Comunicaciones Industriales

Fuente: Los Autores

La potencia consumida en una hora a plena carga es la siguiente: (Ver Tabla 4.26).

Laboratorio de Automatización y Comunicación Industrial			
Equipos	Cantidad	Potencia (w)	Kwh
Computadoras	25	89,744	2,244
Lamp. Fluorescentes 2 *40w	10	22,350	0,224
Proyector	1	335,560	0,336
Rack	1	73,250	0,073
PLC´s-HMI	1	12,000	0,012
Total		532,904	2,888

Tabla 26.26 Potencia Consumida en Kwh por equipo en funcionamiento en Laboratorio de Automatización y Comunicación Industrial.

Fuente: Los Autores

La potencia total consumida en una hora es: **2,888Kwh.**

Podemos observar en la Figura 4.35 el consumo porcentual de los que equipos que se encuentran conectados y en funcionamiento.

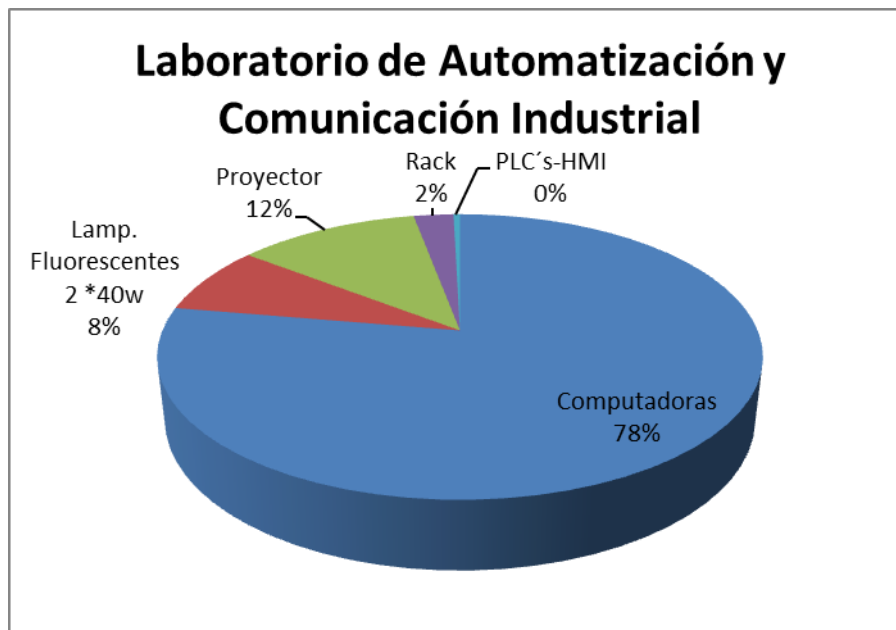


Figura 77.35 Consumo de Energía en Kwh a plena carga

Fuente: Los Autores

La potencia consumida en una hora sin carga es la siguiente: (Ver Tabla 4.27).

Equipos	Cantidad	Potencia (w)	Kwh
Computadoras	15	26,000	0,390
Lamp. Fluorescentes 2*40w	10	1,955	0,020
Proyector	1	22,450	0,022
Rack	1	13,000	0,013
PLC´s-HMI	1	0,980	0,001
Total		64,385	0,446

Tabla 27.27 Potencia Consumida en Kwh por equipo apagado en Laboratorio de Automatización y comunicación Industrial.

Fuente: Los Autores

La potencia total consumida en una hora es: **0,446 Kwh.**

Podemos observar en la Figura 4.36 el consumo porcentual de los que equipos que se encuentran conectados pero no se encuentran en funcionamiento.

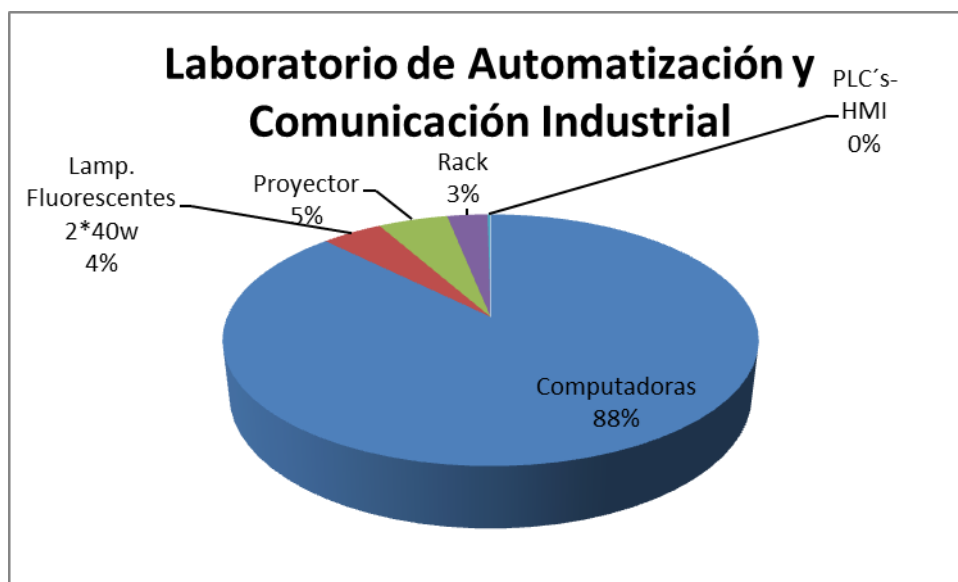


Figura 78.36 Consumo en Kwh del Laboratorio de Automatización y Comunicación Industrial sin carga

Fuente: Los Autores

Un punto a tomar en cuenta que también genera pérdidas es el mal estado de las instalaciones existentes. (Ver Figura 4.37).



Figura 79.37 Instalaciones Laboratorio de Automatización y Comunicación Industrial
Fuente: Los Autores

Laboratorio de Instalaciones Industriales



Figura 80.38 Instalaciones Industriales
Fuente: Los Autores

El laboratorio está conformado con los siguientes equipos: (Ver Tabla 4.28).

Equipos	Cantidad
Módulos de Control Industrial	25
Lamp. Fluorescentes 2 *40w	10
Proyector	1

Tabla 28.28 Equipos Laboratorio de Instalaciones Industriales
Fuente: Los Autores

La potencia consumida en una hora a plena carga es la siguiente: (Ver Tabla 4.29).

Equipos	Cantidad	Potencia (w)	Kwh
Módulos de Control Industrial	20	345,000	6,900
Lamp. Fluorescentes 2 *40w	10	18,350	0,184
Proyector	1	295,560	0,296
Total		658,910	7,379

Tabla 29.29 Potencia Consumida en Kwh por equipo en funcionamiento en Laboratorio de Instalaciones Industriales

Fuente: Los Autores

La potencia total consumida en una hora es: **7,379 Kwh.**

Podemos observar en la Figura 4.39 el consumo porcentual de los que equipos que se encuentran conectados y en funcionamiento.

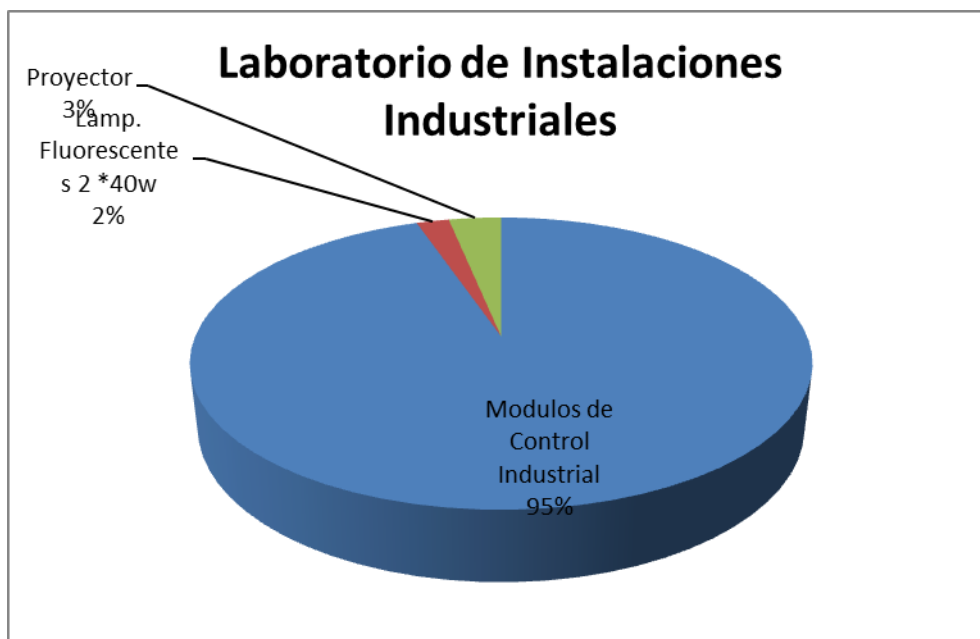


Figura 81.39 Consumo de Energía en Kwh a plena carga

Fuente: Los Autores

La potencia consumida en una hora sin carga es la siguiente: (Ver Tabla 4.30).

Equipos	Cantidad	Potencia (w)	Kwh
Módulos de Control Industrial	15	18,000	0,270
Lamp. Fluorescentes 2*40w	10	1,955	0,020
Proyector	1	22,450	0,022
Total		42,405	0,312

Tabla 30.30 Potencia Consumida en Kwh por equipo apagado en Laboratorio de Instalaciones Industriales.
Fuente: Los Autores

La potencia total consumida en una hora es: **0,312 Kwh**

Podemos observar en la Figura 4.40 el consumo porcentual de los que equipos que se encuentran conectados pero no se encuentran en funcionamiento.

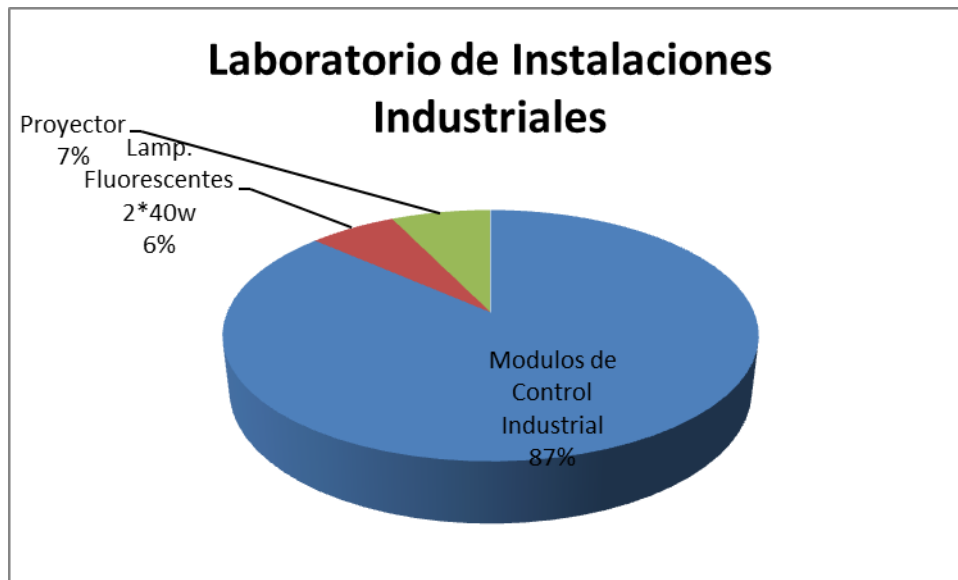


Figura 82.40 Consumo en Kwh del Laboratorio de Instalaciones Industriales sin carga
Fuente: Los Autores

Un punto a tomar en cuenta que también genera pérdidas es el mal estado de las instalaciones existentes. (Ver Figura 4.41).



Figura 83.41 Instalaciones Laboratorio de Instalaciones Industriales
Fuente: Los Autores

Laboratorio de Instalaciones Civiles



Figura 84.42 Instalaciones Civiles
Fuente: Los Autores

El laboratorio está conformado con los siguientes equipos: (Ver Tabla 4.31)

Equipos	Cantidad
Módulos de Instalaciones Civiles	20
Módulos de Porteros y Cerraduras Eléctricas	6
Lamp. Fluorescentes 2 *40w	10
Proyector	1

Tabla 31.31 Equipos Laboratorio de Instalaciones Civiles
Fuente: Los Autores

La potencia consumida en una hora a plena carga es la siguiente: (Ver Tabla 4.32).

Equipos	Cantidad	Potencia (w)	Kwh
Módulos de Instalaciones Civiles	20	232,000	4,640
Módulos de Porteros y Cerraduras Eléctricas	6	15,000	0,090
Lamp. Fluorescentes 2 *40w	10	18,350	0,184
Proyector	1	295,560	0,296
Total		560,910	5,209

Tabla 32.32 Potencia Consumida en Kwh por equipo en funcionamiento en Laboratorio de Instalaciones Civiles.

Fuente: Los Autores

La potencia total consumida en una hora es: **5,209 Kwh.**

Podemos observar en la Figura 4.43 el consumo porcentual de los que equipos que se encuentran conectados y en funcionamiento.

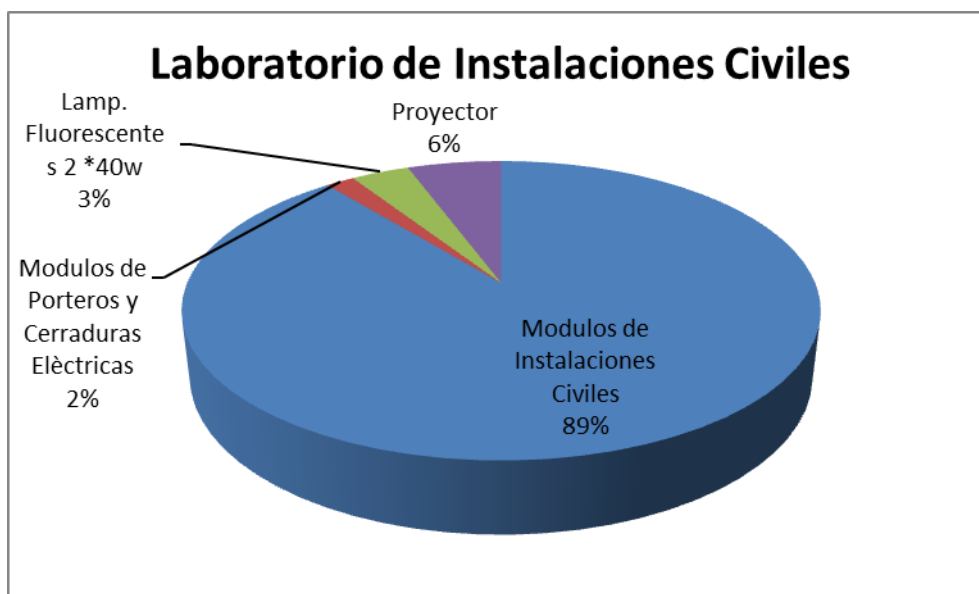


Figura 85.43 Consumo de Energía en Kwh a plena carga

Fuente: Los Autores

La potencia consumida en una hora sin carga es la siguiente: (Ver Tabla 4.33).

Equipos	Cantidad	Potencia (w)	Kwh
Módulos de Instalaciones Civiles	15	6,000	0,090
Módulos de Porteros y Cerraduras Eléctricas	6	0,600	0,004
Lamp. Fluorescentes 2*40w	10	1,632	0,016
Proyector	1	18,456	0,018
Total		26,688	0,128

Tabla 33.33 Potencia Consumida en Kwh por equipo apagado en Laboratorio de Instalaciones Civiles.

Fuente: Los Autores

La potencia total consumida en una hora es: **0,128 Kwh**

Podemos observar en la Figura 4.44 el consumo porcentual de los que equipos que se encuentran conectados pero no se encuentran en funcionamiento.

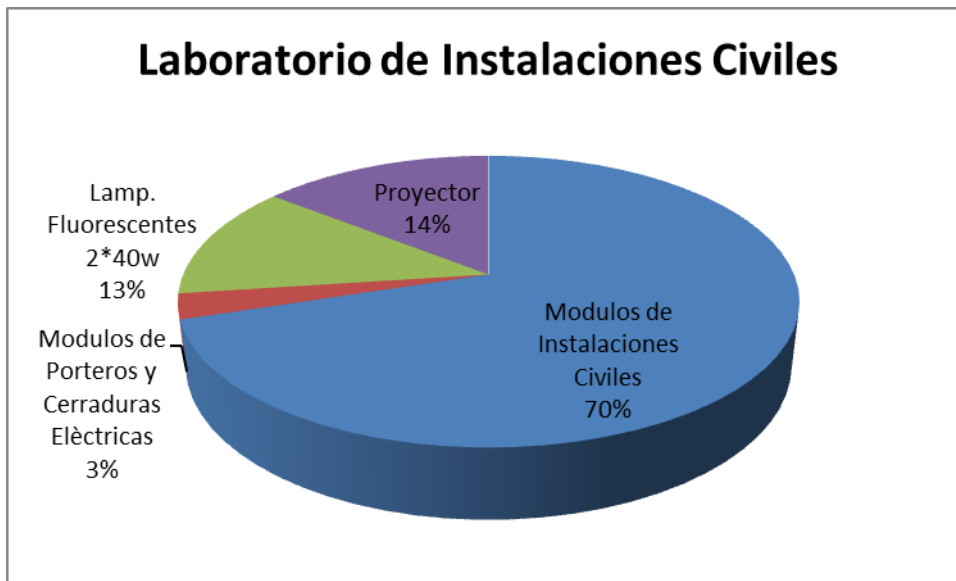


Figura 86.44 Consumo en Kwh del Laboratorio de Instalaciones Civiles sin carga

Fuente: Los Autores

Un punto a tomar en cuenta que también genera pérdidas es el mal estado de las instalaciones existentes. (Ver Figura 4.45)



Figura 87.45 Instalaciones Laboratorio de Instalaciones Civiles
Fuente: Los Autores

Laboratorio de Electromagnetismo



Figura 88.46 Laboratorio de Electromagnetismo
Fuente: Los Autores

El laboratorio está conformado con los siguientes equipos: (Ver Tabla 4.34).

Equipos	Cantidad
Módulos de Pruebas	21
Lamp. Fluorescentes 2 *40w	10
Proyector	1

Tabla 34.34 Equipos Laboratorio de Electromagnetismo
Fuente: Los Autores

La potencia consumida en una hora a plena carga es la siguiente: (Ver Tabla 4.35).

Laboratorio de Electromagnetismo			
Equipos	Cantidad	Potencia (w)	Kwh
Módulos de Pruebas	21	255,000	5,355
Lamp. Fluorescentes 2 *40w	10	19,370	0,194
Proyector	1	278,560	0,279
Total		552,930	5,827

Tabla 35.35 Potencia Consumida en Kwh por equipo en funcionamiento en Laboratorio de Electromagnetismo.
Fuente: Los Autores

La potencia total consumida en una hora es: **5,827 Kwh.**

Podemos observar en la Figura 4.47 el consumo porcentual de los que equipos que se encuentran conectados y en funcionamiento.

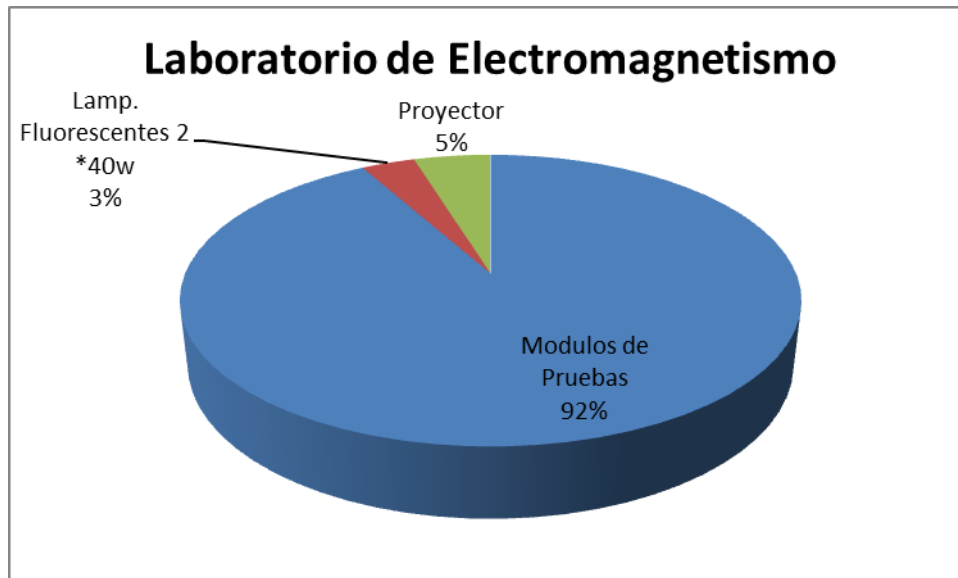


Figura 89.47 Consumo de Energía en Kwh a plena carga
Fuente: Los Autores

La potencia consumida en una hora sin carga es la siguiente: (Ver Tabla 4.36).

Equipos	Cantidad	Potencia (w)	Kwh
Módulos de Pruebas	21	25,000	0,525
Lamp. Fluorescentes 2*40w	10	1,932	0,019
Proyector	1	14,356	0,014
Total		41,288	0,559

Tabla 36.36 Potencia Consumida en Kwh por equipo apagado en Laboratorio de Electromagnetismo.
Fuente: Los Autores

La potencia total consumida en una hora es: **0,559 Kwh.**

Podemos observar en la Figura 4.48 el consumo porcentual de los que equipos que se encuentran conectados pero no se encuentran en funcionamiento.

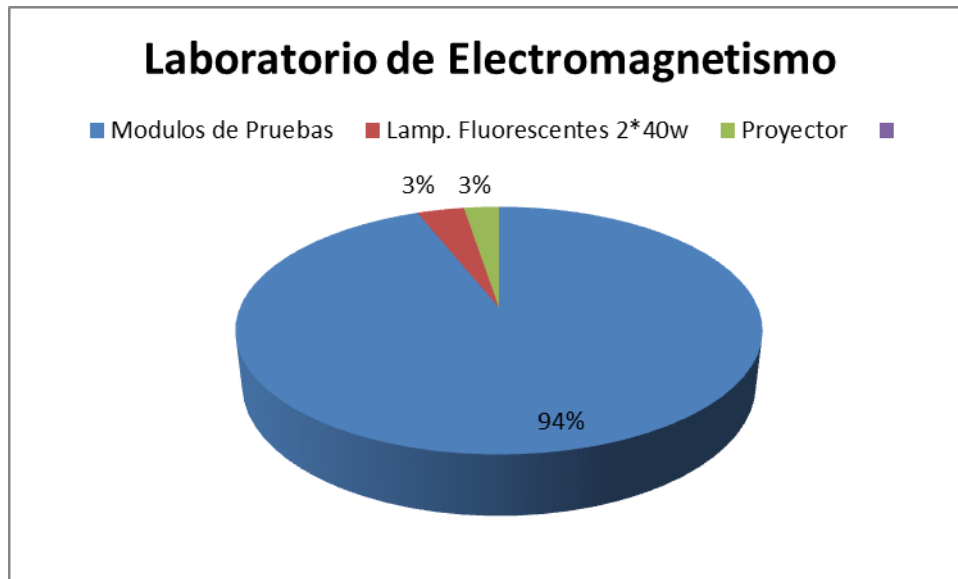


Figura 90.48 Consumo en Kwh del Laboratorio de Electromagnetismo sin carga
Fuente: Los Autores

Un punto a tomar en cuenta que también genera pérdidas es el mal estado de las instalaciones existentes. (Ver Figura 4.49).



Figura 91.49 Instalaciones Laboratorio de Electromagnetismo
Fuente: Los Autores

Laboratorio de Circuitos Eléctricos



Figura 92.50 Laboratorio de Circuitos Eléctricos

Fuente: Los Autores

En el laboratorio está conformado con los siguientes equipos: (Ver Tabla 4.37)

Equipos	Cantidad
Módulos de Pruebas	21
Lamp. Fluorescentes 2 *40w	10
Proyector	1

Tabla 37.37 Equipos Laboratorio de Circuitos Eléctricos

Fuente: Los Autores

La potencia consumida en una hora a plena carga es la siguiente: (Ver Tabla 4.38).

Equipos	Cantidad	Potencia (w)	Kwh
Módulos de Pruebas	20	65,000	1,300
Lamp. Fluorescentes 2 *40w	10	23,370	0,234
Proyector	1	203,510	0,204
Total		291,880	1,737

Tabla 38.38 Potencia Consumida en Kwh por equipo en funcionamiento en Laboratorio de Circuitos Eléctricos

Fuente: Los Autores

La potencia total consumida en una hora es: **1,737 Kwh**

Podemos observar en la Figura 4.51 el consumo porcentual de los que equipos que se encuentran conectados y en funcionamiento.

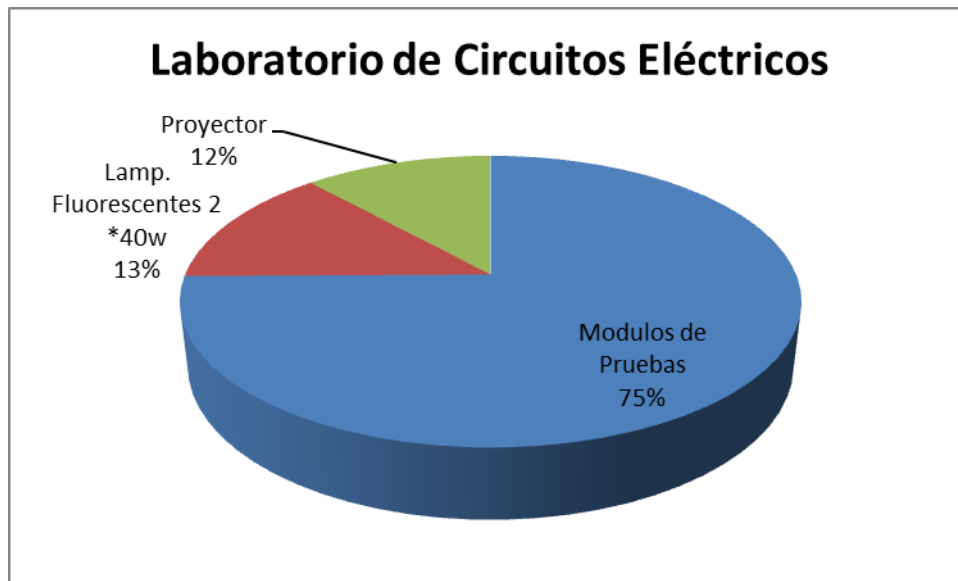


Figura 93.51 Consumo de Energía en Kwh a plena carga
Fuente: Los Autores

La potencia consumida en una hora sin carga es la siguiente: (Ver Tabla 4.39).

Laboratorio de Circuitos Eléctricos			
Equipos	Cantidad	Potencia (w)	Kwh
Módulos de Pruebas	20	21,350	0,427
Lamp. Fluorescentes 2*40w	10	1,760	0,018
Proyector	1	21,366	0,021
Total		44,476	0,466

Tabla 39.39 Potencia Consumida en Kwh por equipo apagado en Laboratorio de Circuitos Eléctricos.
Fuente: Los Autores

La potencia total consumida en una hora es: **0,466 Kwh.**

Podemos observar en la Figura 4.52 el consumo porcentual de los que equipos que se encuentran conectados pero no se encuentran en funcionamiento.

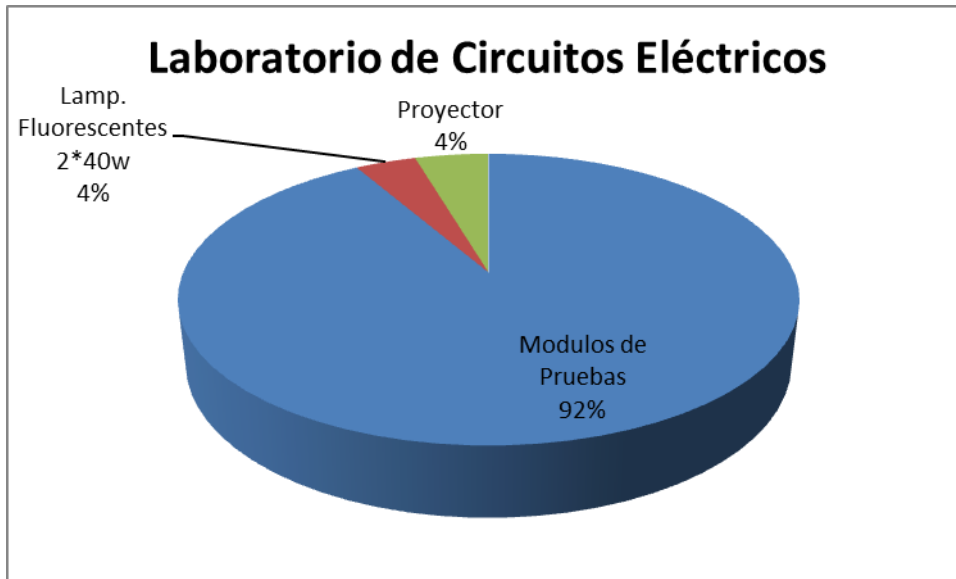


Figura 94.52 Consumo en Kwh del Laboratorio de Electromagnetismo sin carga
Fuente: Los Autores

Un punto a tomar en cuenta que también genera pérdidas es el mal estado de las instalaciones existentes. (Ver Figura 4.53).



Figura 95.53 Instalaciones Laboratorio de Electromagnetismo
Fuente: Los Autores

4.1.3 Consumo Total Laboratorios de Ingeniería Eléctrica

Realizada todas las mediciones correspondientes por cada laboratorio y sumando la potencia consumida en una hora por cada una es la siguiente: (Ver Tabla 4.40).

LABORATORIO	POTENCIA (Kwh)
Instrumentación	2,218
Microbótica	4,257
Control y Monitoreo	3,163
Máquinas Eléctricas	6,143
Alta Tensión	0,679
Sistemas Eléctricos de Potencia	3,255
Investigación y Proyectos	1,495
Control y Procesos	1,963
Automatización y Comunicación Industrial	2,888
Instalaciones Industriales	7,379
Instalaciones Civiles	5,209
Electromagnetismo	5,827
Circuitos Eléctricos	1,737
TOTAL	46,212

Tabla 40.40 Potencia Total laboratorios Ingeniería Eléctrica a plena Carga.
Fuente: Los Autores

La potencia total consumida por todos los laboratorios a plena carga en una hora es: **46,212 Kwh.**

Ya su vez realizada todas las mediciones correspondientes por cada laboratorio con los equipos conectados pero no en funcionamiento y después sumando la potencia consumida en una hora es la siguiente: (Ver Tabla 4.41).

LABORATORIO	POTENCIA (Kwh)
Instrumentación	0,523
Microbótica	0,691
Control y Monitoreo	0,503
Máquinas Eléctricas	0,664
Alta Tensión	0,073
Sistemas Eléctricos de Potencia	0,484
Investigación y Proyectos	0,226
Control y Procesos	0,370
Automatización y Comunicación Industrial	0,446
Instalaciones Industriales	0,402
Instalaciones Civiles	0,128
Electromagnetismo	0,559
Circuitos Eléctricos	1,737
TOTAL	6,805

Tabla 41.41 Potencia Total Laboratorios Ingeniería Eléctrica sin Carga.
Fuente: Los Autores

La potencia total consumida por todos los laboratorios sin carga pero con los equipos conectados en una hora es: **6,805 Kwh**

Con los valores de consumo por laboratorio procedemos a realizar el cálculo del consumo semanal tomando en cuenta el horario de laboratorios del presente semestre. (Ver Anexo 1).

De tal forma tenemos que el consumo total de los laboratorios de Ingeniería Eléctrica con carga en una semana y un mes es la siguiente: (Ver Tabla 4.42)

LABORATORIO	SEMANAL	MENSUAL
Instrumentación	48,787	195,1488
Microbótica	85,140	340,56
Control y Monitoreo	18,977	75,9072
Máquinas Eléctricas	85,999	343,9968
Alta Tensión	5,434	21,7344
Sistemas Eléctricos de Potencia	65,099	260,396
Investigación y Proyectos	38,864	155,45608
Control y Procesos	23,551	94,20288
Automatización y Comunicación Industrial	75,086	300,34264
Instalaciones Industriales	59,032	236,12992
Instalaciones Civiles	41,672	166,68992
Electromagnetismo	34,964	139,85424
Circuitos Eléctricos	31,270	125,07912
CONSUMO TOTAL Kwh	613,875	2455,498

Tabla 42.42 Potencia Total Semanal y mensual Laboratorios Ingeniería Eléctrica con Carga.
Fuente: Los Autores

Tenemos entonces que el consumo semanal en todos los laboratorios y a plena carga es de **613.875Kwh/semana** y el consumo mensual es de **2455,498 Kwh/mes**.

De la misma forma realizamos el cálculo del consumo general de todos los laboratorios de Ingeniería eléctrica cuando los mismos no se encuentran en uso, pero para ello debemos tomar en cuenta el tiempo de utilización del COLEGIO SALESIANO “DON BOSCO” y para ello tomamos de referencia el horario de laboratorios del año lectivo en curso. (Ver Anexo 2).

Entonces tenemos que la potencia consumida COLEGIO SALESIANO “DON BOSCO” semanal y mensual a plena carga es la siguiente: (Ver Tabla 4.43).

CONSUMO TOTAL Kwh CON CARGA C.S."DON BOSCO"		
LABORATORIO	SEMANAL	MENSUAL
Instrumentación	8,870	35,482
Microbótica	68,112	272,448
Control y Monitoreo	0,000	0,000
Máquinas Eléctricas	24,571	98,285
Alta Tensión	0,000	0,000
Sistemas Eléctricos de Potencia	26,040	104,158
Investigación y Proyectos	0,000	0,000
Control y Procesos	0,000	0,000
Automatización y Comunicación Industrial	0,000	0,000
Instalaciones Industriales	29,516	118,065
Instalaciones Civiles	41,672	166,690
Electromagnetismo	46,618	186,472
Circuitos Eléctricos	13,898	55,591
CONSUMO TOTAL Kwh	259,298	1037,191

Tabla 43.43 Potencia Total Semanal y mensual consumida COLEGIO SALESIANA”DON BOSCO”.

Fuente: Los Autores

Tenemos entonces que el consumo semanal por parte del colegio en todos los laboratorios a plena carga es de **259.298Kwh/semana** y el consumo mensual es de **1037,191 Kwh/mes.**

Una vez tomado en cuenta el consumo que tiene la UNIVERSIDAD POLITÈCNICA SALESIANA y el COLEGIO SALESIANO “DON BOSCO”, nos resta tomar en cuenta el consumo que se tiene en tiempos muertos por equipos conectados y se tiene como resultado lo siguiente: (Ver Tabla 4.44).

CONSUMO TOTAL Kwh SIN USO		
LABORATORIO	SEMANAL	MENSUAL
Instrumentación	74,209	296,837
Microbótica	91,212	364,848
Control y Monitoreo	81,518	326,074
Máquinas Eléctricas	106,176	424,704
Alta Tensión	11,611	46,444
Sistemas Eléctricos de Potencia	67,753	271,012
Investigación y Proyectos	32,022	128,090
Control y Procesos	57,736	230,942
Automatización y Comunicación Industrial	63,329	253,317
Instalaciones Industriales	62,712	250,848
Instalaciones Civiles	19,513	78,053
Electromagnetismo	96,628	386,512
Circuitos Eléctricos	66,167	264,669
CONSUMO TOTAL Kwh	830,587	3322,347

Tabla 44.44 Potencia Total Semanal y Mensual con equipos conectados y sin uso
Fuente: Los Autores

Tenemos entonces que el consumo semanal en todos los laboratorios cuando no se encuentran en uso es de **830.587Kwh/semana** y el consumo mensual es de **3322,347 Kwh/mes.** Y procederemos a sacar el consumo mensual de los laboratorios tomando en cuenta todos los valores y tenemos:

CONSUMO TOTAL Kwh SIN USO	
USUARIO	SEMANAL
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	2455,498
COLEGIO SALESIANA "DON BOSCO"	1037,191
SIN USO	3322,347
CONSUMO TOTAL Kwh	6815,036

Tabla 45.45 Potencia Total Consumida en un mes
Fuente: Los Autores

4.2 Análisis Sistema Cortes y Reconexión

Teniendo en cuenta todos los valores de consumo obtenidos se puede notar claramente el consumo de potencia por equipos que se encuentran conectados al sistema eléctrico y que a pesar de que no se encuentran en uso consumen energía y que ese valor de consumo se refleja en el pago de planilla y resulta un pago innecesario.

De ahí la propuesta de la implementación de un sistema de un sistema corte y reconexión de las siguientes características:

- Permita la habilitación del sistema eléctrico solamente dentro del horario establecido para su uso.
- El tiempo en que los laboratorios no se encuentren en uso poder deshabilitar el sistema eléctrico.
- Tener la capacidad de controlar el encendido y apagado del sistema de iluminación.
- Mediante protocolo Ethernet poder comunicar los laboratorios al Centro de Coordinación de Laboratorios de Ingeniería Eléctrica.
- Mediante el Sistema Scada diseñado se podrá monitorear el estado de los circuitos de alimentación, el consumo, eventos anormales que se produzcan cada uno de los laboratorios.
- Tendremos una base de datos real del consumo de energía, cortes y reconexión de los laboratorios para su posterior análisis.
- El sistema Scada Diseñado tiene la capacidad de que cuando se produzca un evento anormal en el circuito eléctrico el sistema mostrará el punto de falla y a su vez bloqueará el paso de energía por dicho circuito. A su vez detectada la falla el personal que se encuentre a cargo deberá constatar y despejar físicamente el incidente producido para proceder a corregir y una vez hecho esto se puede habilitar dicho circuito.

Y realizando el análisis implementando este sistema sacada de corte y reconexión podemos encontrar un ahorro de consumo de energía en dos puntos relevantes que son:

- Iluminación
- Tiempos muertos por equipos conectados a la red eléctrica.

Realizando un control de iluminación, es decir que la iluminación se encienda estrictamente cuando sea necesario tenemos:(Ver tabla 4.46)

AHORRO DE CONSUMO DE ENERGÍA Kwh CON CONTROL DE ILUMINACIÓN		
LABORATORIO	SEMANAL	MENSUAL
Instrumentación	0,000	0
Microbótica	15,138	60,552
Control y Monitoreo	0,161	0,6432
Máquinas Eléctricas	0,955	3,8208
Alta Tensión	0,756	3,024
Sistemas Eléctricos de Potencia	1,885	7,5392
Investigación y Proyectos	2,129	8,514
Control y Procesos	0,968	3,87
Automatización y Comunicación Industrial	2,459	9,834
Instalaciones Industriales	0,000	0
Instalaciones Civiles	0,000	0
Electromagnetismo	0,000	0
Circuitos Eléctricos	0,000	0
CONSUMO TOTAL Kwh	24,449	97,797

Tabla 46.46 Potencia de ahorro con Control de Iluminación
Fuente: Los Autores

Se tiene que si se estableciera un control de iluminación que se active de lunes a viernes de 18:00 y el sábado no se active, se puede realizar esto porque se pretende aprovechar la luz natural, aplicando este concepto tenemos que se reduce el consumo en **97,797 Kwh/mes.**

De otra forma si se aplica el Sistema Scada eliminaríamos por completo el consumo por tiempos muertos en los equipos que se encuentren conectados al sistema eléctrico, entonces tendríamos que el consumo Kwh/mes con el ahorro con el control de iluminación y el sistema de corte y reconexión sería de **72,463Kwh/mes** que da de resultado sumando todo el consumo de energía de la universidad y el colegio.

4.3 Análisis Económico del Sistema

[9], [14] Para realizar el análisis económico del sistema debemos tomar en cuenta inicialmente la inversión necesaria para dicha implementación, y de tal manera poder demostrar la viabilidad o no viabilidad en la implementación del sistema.

4.3.1 Lista de Materiales

Aquí un listado de los materiales y el costo de cada uno de ellos. (Ver Tabla 4.47).

LISTADO DE MATERIALES			
DETALLE	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
SCH. BREAK. C/MOLO 3x80A EZC100N3080 240/440V	12,000	71,580	660,738
CAMS RELAY 8 PINES MK 2P VDC. 7AMP	61,000	4,100	217,478
CAMS BASE78 HUECO P/RIEL DIN 35 PEQ. MK 2P-1	61,000	1,300	68,957
LS CONTACTOR GMC9 110V 2HP 2.5KW 8-19981	61,000	12,150	644,478
SCH. BREAK. P/RIEL 1x32A. DOMAE # 12484	49,000	5,610	211,454
CABLE FLEXIBLE C/INST. GTP # 12 AWG NEGRO	2900,000	0,873	1654,706
CABLE FLEXIBLE C/INST. GTP # 14 AWG NEGRO	1100,000	0,560	402,614
CABLE UTP CAT 6 RISER 4PR CR6.30.10 GENERAL	305,000	0,624	165,496
PLUG RJ45 CAT.5E AMP. (5-0554720-3)	50,000	0,370	16,087
COOPER TOMA DOBLE POLAR BLANC P/CA3.270TR	218,000	1,200	227,478
PLACAS DOBLE OVALA BAQ.T/EAGLE BLANCA Msc	218,000	0,210	39,809
DEXON CAJAS P/INT-TOMA 40mm BLANCO P-1090	354,000	1,600	492,522
DEXON CANALETA 60 x 40 BLANCA S/D (16 UNIDAD) P-1105	103,000	8,470	758,617
SIEM MEDIDOR SENTRON PAC 3100	12,000	399,400	3994,000
SIEM PLC/CPU 1214C DC/DC/DC 24VDC 14DI-10DO 6ES	5,000	570,000	2478,261
SIEM MODULO SM1223 8DI 8DO	5,000	360,000	1565,217
SIEM FUENTE P/LOGO 2.5A 6EP1332-15H41 F2	5,000	93,000	404,348
LICENCIA TIA PORTAL WINCC ADVANCED 512 TAGS	1,000	2375,000	2065,217
SCH. BREAK P/RIEL 3x10A DOMAE # 11051	4,000	16,100	56,000
CABLE FLEXIBLE C/INST. GPT # 10 AWG NEGRO	1900,000	1,369	1700,065
COOPER TOMA TRIF. 50A 3P.P/CAJ.P/GALL 32B	136,000	3,800	449,391
PLACAS DE 50 AMP. REDONDA METAL 39CH	136,000	1,450	171,478
SCH BREAK. P/RIEL 2x10A DOMAE # 12494	20,000	12,220	212,522
TOTAL			18656,934

Tabla 47.47 Listado de Materiales

Fuente: Los Autores

Cabe mencionar que el listado de materiales de la Tabla 4.47 se lo realizo tomando en cuenta una realización de instalaciones nuevas en todos los laboratorios debido a que en cada uno de ellos la mayoría de los circuitos sean estos monofásicos, bifásicos y trifásicos y a su vez iluminación se encuentran compartiendo fases como se puede verificar en la realización del levantamiento de los planos eléctricos que se realizó. (Ver Anexo 3).

Para ello se realizó un nuevo diseño eléctrico de las instalaciones de cada uno de los laboratorios que permitan la implementación del Sistema Scada de Corte y reconexión. (Ver Anexo 4).

4.3.2 Evaluación Financiera

Mediante la evaluación financiera se demostrará la viabilidad y no del sistema y para ello se realizó todos los pasos correspondientes como el cálculo del TMAR, VAN, TIR, PRI.

- **Tasa mínima Aceptable de Rendimiento.(TMAR)**

[14] Se la denomina a la tasa mínima de rendimiento que los inversionistas van a recibir por el capital que invierten. Para ello se deben tomar en cuenta varios factores como son: la inflación, el riesgo país y la tasa activa que según datos del Banco Central de Ecuador son los siguientes: (Ver Tabla 4.48)

TMAR	
Inflación	2,27%
Riesgo País	6,49%
Tasa Activa	8,17%
Total TMAR	16,93%

Tabla 48.48 Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento
Fuente: Los Autores

Tomado en cuenta los valores de la Tabla 4.42 verificamos en el valor total de la inversión que se tiene. (Ver Tabla 4.49).

INVERSIÓN		
CONCEPTO	VALOR	TASA DE INTERÉS
Préstamo Capital de Trabajo	18656,93	16,93%

Tabla 49.49 Inversión
Fuente: Los Autores

La Tasa de descuento establecido por el Banco Central para proyectos es del 12%.

- **Valor Actual Neto (VAN)**

“El valor Presente neto VPN de una propuesta de inversión es el valor presente de los flujos de efectivo netos de dicha propuesta, menos su inversión inicial”⁴

Es un procedimiento que permite calcular los valores presentes de un determinado número de flujos de caja futuro, originados por una inversión. Si el VAN es mayor que cero se invierte y se acepta el proyecto, ya que es rentable, lo que permite recuperar la inversión y obtener una ganancia.

$$VAN = I_0 + \frac{FNF}{(1+i)^1} + \frac{FNF}{(1+i)^2} + \frac{FNF}{(1+i)^3} + \frac{FNF}{(1+i)^n} \quad (4)$$

Dónde:

VAN=Valor Presente Neto.

I₀ =Valor del desembolso inicial

FNF=Flujos Neto Financiero

i =Tasa Mínima de rendimiento Aceptable

VALOR ACTUAL NETO			
PERIODO	FLUJO DE FONDOS	TASA (1+0,12) ⁿ	VAN
0	0		0
1	-3240,12	1,12	-2892,97
2	-2339,57	1,25	-1865,09
3	-1417,51	1,40	-1008,96
4	-472,23	1,57	-300,11
5	498,14	1,76	282,66
6	4937,45	1,97	2501,47
7	5332,44	2,21	2412,13
8	5759,04	2,48	2325,98
9	6219,76	2,77	2242,91
10	25374,28	3,11	8169,84
TOTAL VAN			11867,86

Tabla 50.50 Calculo VAN

Fuente: Los Autores

⁴ VAN HORNE, Jame, Fundamentos de Administración Financiera, Editorial Prentice Hall, 11va 127edición, México 2002,Pág 337.

Para la implementación del sistema tenemos un VAN de \$11867,86 UDS positivo, demostrando la rentabilidad y viabilidad del proyecto, tomando en cuenta una tasa del 12% a las inversiones realizadas.

- **Tasa Interna de Retorno**

[14] Es la tasa que iguala el valor presente neto a cero. Los criterios de aceptación de la TIR son:

Cuando la $TIR > TMAR$ = el proyecto se acepta

Cuando la $TIR = TMAR$ = el proyecto es indiferente

Cuando la $TIR < TMAR$ = el proyecto es rechazado.

La TIR se ha calculado directamente con las herramientas de Excel, aplicando la función financiera TIR con los siguientes datos:

TASA INTERNA DE RETORNO	
PERIODO (AÑOS)	FLUJO DE FONDOS
0	0
1	-3240,12
2	-2339,57
3	-1417,51
4	-472,23
5	498,14
6	4937,45
7	5332,44
8	5759,04
9	6219,76
10	25374,28
TIR	31,86%

Tabla 51.51 Calculo TIR

Fuente: Los Autores

La TIR es del 31,86% , mayor que la tasa de descuento, el proyecto se debe aceptar pues estima un rendimiento mayor al mínimo requerido siempre y cuando se reinviertan los flujos netos de efectivo.

Reemplazando el valor obtenido se debe llegar a cero, a continuación se presenta la comprobación.

TASA INTERNA DE RETORNO			
PERIODO (AÑOS)	FLUJO DE FONDOS	TASA $(1+0,3186)^n$	VALOR
0	0		0
1	-3240,12	1,32	-2457,29
2	-2339,57	1,74	-1345,63
3	-1417,51	2,29	-618,32
4	-472,23	3,02	-156,22
5	498,14	3,99	124,98
6	4937,45	5,26	939,44
7	5332,44	6,93	769,46
8	5759,04	9,14	630,24
9	6219,76	12,05	516,21
10	25374,28	15,89	1597,12

Tabla 52.52 Calculo Comprobación TIR
Fuente: Los Autores

- **Periodo de Recuperación**

Instrumento que permite medir el plazo de tiempo que se requiere para que los flujos netos de efectivo de una inversión recuperen su costo o inversión inicial.

PERIODO DE RECUPERACIÓN		
PERIODO (AÑOS)	FLUJO DE FONDOS	FLUJO DE FONDOS ACUMULADOS
0	-18656,93	-18656,93
1	-3240,12	-21897,06
2	-2339,57	-24236,63
3	-1417,51	-25654,14
4	-472,23	-26126,37
5	498,14	-25628,22
6	4937,45	-20690,78
7	5332,44	-15358,33
8	5759,04	-9599,29
9	6219,76	-3379,53
10	25374,28	21994,75

Tabla 53.53 Calculo Periodo de Recuperación
Fuente: Los Autores

- **Análisis Costo Beneficio**

Técnica usada para evaluar programas o proyectos de inversión, que consiste en comparar costo con lo beneficios asociados a la realización del proyecto. Un proyecto estará bien realizado si los beneficios superan los costos.

Se utiliza la siguiente formula:

$$B/C = \frac{BENEFICIOSACUMULADOS}{COSTOSACUMULADOS} \quad (5)$$

$$B/C = 1,02623197$$

Significa que por cada dólar que se invierte en el proyecto retorna \$ 1,03; por lo que tendríamos \$ 0,04 de utilidad.

PERIODOS (AÑOS)	BENEFICIOS (INGRESOS)	COSTOS (EGRESOS)	TASA $1/(1+0,12)^n$	BENEFICIO ACTUALIZADO	COSTO ACTUALIZADO
0		18656,93	1,00000000	0	18656,93
1	3360,34	2869,08	0,89285714	3000,31	2561,68
2	3629,17	2237,36	0,79719388	2893,15	1783,61
3	3919,51	1605,63	0,71178025	2789,83	1142,86
4	4233,07	973,91	0,63551808	2690,19	618,94
5	4571,71	342,18	0,56742686	2594,11	194,16
6	4937,45	0,00	0,50663112	2501,47	0,00
7	5332,44	0,00	0,45234922	2412,13	0,00
8	5759,04	0,00	0,40388323	2325,98	0,00
9	6219,76	0,00	0,36061002	2242,91	0,00
10	6717,34	0,00	0,32197324	2162,81	0,00
TOTAL				25612,88	24958,17

Tabla 54.54 Análisis Costo Beneficio

Fuente: Los Autores

4.4 Impacto Ambiental.

Para el análisis del impacto ambiental realizaremos el análisis de la central termoeléctrica de Santa Rosa que inició su operación en marzo de 1981, se encuentra ubicada en la ciudad de Quito, en el km. 17 de la Panamericana Sur, sector de Cutuglahua. Esta central cuenta con una potencia instalada de 51Mw, distribuida en 3 turbinas que funcionan como generadores. La Central utiliza para su operación diésel.

Entonces realizaremos el análisis estequiométrico que consiste en medir las proporciones cuantitativas o relaciones de masa de los elementos químicos que se encuentran involucrados en la reacción química en nuestro caso particular es el diesel.

Para el análisis tenemos que la central termoeléctrica utiliza diesel y esta se encuentra compuesto de C: 85.5%, H: 12.5%, S: 0.5 %, y otros componentes menores. El poder calorífico es de 44000 KJ/Kg y una eficiencia térmica efectiva de 0.36 con una potencia efectiva de 51Mw. Consumo de Diesel de caldera (galones/día), Emisiones anuales de CO₂ (toneladas/año), Emisiones diarias de SO₂ de cada planta (toneladas/día).

De lo mencionado anteriormente tenemos como dato lo siguiente:

$P_n = 51 \text{ MW}$
 Diesel (C: 85.5%, H: 12.5%, S: 0.5 %)
 $PC = 44000 \text{ KJ/Kg}$
 Densidad = 0,95 Kg/litro
 $EFIC = \varepsilon = 0.36$
 Combustible: Diesel

$$P_{ef} = \dot{m} * PC * \varepsilon \quad (5)$$

$$\dot{m} = \frac{P_{ef}}{PC * \varepsilon} \quad (6)$$

$$\dot{m} = \frac{51 \text{ MW}}{44 \text{ MJ/kg} * 0.36}$$

$$\dot{m} = 3,22 \text{ kg/s}$$

$$\dot{m} = \begin{cases} 11592 \text{ kg/h} \\ 139104 \text{ kg/D} \end{cases}$$

$$\dot{m} = 139104 \text{ kg/D} \left| \frac{1 \text{ lt}}{0.85 \text{ kg}} \right| \frac{1 \text{ Galón}}{3.785 \text{ lt}}$$

$$\dot{m} = 43200 \text{ Galón/D}$$

DIESEL

Composición química

$$C=86,5\% \quad H=12,5 \quad S=0,5\%$$

$$CHy/x \quad Sz/x \quad (7)$$

$$\frac{mC}{mH} = \frac{1 \cdot PM - C}{y/x \cdot PM - H} = \frac{\%C}{\%H} \quad (8)$$

$$y/x = \frac{PM - C \cdot \%H}{PM - H \cdot \%C} \quad (9)$$

$$y/x = \frac{12 \cdot 12,5}{1 \cdot 86,5}$$

$$y/x = 1,734$$

Del análisis estequiométrico se tiene:

$$PM-DIESEL = 13,79 \text{ g}$$

Emisiones de CO₂ del DIESEL

$$\frac{MCO_2}{MDIESEL} = \frac{44}{13,79} = 3,19$$

$$CO_2 \text{ emitidos} = 3,19 \frac{kg \ CO_2}{kg \ FUEL \ OIL} * 139104 \frac{kg}{D} * 0,7$$

$$CO_2 \text{ emitidos} = 310619,23 \frac{kg}{D} \left| \frac{1 \ TN}{1000 \ kg} \right| \frac{365 \ D}{1 \ \text{año}}$$

$$CO_2 \text{ emitidos} = 113376,01 \ TN / \text{año}$$

Emisiones de SO₂ del DIESEL

$$\frac{MSO_2}{MDIESEL} = \frac{64}{13,79} = 4,64$$

$$SO_2 \text{ emitidos} = 4,64 \frac{kg \ SO_2}{kg \ FUEL \ OIL} * 139104 \frac{kg}{D} * 0,7$$

$$SO_2 \text{ emitidos} = 451809,79 \frac{kg}{D} \left| \frac{1 \ TN}{1000 \ kg} \right|$$

$$SO_2 \text{ emitidos} = 451,81 \ TN / D$$

CONCLUSIONES

- El auge de la tecnología es un aspecto muy importante que ha permitido el desarrollo de las redes inteligentes ya que si se lograra la implementación de dichas redes en el sistema nacional interconectado se lograría un objetivo muy claro que es concientizar a todos sobre la importancia de tener una eficiencia energética.
- Ventajosamente se está logrando el cambio total en la idea de generación en nuestro país tomando como iniciativa otras fuentes de energía renovables como son la energía solar, energía eólica y a su vez aprovechando todo el potencial hidroeléctrico que se tiene para poder de esta manera prescindir de la generación térmica.
- Con la telemetría el distribuidor tendría la capacidad de poder monitorear todos los eventos que se generen en cada uno de los contadores instalados y los usuarios de igual manera se encontrarían en la capacidad de poder monitorear su consumo para de esta manera controlarlo que a la larga representa el ahorro de energía y por ende ahorro en dinero mensual por causa de desperdicio de energía
- Se cumplió con los objetivos planteados en el perfil del proyecto que consistía en el diseño de un “SISTEMA SCADA DE CORTE Y RECONEXIÓN PARA LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA”. Dicho sistema Scada se encuentra diseñado de forma muy amigable y flexible que permita la puesta en servicio o su vez sacar de servicio todos los circuitos que comprenden dichos laboratorios ya sea dentro del horario de clases o fuera del mismo, todas estas acciones solamente podrá realizarla el personal encargado del buen uso de los laboratorios.
- Mediante el Sistema Scada diseñado se puedo monitorear y a la vez generar una base de datos constante que muestra datos importantes como el consumo, voltaje, corriente así como también eventos que se generen en cada uno de los laboratorios.
- Con la implementación del sistema al momento de que se genere un evento el anormal dígase cortocircuito, sobrecarga, etc. personal encargado podrá identificar de manera inmediata el lugar donde se produjo el evento y poder de

esta forma tomar las medidas correctivas, con solo mirar en la pantalla del sistema Scada porque aparece mensajes del lugar donde se produjo la falla.

- El software WINCC y sus PLC's Siemens son muy amigables al momento de realizar su programación lo que permite la expansión del sistema a todas las áreas que comprende la universidad si la misma así lo requiera.
- Con la implementación del Sistema Scada se logrará el ahorro de energía por consumo en equipos conectados, ya que como todos sabemos todo equipo que se encuentra conectado a la red eléctrica consume energía a pesar de que estos se encuentren apagados, y el tiempo que los laboratorios se encuentran sin uso es relativamente mayor que el que se encuentran utilizando.
- Se puede controlar el uso de las luminarias ya que estas siempre son utilizadas cuando no se las requiere por parte de los estudiantes existiendo un consumo innecesario por esta causa que a corto plazo genera pagos de consumo de energía que también se podría evitar.
- Nos podríamos asegurar que en el período de vacaciones tanto del colegio y de la universidad no exista consumo de energía por equipos conectados y sin uso ya que en este lapso de tiempo todas las instalaciones se encontrarían fuera de servicio y sin la mínima posibilidad de que exista consumo por esta causa logrando con esto un ahorro en el pago de la planilla eléctrica.
- Tomando en cuenta que el funcionamiento de los laboratorios por parte de la universidad es en la tarde y noche con este control de corte y reconexión nos aseguraríamos que solamente se utilice la energía necesaria, ya que en este período de tiempo nos encontramos en las horas pico en donde el costo de la energía es más elevado.
- Con el ahorro de energía estamos contribuyendo directamente con el medio ambiente ya que se reduciría la generación con fuentes contaminantes y de esta forma poder contribuir en el cuidado de nuestro planeta.

RECOMENDACIONES

- Para la implementación de este Sistema Scada es estrictamente necesario que los circuitos que forman parte de cada laboratorio se encuentren de forma independiente, ya que en la actualidad la mayoría de ellos se encuentran de forma compartida haciendo imposible la implementación del sistema como se lo realizó en la propuesta de plan de tesis.
- No es recomendable el tener circuitos monofásico, bifásicos, trifásicos e iluminación de forma compartida, lo correcto e ideal es que cada una de estas se encuentren de forma independiente y con su protección correspondiente ya que al momento de que se produzca un evento anormal puede causar daños en la mayoría de los equipos que se encuentran conectados.
- Se debe realizar una revisión de las conexiones que existe en cada laboratorio ya que se encuentran en malas condiciones.
- El tablero de distribución principal y subtableros de distribución no cuentan con las más mínimas medidas de seguridad haciendo fácil que se produzca una falla por mal uso de parte de los estudiantes.
- Es de suma importancia el contar con el debido sistema de puesta a tierra tanto del equipo de control, comunicación e instalaciones en general, para protegerlo de cualquier eventualidad de orden eléctrico, así como de descargas eléctricas producidas regularmente por el clima, dicho sistema de puesta a tierra no existe en algunos laboratorios.
- Se recomienda profundizar más con el software WINCC ya que es bastante bondadoso y puede traer muchos más beneficios en lo posterior para alguna implementación futura.
- Es imperioso que se realice el análisis entre el hardware y el software ya que al existir la correcta compatibilidad entre estos dos componentes, se obtendrá una eficiente comunicación sin pérdidas, ya sea en la transmisión de datos así como también en la visualización de los mismos gráficamente.

ANEXOS

Anexo 1 Horario Laboratorios UPS

HORARIOS DE LABORATORIO UPS

LABORATORIO DE UNSTRUMENTACIÓN				
HORARIO				HORAS DE USO
Lunes	17:00 19:00	17	19	2
Martes	17:00 21:00	17	21	4
Miércoles	17:00 21:00	17	21	4
Jueves	19:00 21:00	19	21	2
Viernes	17:00 21:00	17	21	4
Sábado	07:30 13:30	7,3	13,3	6

LABORATORIO DE MICROBÓTICA				
HORARIO				HORAS DE USO
Lunes	17:00 21:00	17	21	4
Martes	19:00 21:00	19	21	2
Miércoles	17:00 21:00	17	21	4
Jueves	19:00 21:00	19	21	2
Viernes	17:00 21:00	17	21	4
Sábado	07:30 11:30	7,3	11,3	4

LABORATORIO DE CONTROL Y MONITOREO				
HORARIO				HORAS DE USO
Lunes	17:00 21:00	17	21	4
Martes	19:00 21:00	19	21	2
Miércoles				0
Jueves				0
Viernes				0
Sábado				0

LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS				
HORARIO				HORAS DE USO
Lunes	17:00 21:00	17	21	4
Martes				0
Miércoles	17:00 21:00	17	21	4
Jueves	17:00 21:00	17	21	4
Viernes	17:00 19:00	17	19	2
Sábado				0

LABORATORIO DE ALTA TENSIÓN				
HORARIO				HORAS DE USO
Lunes	19:00 21:00	17	19	2
Martes				0
Miércoles				0
Jueves	17:00 19:00	17	19	2
Viernes	19:00 21:00	19	21	2
Sábado	11:30 13:30	11,3	13,3	2

LABORATORIO DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA				
HORARIO				HORAS DE USO
Lunes	17:00 21:00	17	21	4
Martes	19:00 21:00	19	21	2
Miércoles	17:00 21:00	17	21	4
Jueves	19:00 21:00	19	21	2
Viernes	19:00 21:00	19	21	2
Sábado	07:30 13:30	7,3	13,3	6

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECTOS				
HORARIO				HORAS DE USO
Lunes	17:00 21:00	17	21	4
Martes	17:00 21:00	17	21	4
Miércoles	17:00 21:00	17	21	4
Jueves	17:00 21:00	17	21	4
Viernes	17:00 21:00	17	21	4
Sábado	07:30 13:30	7,3	13,3	6

LABORATORIO DE CONTROL Y PROCESOS				
HORARIO				HORAS DE USO
Lunes	17:00 19:00	17	19	2
Martes	17:00 19:00	17	19	2
Miércoles	17:00 21:00	17	21	4
Jueves	17:00 19:00	17	19	2
Viernes	17:00 19:00	17	19	2
Sábado				0

LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN Y COMUNICACIÓN INDUSTRIAL				
HORARIO				HORAS DE USO
Lunes	17:00 21:00	17	21	4
Martes	17:00 21:00	17	21	4
Miércoles	17:00 21:00	17	21	4
Jueves	17:00 21:00	17	21	4
Viernes	17:00 21:00	17	21	4
Sábado	07:30 13:30	7,3	13,3	6

LABORATORIO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES				
HORARIO				HORAS DE USO
Lunes	19:00 21:00	19	21	2
Martes		0	0	0
Miércoles	19:00 21:00	19	21	2
Jueves	19:00 21:00	19	21	2
Viernes		0	0	0
Sábado	07:30 09:30	7,3	9,3	2

LABORATORIO DE INSTALACIONES CIVILES				
HORARIO				HORAS DE USO
Lunes	17:00 19:00	17	19	2
Martes	19:00 21:00	19	21	2
Miércoles	19:00 21:00	19	21	2
Jueves		0	0	0
Viernes	17:00 19:00	17	19	2
Sábado		0	0	0

LABORATORIO DE ELECTROMAGNETISMO				
HORARIO				HORAS DE USO
Lunes	17:00 19:00	17	19	2
Martes	17:00 19:00	17	19	2
Miércoles		0	0	0
Jueves	19:00 21:00	19	21	2
Viernes		0	0	0
Sábado		0	0	0

LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS				
HORARIO				HORAS DE USO
Lunes	19:00 21:00	19	21	2
Martes	17:00 19:00	17	19	2
Miércoles	17:00 21:00	17	21	4
Jueves	17:00 21:00	17	21	4
Viernes	17:00 19:00	17	19	2
Sábado	09:30 13:30	9,3	13,3	4

Anexo 2 Horario Laboratorios ITSDB

HORARIOS DE LABORATORIO ITSDB

LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN				
HORARIO				HORAS DE USO
Lunes	9:30 13:30	9,3	13,3	4
Martes				0
Miércoles				0
Jueves				0
Viernes				0
Sábado				0

LABORATORIO DE MICROBÍOTICA				
HORARIO				HORAS DE USO
Lunes	9:30 13:30	9,3	13,3	4
Martes				0
Miércoles	9:30 13:30	9,3	13,3	4
Jueves	9:30 13:30	9,3	13,3	4
Viernes	9:30 13:30	9,3	13,3	4
Sábado				0

LABORATORIO DE CONTROL Y MONITOREO				
HORARIO				HORAS DE USO
Lunes				0
Martes				0
Miércoles				0
Jueves				0
Viernes				0
Sábado				0

LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS				
HORARIO				HORAS DE USO
Lunes				0
Martes	9:30 13:30	9,3	13,3	4
Miércoles				0
Jueves				0
Viernes				0
Sábado				0

LABORATORIO DE ALTA TENSIÓN				
HORARIO				HORAS DE USO
Lunes				0
Martes				0
Miércoles				0
Jueves				0
Viernes				0
Sábado				0

LABORATORIO DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA				
HORARIO				HORAS DE USO
Lunes	9:30 13:30	9,3	13,3	4
Martes				0
Miércoles	9:30 13:30	9,3	13,3	4
Jueves				0
Viernes				0
Sábado				0

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECTOS				
HORARIO				HORAS DE USO
Lunes				0
Martes				0
Miércoles				0
Jueves				0
Viernes				0
Sábado				0

LABORATORIO DE CONTROL Y PROCESOS				
HORARIO				HORAS DE USO
Lunes				0
Martes				0
Miércoles				0
Jueves				0
Viernes				0
Sábado				0

LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN Y COMUNICACIÓN INDUSTRIAL				
HORARIO				HORAS DE USO
Lunes				0
Martes				0
Miércoles				0
Jueves				0
Viernes				0
Sábado				0

LABORATORIO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES				
HORARIO				HORAS DE USO
Lunes				0
Martes				0
Miércoles				0
Jueves				0
Viernes	9:30 13:30	9,3	13,3	4
Sábado				0

LABORATORIO DE INSTALACIONES CIVILES				
HORARIO				HORAS DE USO
Lunes				0
Martes				0
Miércoles	9:30 13:30	9,3	13,3	4
Jueves				0
Viernes	9:30 13:30	9,3	13,3	4
Sábado				0

LABORATORIO DE ELECTROMAGNETISMO				
HORARIO				HORAS DE USO
Lunes				0
Martes				0
Miércoles	9:30 13:30	9,3	13,3	4
Jueves	9:30 13:30	9,3	13,3	4
Viernes				0
Sábado				0

LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS				
HORARIO				HORAS DE USO
Lunes	9:30 13:30	9,3	13,3	4
Martes				0
Miércoles	9:30 13:30	9,3	13,3	4
Jueves				0
Viernes				0
Sábado				0

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Accesos, B. d. (13 de 08 de 2012). *Sistema Scada*. Recuperado el 13 de 10 de 2012, de Sistema Scada: <http://control-accesos.es/scada/%C2%BFque-es-un-sistema-scada>
- [2] ADS, G. (23 de 11 de 2012). *Smart Grid*. Recuperado el 15 de 02 de 2013, de Smart Grid: <http://www.vidamasverde.com/2012/el-mundo-avanza-hacia-los-smartgrid-o-redes-electricas-inteligentes/>
- [3] Alahmad, M. a. (2012). *A Comparative Study of three Feedback Devices for Residential Real-Time Energy Monitoring*. Industrial Electronics, IEEE, Vol59.
- [4] Arqhys. (15 de 10 de 2012). *Protección Contra Sobre Cargas* . Recuperado el 28 de 05 de 2013, de Protección Contra Sobre Cargas : <http://www.arqhys.com/arquitectura/proteccion-interruptores-sobrecargas.html>
- [5] Automatas. (16 de 08 de 2012). *Sistema Scada*. Recuperado el 08 de 12 de 2012, de Sistema Scada: <http://www.automatas.org/redes/scadas.htm>
- [6] Berrie P, H. M. (1995). *Field Communication for Process* . Alemania: Endress+Hauser.
- [7] Bolton.W. (1999). Ingeniería en Control. En Bolton.W, *Ingeniería en Control*. México: Editorial Alfa O.Segunda Edición.
- [8] Cerero, J. (2002). Redes Eléctricas Inteligentes. En J. Cerero, *Redes Eléctricas Inteligentes*. México: Simposium Latinoamericana de la Energía.
- [9] Creus, A. (2010). Instrumentación Industrial. En A.Creus, *Instrumentación Industrial*. Sexta Edición.
- [10] Decotignie, J.-D. (2009). *The Many Faces of Industrial Ethernet [Past and Present*. Industrial Electronics Magazine, IEEE.
- [11] Fluke. (15 de 08 de 2013). *Características Analizador435*. Recuperado el 10 de 09 de 2013, de Características Analizador435: <http://www.fluke.com/fluke/mxes/medidores-de-calidad-de-la-energia-electrica/logging-power-meters/fluke-435-series-ii.htm?PID=73939>
- [12] Galloway, B. a. (2013). *Introduction to Industrial Control Networks*. Communications Surveys Tutorials, IEEE.
- [13] Gungor, V., Sahin, D., Kocak, T., Ergut, S., Buccella, C., Cecati, C., y otros. (2011). *Smart Grid Technologies: Communication Technologies and Standards*. Industrial Informatics, IEEE Transactions on , vol.7.

- [14] Jame, V. H. (202). Fundamentos de Administración Financiera. En V. H. Jame, *Fundamentos de Administración Financiera*. México: prentice Hall. Onceava Edición.
- [15] Joelmrc. (12 de 03 de 2013). *Sistema de Comunicaciones*. Recuperado el 24 de 05 de 2013, de Sistema de Comunicaciones: http://joelmrc.mex.tl/588072_TELECOMUNICACIONES.html
- [16] Kjellsson, J., Vallestad, A., Steigmann, R., & Dzung. (2009). *Integration of Wireless I/O Interface for PROFIBUS and PROFINET for Factory Automation*. Industrial Electronics, IEEE Transactions on, Vol 56.
- [17] Li, H. a. (2011). *Research and design of Industrial Ethernet communication gateway on power station*. IEEE.
- [18] Lian F, M. J. (2001). *Performance evaluation of control networks: Ethernet, ControlNet and DeviceNet*. IEEE Control System Magazine.
- [19] Light&Power, E. (24 de 11 de 2012). *Smart Grid*. Recuperado el 15 de 02 de 2013, de Smart Grid.
- [20] Maestro, J. A., & Reviriego, P. (2009). *Energy Efficiency in Industrial Ethernet: The Case of Powerlink*. Industrial Electronics, IEEE Transactions on , vol.57.
- [21] Martí P, F. J. (2001). *An Integrated Approach to Real-Time Distributed Control Systems Over Fieldbuses*. France: IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation.
- [22] Obralux. (2010). Luminotécnia. En Obralux, *Luminotécnia*. Caracas.
- [23] Ogata, K. (2008). Ingeniería de Control Moderna. En K. Ogata, *Ingeniería de Control Moderna*. México: Prentice-Hall. Tercera edición.
- [24] P., N. (1998). *Procesos de industrialización y política industrial*. México.
- [25] P.Zapata. (2008). Contabilidad General. En P.Zapata, *Contabilidad General*. México: McGraw-Hill. Sexta Edición.
- [26] Plaza, A. G. (2005). *Diseño conceptual de un sistema SCADA basado en software de*. Caracas: Jornadas de Sistemas de Automatización.
- [27] Queiroz, C. a. (2011). *SCADA Sim*.
- [28] Rincón, J. y. (2008). *Desarrollo de un Sistema SCADA*. Bilbao, España: Escuela Técnica de Ingeniería Bilbao.
- [29] Rodriguez, A. (2007). Sistemas Scada. En A. Rodriguez, *Sistemas Scada*. Barcelona: Marcombo. Segunda Edición.
- [30] Saad, W., Poor, H. V., & Basar, T. (2012). *Smart Grid*. IEEE, Vol 29.

- [31] Salinas, S. a. (2013). *Multi-Objective Optimal Energy Consumption Scheduling in Smart Grids*. Smart Grid, IEEE Transactions on.
- [32] Siemens. (1998). Sistema de Automatizaciòn. En Siemens, *Sistema de Automatizaciòn*. Siemens.
- [33] Siemens. (12 de 2009). *Simatic TIA PORTAL Step7 Basic*. Recuperado el 10 de 6 de 2013, de http://cache.automation.siemens.com/dnl/Dg/Dg0NzA2OQAA_40263542_HB/GS_STEP7Bas105esES.pdf
- [34] SIEMENS. (2009). *www.siemens.com*. Recuperado el 10 de 06 de 2013, de https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/software/tia_portal/pages/tiaportal.aspx
- [35] Siemens. (2012). Industrial Wireless Comunicación. En Siemens, *Industrial Wireless Comunicación*.
- [36] SIEMENS. (06 de 2012). *S7 Communication between PC Station and S7-1200*. Recuperado el 25 de 06 de 2013, de <http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&lang=en&objid=39960679&caller=view>
- [37] Slideshare. (05 de 01 de 2013). *Protecciòn Contra Cortocircuitos*. Recuperado el 02 de 04 de 2013, de [Protecciòn Contra Cortocircuitos: http://www.slideshare.net/aicvigo1973/proteccin-contra-los-cortocircuitos-y-sobrecargas](http://www.slideshare.net/aicvigo1973/proteccin-contra-los-cortocircuitos-y-sobrecargas)
- [38] STEP7 BASIC SIEMENS . (10 de 10 de 2007). *Support Automation Siemens*. Recuperado el 10 de 05 de 2013, de http://cache.automation.siemens.com/dnl/Dg/Dg0NzA2OQAA_40263542_HB/GS_STEP7Bas105esES.pdf
- [39] Vermeulen, H. J. (2012). *Measurement and Verification Reporting Protocols for Load Shifting and Energy Efficiency Demand*. IEEE.
- [40] Wei, D., Lu, Y., Jafari, M., Skare, P., & Rohde, K. (2011). *Protecting Smart Grid Automation Systems*. IEEE, Vol 2.
- [41] Wikipedia. (08 de 05 de 2012). *Wikipedia*. Recuperado el 23 de 11 de 2012, de [Wikipedia: http://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_transporte_de_energ%C3%ADa_el%C3%A9ctrica](http://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_transporte_de_energ%C3%ADa_el%C3%A9ctrica)

- [42] Xia, X., Ye, X., & Zhang, J. (2012). *Optimal metering plan of measurement and verification for energy efficiency lighting projects*. Southern African: IEEE.