



**UNIVERSIDAD
MICHOCANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO**



FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**“EL INGENIERO ELECTRICISTA EN LA INDUSTRIA
ZAPATERA”**

REPORTE DE EXPERIENCIA LABORAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTA

GERARDO HIPÓLITO DE JESÚS

**ASESOR
INGENIERO ELECTRICISTA
IGNACIO FRANCO TORRES**

LICENCIA DE USO NO EXCLUSIVA

HOJA DE LICENCIA DE USO NO EXCLUSIVA

1. Datos del autor o autores: Llenar un campo por cada autor que se requiera.

Nombre completo: GERARDO HIPOLITO DE JESUS	Matrícula: 9101894J
CURP: HIJG750507HMNPSR05	Nacionalidad (solo en caso de ser nacido en el extranjero):
Nombre completo:	Matrícula:
CURP:	Nacionalidad (solo en caso de ser nacido en el extranjero):
Nombre completo:	Matrícula:
CURP:	Nacionalidad (solo en caso de ser nacido en el extranjero):
Nombre completo:	Matrícula:
CURP:	Nacionalidad (solo en caso de ser nacido en el extranjero):

2. Datos del asesor o asesores: Llenar un campo por cada asesor que se requiera

Nombre completo: IGNACIO FRANCO TORRES
CURP: FATI570808HMNRRG01
Nacionalidad (solo en caso de ser nacido en el extranjero):
Nombre completo:
CURP:
Nacionalidad (solo en caso de ser nacido en el extranjero):
Nombre completo:
CURP:
Nacionalidad (solo en caso de ser nacido en el extranjero):
Nombre completo:
CURP:
Nacionalidad (solo en caso de ser nacido en el extranjero):

HOJA DE LICENCIA DE USO NO EXCLUSIVA

Datos del trabajo de titulación:

Título del trabajo de titulación:	EL INGENIERO ELECTRICISTA EN LA INDUSTRIA ZAPATERA
-----------------------------------	--

(marcar campos requeridos)

Tipo de documento:	TESIS	<input type="radio"/>	TESINA	<input checked="" type="radio"/>	MEMORIA	<input type="radio"/>
	OTRO (especifique): <input type="radio"/>					
Grado académico:	LICENCIATURA	<input checked="" type="radio"/>	MAESTRIA	<input type="radio"/>	DOCTORADO	<input type="radio"/>
	NIVEL TÉCNICO	<input type="radio"/>	ESPECIALIDAD	<input type="radio"/>		

Condiciones para el otorgamiento de licencia de uso no exclusiva:

(marcar campos requeridos)

SÍ AUTORIZA	<input checked="" type="radio"/>	RESERVA DE PUBLICACIÓN	<input type="radio"/>
Acepta lo descrito en el ACUERDO DE LICENCIA DE USO NO EXCLUSIVA y con base en ello AUTORIZA Y OTORGA LA LICENCIA DE USO NO EXCLUSIVA.		Después de haber leído el ACUERDO DE LICENCIA DE USO NO EXCLUSIVA, SOLICITA UN PERIODO DE RESERVA DE PUBLICACION.	

En caso de haber seleccionado "RESERVA DE PUBLICACIÓN" favor de llenar la siguiente tabla:

TIEMPO DE RESERVA REQUERIDO (en meses):			
Motivo de reserva de publicación:	TRÁMITE DE PATENTE	<input type="radio"/>	PUBLICACIÓN TOTAL O PARCIAL DE LA OBRA <input type="radio"/>
OTRO:			

Al vencer el periodo de reserva, el Repositorio Institucional estará facultado para publicar la obra correspondiente. En caso de requerir una prórroga deberá comunicarse con anticipación al área del Repositorio Institucional o acudir personalmente a solicitarlo.

4. Otorgamiento de licencia de uso no exclusiva:

Declaro conocer, comprender y aceptar todo lo contenido en el ACUERDO DE LICENCIA DE USO NO EXCLUSIVA y, con base en ello, haber llenado el presente formato denominado HOJA DE LICENCIA DE USO NO EXCLUSIVA.

GERARDO HIPOLITO DE JESUS

NOMBRE



FIRMA

Morelia Mich. a 29 de ENERO del año 2019.

AGRADECIMIENTOS

A Dios: Por todo.

A mi Madre: Sra. Ma. Inés de Jesús Jerónimo: Por darme esta vida, ser mi pilar y fortaleza, que me levanta en cada uno de mis tropiezos.

A mi esposa: Verónica por ser pilar fundamental de mis hijos.

A mis hijos: Karen Itzel, Eduardo y Michelle Abigail por impulsarme a concluir este proyecto

A mis hermanos: Efraín, Ubaldo, Matías y a Elda Cristal, por su constante apoyo moral.

A mi Facultad de Ingeniería Eléctrica: Por prepararme teóricamente y ser mi fuente de conocimientos.

A todos los profesores de esta Escuela (F.I.E.): Que me inculcaron dignidad, respeto y ética.

A todos aquellos que fueron mis jefes inmediatos y que me dieron la oportunidad de desarrollar con ímpetu y dedicación los trabajos aquí expuesto tales como: Sr. Fernando Aguiñaga, Lic. Ramiro Valadez, Ing. Rigoberto Muñoz, Sr. Isidro Zurita, y Sr. Santiago.

Mil gracias.

Al Ingeniero: Ignacio Franco Torres por apoyarme para concluir esta carrera como proyecto de vida y cerrar esta etapa que por un tiempo había quedado inconclusa.

Mil gracias Ingeniero Franco.

DEDICATORIA

A mi madre Ma. Inés por tu fortaleza y haber sacado adelante a todos tus hijos y nietos que han dependido de ti y que fuiste Madre y padre para nosotros tus hijos.

A mi Padre aunque ya no está con nosotros, seguramente le dará gusto verme concluir.

A mi esposa Verónica por ser mi compañera de vida y fuente de apoyo moral.

A mis hijos: Karen Itzel, Eduardo y a Michel Abigail por su constante dedicación al estudio, por apoyo moral y empuje para concluyera este proyecto.

A mis hermanos Efraín, Ubaldo, Matías, a Elda Cristal y para que sea fuente de inspiración y concluyan ellos sus metas.

A todos mis sobrinos entre ellos: Adrián, Efraín, Alex, Jimena, Valentina, Mateo, Braulio, Emanuel y Álvaro y que no desistan en sus proyectos de vida.

A ustedes mi admiración y respeto mil gracias.

ÍNDICE

Licencia de Uso No Exclusiva	ii
Agradecimientos	iv
Dedicatoria	v
Índice	vi
Resumen	xiii
Palabras Clave	xiv
Abstract	xv
Keywords	xvi
Lista de Tablas	xvii
Lista de Figuras	xviii
Glosario de Términos	xxi
Capítulo 1 Introducción	1
1.1.- <i>Antecedentes Académicos</i>	1
1.2.- <i>Antecedentes Laborales</i>	1
1.3.- <i>Objetivo Del Reporte</i>	2
1.4.- <i>El Que y él Como del Control de Proyectos Eléctricos</i>	3
1.4.1.- <i>Documentos de un Proyecto</i>	4
Capítulo 2 Fundamentos, Desarrollo y Cálculo de las Instalaciones Eléctricas Industriales	5
2.1.- <i>Generalidades</i>	5
2.2.- <i>Definiciones y Conceptos Básicos de Iluminación</i>	5
2.2.1.- <i>Naturaleza de La Luz</i>	5
2.2.2.- <i>Propagación de la luz</i>	6
2.2.3.- <i>La Reflexión</i>	6
2.2.4.- <i>La Refracción</i>	6
2.2.5.- <i>Brillantez</i>	6
2.2.6.- <i>Gráficas Fotométricas</i>	6
2.3.- <i>Fuentes de Luz Eléctricas</i>	7
2.3.1.- <i>De Luz Visible</i>	7

2.3.1.1.- De Filamento Incandescente.....	7
2.3.1.2.- De Descarga Gaseosa	8
2.3.2.- De Luz Ultravioleta.	8
2.4.- Luminarias.....	8
2.5.- <i>Sistemas de Iluminación</i>	8
2.5.1.- Directo	8
2.5.2.- Semi-Directo	9
2.5.3.- Directo-Indirecto y General Difuso	9
2.5.4.- Semi-Indirecto.	9
2.5.5.- Indirecto.	9
2.5.6.- Tipo de Luminaria	9
2.5.6.1.- Clase de servicio	10
2.5.6.2.- Material empleado para la reflexión o transmisión de la luz.....	10
2.5.6.3.- Método de Montaje	10
2.5.6.4.- Fuente Luminosa	10
2.6.- <i>Métodos de Iluminación</i>	10
2.7.- <i>Distribución de equipo de iluminación</i>	11
2.8.- <i>Niveles de Iluminación</i>	11
2.9.- <i>Métodos de Cálculo de Alumbrado</i>	11
2.9.1.- Método de Lumen	12
2.9.2.- Método de Flujo Total para Interiores.	12
2.10.- <i>Factores de Desempeño</i>	12
2.10.1.- Coeficiente de Utilización.....	12
2.10.2.- Índice de Cuarto ó Local	12
2.10.3.- Coeficiente de Depreciación.....	12
2.10.4.- Factor de Mantenimiento.....	13
2.10.5.- Determinación de los Lúmenes	13
2.10.6.- Determinación del Número de Lámparas por el Método de Lumen.....	13
2.10.7.- Determinación de la Distribución de Lámparas	14
2.11.- <i>El Método de Flujo Total para el Cálculo de Alumbrado en Interiores</i>	14
2.12.- <i>Recomendaciones para el Diseño de una Instalación de Alumbrado Tipo Industrial</i>	16
2.13.- <i>Cálculo de Circuitos Derivados para Alumbrado y Contactos</i>	17
2.13.1.- Métodos para el Cálculo del Calibre de los Conductores de los Circuitos Derivados.....	18
2.13.1.1.- Por Corriente.....	18
2.13.1.2.- Por Caída de Tensión.....	19
2.14.- <i>Especificaciones Complementarias para Salidas de Alumbrado y Contactos</i>	19
2.14.1.- Salidas de Alumbrado Tipo Industrial	19
2.14.2.- Salidas de Contactos Tipo Industrial.....	19
2.15.- <i>Sistema Eléctrico de Fuerza</i>	20
2.15.1.- Elementos en el Proyecto de una Instalación Eléctrica Industrial	20
2.15.2.- Selección de la Tensión de Alimentación a la Instalación.....	21

2.15.3.- Los Conductores de los Alimentadores Principales	22
2.15.4.- El Cálculo de Alimentadores para Uno y más de Dos Motores Eléctricos.	23
2.15.5.- Características Principales para Cálculo de los Circuitos Derivados y el Alimentador por Área.	23
<i>2.16.- Cálculo de La Subestación Eléctrica.</i>	<i>24</i>
2.16.1.- Factor de Demanda.	24
2.16.2.- Factor de Diversidad.	24
2.16.3.- Factor de Carga.	25
2.16.4.- Corriente Nominal en Alta Tensión.	25
2.16.5.- Corriente Nominal en Baja Tensión.	26
<i>2.17.- Corto Circuito</i>	<i>27</i>
2.17.1.- Las Fuentes de Alimentación de Corto Circuito.	27
<i>2.18.- Corrección del Factor de Potencia.</i>	<i>29</i>
2.18.1.-Ventajas de la Corrección del Factor de Potencia.	30
<i>2.19.- Sistema de Tierras.</i>	<i>31</i>
2.19.1.- Objetivo de una Conexión a Tierra.	31
2.19.2.- Clasificación de Sistemas de Tierras.	31
Capítulo 3 Subestaciones y Transformadores.....	33
<i>3.1.- Introducción</i>	<i>33</i>
<i>3.2.- Elementos Principales De Una Subestación Eléctrica.....</i>	<i>34</i>
3.2.1.- Transformador.....	34
3.2.2.- Interruptor de Potencia.	34
3.2.3.- Restaurador.	34
3.2.4.- Cuchillas fusibles.....	35
3.2.5.- Cuchillas Desconectoras y Cuchillas de Prueba.	35
3.2.6.- Apartarrayos.	35
3.2.7.- Transformadores de instrumento.	35
3.2.7.1.- Transformadores de corriente (TC).....	35
3.2.7.2.- Transformadores de potencial (TP).....	35
3.2.8.- Barras o Buses.	36
<i>3.3.- Clasificación de las Subestaciones</i>	<i>36</i>
3.3.1.- Subestaciones en las plantas generadoras o centrales eléctricas.	36
3.3.2.- Subestaciones receptoras primarias.	36
<i>3.4.- Beneficios de las Subestaciones Eléctricas</i>	<i>37</i>
<i>3.5.- Transformador de Distribución.</i>	<i>37</i>
<i>3.6.- Dispositivos Auxiliares del Transformador de Distribución.</i>	<i>37</i>
3.6.1.- Apartarrayos	37
3.6.2.- Aisladores	37
3.6.3.- Cortacircuitos:	38
<i>3.7.- Clasificación de Transformadores</i>	<i>38</i>
3.7.1.- Transformador Tipo Poste	38

3.7.2.- Transformador Autoprotegido	38
3.7.3.- Transformadores de estación y de pequeña potencia tipo subestación.....	38
3.7.4.- Transformadores de potencia:	38
3.7.5.- Transformadores tipo Pedestal:	39
3.7.6.- Transformadores monofásicos tipo pedestal	39
3.7.7.- Transformadores de operación radial	39
3.7.8.- Transformadores de operación anillo	39
3.7.9.- Transformadores de tipo subterráneo	39
3.8.- Transformadores Tipo Seco.....	40
3.8.1.- Características del transformador tipo seco.....	40
3.8.1.1.- Componentes del Transformador Tipo Seco.....	40
3.8.2.- Tipos de Devanado	41
3.8.3.- Tipos de Núcleos.....	41
3.8.4.- Tipo de Conexiones	41
3.9.- Cálculo y Protección Contra Corriente de un Transformador Tipo Seco.....	41
3.10.- Recepción de Transformadores.....	42
3.11.- Sobre el Manejo y Almacenaje del Transformador.....	42
3.11.1.- Montaje	42
3.12.- Pasos de Instalación de Transformadores de Distribución.....	43
3.12.1.- Conexiones.....	44
3.12.2.- Nivel del Aceite Dieléctrico.....	44
3.12.3.- Sistema de enfriamiento.....	44
3.12.4.- Operación	45
Capítulo 4 Mantenimiento de Subestaciones y Transformadores	46
4.1.- Generalidades.....	46
4.2.- Factores que Afectan el Deterioro del Sistema de Aislamiento de un Transformador Aislado en Aceite.....	46
4.2.1.- La Humedad.....	47
4.2.2.- El oxígeno.....	47
4.2.3.- La Contaminación Externa.....	47
4.3.- Plan de Mantenimiento de Transformadores	47
4.4.- Pruebas Eléctricas a Transformadores de Distribución.....	48
4.4.1.- Resistencia de Aislamiento.....	48
4.4.2.-Medición de la Resistencia Óhmica de los Devanados.....	48
4.5.- Ensayos Fisicoquímicos	49
4.6.- Reporte de Resultados y Pruebas.....	51
4.6.1.- Secuencia de Mantenimiento a Subestaciones Eléctricas de Distribución.....	51
Capítulo 5 Inyección de Plástico.....	52
5.1.- Generalidades	52

5.2.- Máquinas de Inyección	52
5.3.- Partes Constitutivas de una Máquina de Inyección	52
5.3.1.- Unidad Inyectora.	52
5.3.2.- Boquillas de Inyección	53
5.3.3.- Unidad de Cierre.....	53
5.3.4.- Accionamiento y Mando.....	53
5.3.5.- Sistema Hidráulico.	54
5.3.5.1.- Uso del Sistema Hidráulico.....	54
5.3.5.2.- Funcionamiento Básico del Sistema Hidráulico.	55
5.3.5.3.- Deposito de Aceite.	55
5.3.5.4.- Válvula de Sobrecarga.....	56
5.3.5.5.- Cilindros Hidráulicos.....	56
5.4.- Bombas Hidráulicas.	56
5.5.- Fases de Inyección de las Máquinas de Inyección y su Ciclo de Inyección.	57
5.6.- Ilustraciones de Automatización y Autómatas	58
Capítulo 6 Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión para Fábricas del Ramo Zapatero.	59
6.1.- Trabajos para "Calzado Milord S.A. de C.V.".....	59
6.1.1.- Antecedentes.....	59
6.1.2.- Proyecto e Instalación Eléctrica de Alumbrado y Contactos en Baja Tensión de Oficinas Generales.....	59
6.1.2.1.- Descripción del Suministro Eléctrico de la Empresa.	59
6.1.2.2.- Descripción de la Acometida.....	60
6.1.3.- Descripción del Proyecto y de la Instalación Eléctrica de Alumbrado a Realizar en Oficinas Generales.....	60
6.1.4.- Cálculo del Calibre de los Conductores de los Circuitos Derivados para el Alumbrado de las Oficinas Generales.	62
6.1.5.- Cálculo de Conductores para el Alimentador Primario para los Centros de Carga del Alumbrado de las Oficinas Generales.....	63
6.2.- Proyecto e Instalación Eléctrica en Baja Tensión para la Nave Numero Nueve.....	64
6.2.1.- Instalación Eléctrica de Alumbrado y Fuerza en Baja Tensión para Nave Número Nueve.....	64
6.2.1.1.- Descripción de la Instalación de la Acometida.....	64
6.2.1.2.- Metodología para el Cálculo del Alumbrado de la Nave Numero Nueve.	65
6.2.2.- Cálculo y Selección del Calibre de Conductor para el Alimentador Principal del Tablero de Alumbrado de la Nave Nueve.	67
6.2.2.1.- Cálculo y Selección del Calibre de los Conductores de los Circuitos Derivados del Alumbrado y Contactos para la Nave Nueve.....	67
6.2.2.2.- Cálculo y Selección del Conductor para el Circuito Alimentador Principal de la Nave Nueve	68
6.2.2.3.- Cálculo de los Alimentadores Secundarios para los Interruptores Aguas Abajo del Interruptor Principal de la Nave Nueve.....	69
6.2.3.- Desarrollo del Cálculo de Corto Circuito para la Instalación Eléctrica de las Naves Nueve, Diez, Once y Doce.	70
6.2.3.1.- Cálculo de Sistemas de Tierras para las Naves Nueve, Diez, Once y Doce.....	73

6.2.4.- Instalación Eléctrica de Fuerza y Alumbrado en Baja Tensión para las Naves Diez, Once y Doce.	73
6.2.4.1.- Generalidades	74
6.2.4.2.- Cálculo de Alumbrado para las Naves Diez, Once y Doce	74
6.2.4.3.- Calibre de los Conductores de los Circuitos Derivados de Alumbrado y Contactos para las Naves Diez, Once y Doce	75
6.2.4.4.- Descripción y Cálculo del Conductor del Alimentador Principal para las Naves Diez, Once y Doce	76
6.2.4.5.- Cálculo de los Conductores para los Alimentadores Derivados	78
6.2.4.6.- Proyecto de La Subestación Eléctrica	78
6.2.4.7.- Corriente Nominal en Alta Tensión	79
6.2.4.8.- Corriente Nominal en Baja Tensión	80
6.2.4.9.- Características del Alimentador Primario de Suministro de Energía Eléctrica en Baja Tensión 220-127 V. C.A. 60 Hz.	80
6.2.4.10.- Cálculo de Corto Circuito.....	81
6.2.4.11.- Instalación y Control Eléctrico de Arrancadores Eléctrico para Máquinas Paletizadoras. ..	84
6.2.5.- Trabajos para "Suelas Supply's S.A. de C.V."	84
6.2.5.1.- Descripción del Proyecto de Instalación Eléctrica General para Suelas Supplys S.A. de C.V.	84
6.2.5.2.- Descripción de la Acometida de la Fábrica de Suelas.	85
6.2.5.3.- Desarrollo de la Instalación Eléctrica de Alumbrado y Fuerza la Nave Industrial Suelas Supplys.	86
6.2.5.4.- Descripción del Proyecto de la Subestación Eléctrica de la Fábrica de Suelas.....	96
6.2.5.5.- Corriente de Corto Circuito	98
6.2.5.6.- Cálculo de Sistemas de Tierras.	101
6.2.5.7.- Corrección del Factor de Potencia para la Fábrica de Suelas.....	102
6.2.6.- Trabajos para TROSSOS de PIEL S.A. de C.V.	103
6.2.6.1.- Antecedentes:	103
6.2.6.2.- Instalación eléctrica de alumbrado de oficinas administrativas.	104
6.2.6.3.- Descripción del proyecto E instalación eléctrica DE fuerza y alumbrado de fábrica de trossos s.a. de c.v.	104
6.2.6.4.- Cálculo de alumbrado para la fábrica de trossos de piel s.a. de c.v.	105
6.2.7.- Proyecto de instalación eléctrica de fuerza y alumbrado para planta industrial la capilla.	110
6.2.7.1.- Instalación de un circuito alimentador 3f-4h (para planta industrial la capilla).	111
6.2.8.- Trabajos realizados para "ELASTÓMEROS de Plásticos s.a. de C.V."	112
6.2.8.1.- Antecedentes.	112
6.2.8.2.- Determinación de las protecciones del transformador de 15 Kva para alumbrado oficinas.	112
6.2.8.3.- Proyecto de instalación eléctrica de bancos de capacitores.....	114
6.2.9.- Trabajando para "Ingeniería Eléctrica del Bajío S.A. de C.V."	116
6.2.9.1.- Antecedentes.	116
6.2.9.2.- Servicios de Mantenimiento a Subestaciones Eléctricas de Distribución Tipo Industrial ara: "NOVATECH PAGANI S.A. de C.V."	118
6.2.10.- Servicios de Mantenimiento a la Subestación Eléctrica Tipo Industrial Abierta para: CONDUMEX S.A de C.V. de San Juan del Rio Querétaro.	119
Capitulo 7 Automatización y Control en SUELAS SUPPLYS S.A. de C.V.....	120
7.1.- Antecedentes.	120

7.2.- Instalación de Control Eléctrico de una Máquina de Inyección Tipo Prensa Numero 10.	120
7.3.- Programación de PLC a una Máquina para Conformar Calzado Implementando.	121
7.4.- Rehabilitación del Cableado de Control Manual y Automático de una Máquina Rotativa de Inyección	122
7.5.- Instalación del Cableado para la Automatización de una Máquina de Inyección Tipo Prensa Color Azul	122
7.6.- Recableado y Programación del Modulo PLC Zelio para el Control y Automatización de una Máquina Rotativa Automática para Pegar Calzado.	123
CAPITULO 8 Conclusiones y Recomendaciones.	125
8.1.- Conclusiones.....	125
8.2.- Recomendaciones.	125
Bibliografía	127
Anexos.....	128
Anexo 1.- Diagrama en media tension 13.8 kv.	128
Anexo 2.- Diagrama unifilar en media tensión 13.8 kv.	129
Anexo 3.- Nave 9: plano de sistema de alumbrado.....	130
Anexo 4.- Plano de alumbrado para naves 10, 11 y 12.	131
Anexo 5.- Plano de fuerza para Nave 9, 10, 11 y 12.....	132
Anexo 6.- Diagrama unifilar en baja tensión 220/127 volts, suelas suppl'ys s.a. de C.V.	133
Anexo 7.- Diagrama unifilar en baja tensión 220/127 volts 60 Hz. elastómeros de plásticos industrial s.a. de C.V.	134
Anexo 8.- Diagrama unifilar trossos de piel s.a. de C.V.....	135
Anexo 9.- Tabla de índice de cuarto aproximado.....	136
Anexo 10.- Tabla de número de conductores que se pueden alojar en una canalización.	137
Anexo 11.- Corriente permisible	138
Anexo 12.- Tabla para cálculo de factor de potencia.....	138
Anexo 13.- Memorias de cálculo para tres instalaciones eléctricas.....	139
Anexo 14.- Memorias de cálculos de fuerza.....	140
Anexo 15.- Memoria Técnica.....	141
Anexo 16.- Memoria Técnica de Fuerza de " Elastómeros de plásticos S.A. de C. V".....	142
Anexo 17.- Memoria Técnica de Fuerza de " Suelas SUPPLY'S S.A. de C.V."	143

RESUMEN

En este trabajo de reporte tratare temas interesantes para quienes nos dedicamos a sector eléctrico industrial, sobre todo cuando realizamos determinados tipos de proyectos eléctricos, La Norma Oficial Mexicana nos exige que nos acatemos a los procedimientos y lineamientos que establecen para los diseños de Instalaciones eléctricas.

Durante mi trayectoria laboral, me he dedicado a realizar el trabajo con base a las normas, especificaciones y lineamientos que me han permitido desenvolverme en área de la construcción eléctrica, mantenimiento de equipos eléctricos tales como subestaciones y transformadores eléctricos para la distribución de energía eléctrica y control eléctrico industrial, enfocados principalmente a la automatización industrial gobernado por los autómatas programables (PLC'S).

Tratando de dar una explicación para determinar temas que aquí estoy abordando, resultan de una manera oportuna considerar el aspecto teórico y la técnica del desarrollo de los procedimientos de un proyecto eléctrico a realizar e ir desarrollando los mecanismos de los trabajo y tareas que se me fueron asignados, consecuentemente tuve que apoyarme en catálogos y especificaciones de materiales, que facilitan las especificaciones de los materiales adecuados a usar, y tener muy en cuenta la tarea para la comprensión de las especificaciones de equipos y dispositivos eléctricos que se utilizaran en la planeación y ejecución de un determinado proyecto eléctrico.

También hay que considerar que aunque existe determinada información, estas deben de estar actualizadas ya que de otra forma estaremos a las consideraciones y criterios con resultados no aptos para los trabajos.

Por otro lado, dentro de los temas que expongo en este trabajo de reporte, tales como; la corrección de factor de potencia, así como la elaboración de un procedimiento a seguir para la elaboración de la memoria técnica descriptiva del desarrollo de una Instalaciones Eléctrica Industrial principalmente en el ramo del cazado tratadas en este reporte, también y recalcando otra vez hacemos referencia los procedimientos y los pasos a seguir en el mantenimiento preventivo de subestaciones eléctricas y transformadores de distribución de energía eléctrica, no somos ajenos al desarrollos de proyectos de Automatización Industrial con la implementación de Controladores Lógicos Programables (PLC) de cualquier marca. Es así como un Ingeniero Electricista aborda áreas de oportunidad para desarrollarse en ámbitos laborales para adquirir la experiencia durante su trayectoria laboral.

En el capítulo dos se dan a conocer algunos de los fundamentos y principios de los sistemas de iluminación que se utilizan para un cálculo de alumbrado tipo interior ya sea para oficinas o áreas donde la iluminación es un factor importante para el confort en el trabajo del personal operativo en una industria, los métodos más usados para el cálculo de alumbrado, cálculo de fuerza, conceptos de transformadores y subestaciones eléctricas, inyección de plástico, así

como los dispositivos que se utilizan en el control industrial, los elementos necesarios para el mantenimiento de estos equipo eléctricos.

En el capítulo tres se dan una explicación de los fundamentos básicos, de gran importancia de las fuentes de suministro de energía eléctrica como vienen siendo los transformadores de distribución de energía eléctrica, que se utilizan en fábricas industriales y algunos conceptos fundamentales de la instalación, almacenamiento, maniobra de tipo de subestaciones y transformadores que se tiene que comprender.

El capítulo cuatro se dan a conocer los fundamentos de mantenimiento de las subestaciones eléctricas, así como los transformadores de distribución de energía eléctrica, tales elementos son tan necesario ya que se tendrán base y una secuencia ordenada para la operación y el mantenimiento de estos equipos eléctricos, seguidamente en capítulos posteriores sobre los trabajos que se realizan se dan un secuencia lógica y ordenada de los principales actividades que se hacen en un proceso de mantenimiento de un transformador de distribución. Se dan a conocer también entre las principales empresas donde se ejecutaros este tipo de servicios por parte de la empresa donde trabaje.

Seguidamente en el capítulo cinco, consideramos que en el ramo industrial para la fabricación de calzado se utiliza maquinaria de inyección de plástico para la producción de suelas para el calzado, y una descripción de los componentes que integran una máquina de tal grado, así como el ciclo de trabajo de lo que es la inyección de plástico.

En el capítulo 5 también, doy una explicación de los autómatas programables que se utilizan en la industria del calzado, para el proceso de inyección de suela. Los PLC'S de la marca Siemens, Schneider Electric, se dan a conocer algunas ilustraciones de los componentes que se encuentran ubicados en el tablero y paneles de control de mencionada maquinaria.

En el capítulo seis se da un reporte de cada uno de los trabajos que realice principalmente de instalaciones eléctricas industriales de alumbrado y fuerza en baja tensión en fábricas de ramo de calzado donde trabaje, en este reporte muestro de una manera teórico de los fundamentos y pasos a seguir de los cálculo, desarrollo de la instalaciones eléctricas y explicación de las instalaciones eléctricas, así como su especificación técnicas de sus equipos que esta aprobadas bajo normatividad nacional. La descripción de la instalación eléctrica industrial tales como el cálculo de alumbrado y fuerza que se realizaron.

En el capítulo siete se dan a conocer las actividades realizadas en control eléctrico y la instalación, rehabilitación de maquinaria común que se utiliza en una fábrica de zapatos.

PALABRAS CLAVE

Proyecto, Subestación, Transformador, Monopolar, Apartarrayo, Cortacircuitos, cortocircuito,

ABSTRACT

In this report, I will discuss interesting topics for those of us who work in the industrial electrical sector, especially when we carry out certain types of electrical projects. The Mexican Official Standard requires us to abide by the procedures and guidelines established for the designs of electrical installations.

During my career, I have dedicated myself to carry out the work based on the standards, specifications and guidelines that have allowed me to develop in the area of electrical construction, maintenance of electrical equipment such as substations and electrical transformers for the distribution of electrical energy and industrial electrical control, focused mainly on industrial automation governed by programmable automata (PLC'S).

Trying to give an explanation to determine issues that I am addressing here, it is timely to consider the theoretical and technical aspects of the development of the procedures of an electrical project to be carried out and to develop the mechanisms of the work and tasks that were left to me. Assigned, consequently I had to rely on catalogs and material specifications, which facilitate the specifications of the appropriate materials to be used, and take into account the task for the compression of the specifications of electrical equipment and devices that will be used in the planning and execution of a certain electrical project.

We must also consider that although there is certain information, these should be updated since otherwise we will be to the considerations and criteria with results not suitable for the work.

On the other hand, within the topics that I expose in this report work, such as; the correction of power factor, as well as the elaboration of a procedure to be followed for the elaboration of the descriptive technical report of the development of an Industrial Electrical Installations mainly in the field of the hunted treated in this report, also and emphasizing again we make reference the procedures and the steps to follow in the preventive maintenance of electrical substations and transformers of electrical power distribution, we are not unrelated to the development of Industrial Automation projects with the implementation of Programmable Logic Controllers (PLC) of any brand. This is how an Electrical Engineer deals with areas of opportunity to develop in work environments to acquire experience during his career.

In chapter two some of the fundamentals and principles of the lighting systems that are used for a calculation of interior type lighting for offices or areas where lighting is an important factor for the work comfort of the staff are disclosed. Operating in an industry, the most used methods for the calculation of lighting, calculation of force, concepts of transformers and electrical substations, injection of plastic, as well as the devices used in industrial control, the elements necessary for the maintenance of these electrical equipment.

Chapter three gives an explanation of the basic fundamentals, of great importance of the sources of electricity supply such as electrical power distribution transformers, which are

used in industrial factories and some fundamental concepts of installation, storage , type of substations and transformers maneuver that must be understood.

Chapter four, the maintenance fundamentals of the electrical substations, as well as the electrical power distribution transformers, are explained, such elements are so necessary since they will have base and an orderly sequence for the operation and maintenance of these electrical equipment, then in later chapters on the works that are carried out there is a logical and ordered sequence of the main activities that are carried out in a maintenance process of a distribution transformer. They are also known among the main companies where this type of service is executed by the company where they work.

Next in chapter five, we consider that in the industrial sector for the manufacture of footwear plastic injection machinery is used for the production of soles for footwear, and a description of the components that make up a machine of such degree, as well as the work cycle of what is plastic injection.

In chapter six, I give an explanation of the programmable automatons that are used in the footwear industry, for the sole injection process. The PLC'S of the Siemens brand, Schneider Electric, are given some illustrations of the components that are located on the board and control panels of said machinery.

In chapter seven a report is given of each one of the works that he carries out mainly of electrical industrial installations of lighting and force in low tension in factories of shoe industry where he works, in this report I show in a theoretical way the foundations and steps to follow the calculations, development of the electrical installations and explanation of the electrical installations, as well as their technical specification of their equipment that is approved under national regulations. The description of the industrial electrical installation such as the calculation of lighting and force that were made.

In chapter eight the activities carried out in electrical control and the installation, rehabilitation of common machinery used in a shoe factory are made known.

KEYWORDS

Project, Substation, Transformer, Monopolar, Apartarrayo, Circuit breaker, short circuit,

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.- Densidad de Carga para algunas industrias.....	21
Tabla 2.- Voltajes recomendados para Motores Eléctrico según su Potencia.....	21
Tabla 3.- Voltajes recomendables de voltaje para una instalación eléctrica industrial.....	22
Tabla 4.- Rango de impedancia para Transformadores de Distribución.....	28
Tabla 5.- Valores de dimensiones, peso e impedancia de transformadores de Distribución....	29
Tabla 6.- Características eléctricas de transformador eléctrico 300 KVA nave 9, 10,11 y 12. ..	79
Tabla 7.- Especificaciones para listón fusible.....	79
Tabla 8.- Para seleccionar tipo de listón fusible.....	80
Tabla 9.- Características eléctricas del alimentador primario en baja tensión para las naves Diez, Once y Doce	81
Tabla 10.- Cuadro de cargas para el alumbrado general de la Fabrica.....	91
Tabla 11.- Corriente a plena carga para motores de inducción.....	93
Tabla 12.- Especificaciones de parámetros Eléctricos de Transformador de 225 KVA.	97
Tabla 13.- Especificaciones de Grupo de Cortacircuitos de subestación de 225KVA.....	97
Tabla 14.- Especificaciones de para Acometida Cable Alimentador.....	98
Tabla 15.- Simulador en Excel para la corrección del factor de potencia.....	103
Tabla 16.- Simulador en EXCEL para la corrección del Factor de Potencia.....	116

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Tipo de sistemas de iluminación.	9
Figura 2.- Tipos de distribución de iluminación.	11
Figura 3.- Fuentes de cortocircuito.	27
Figura 4.- Cortocircuito Asimétrica y Simétrica.	27
Figura 5.- Impedancia de transformadores de distribución.	29
Figura 6.- Esquemas de corrección de factor de potencia.	31
Figura 7.- Esquema de una subestación eléctrica.	33
Figura 8.- Elementos de una subestación eléctrica.	34
Figura 9.- Clasificación de subestaciones eléctricas.	36
Figura 10.- Transformador trifásico tipo pedestal.	40
Figura 11.- Probador de rigidez dieléctrica.	50
Figura 12.- Máquinas de inyección de suela.	52
Figura 13.- Máquinas de inyección de suela.	52
Figura 14.- Máquina de inyección.	53
Figura 15.- Tableros de control eléctrico para máquinas de inyección.	54
Figura 16.- Tablero de control eléctrico para máquinas de inyección de plástico.	54
Figura 17.- Paneles de controladores digitales de temperatura.	54
Figura 18.- Esquema de un circuito hidráulico.	55
Figura 19.- Depósito de aceite.	55
Figura 20.- Fases de inyección.	56
Figura 21.- Pistón hidráulico para inyectar.	57
Figura 22.- Motor hidráulico para inyectar.	57
Figura 23.- Motor hidráulico.	57
Figura 24.- Solenoide eléctrico para válvula de venteo.	57

Figura 25.- Fases de inyección.....	58
Figura 26.- PLC Marca Siemens Step S7-7200.....	58
Figura 27.- Micro PLC Zelio Soft.....	58
Figura 28.- Armario Eléctrico con PLC de una máquina de inyección.....	58
Figura 29.- Panel TD200 para PLC-STEP-7200.....	58
Figura 30.- Panel de configuración para PLC STEP-1200.....	58
Figura 31.- Esquema de la instalación de la estructura eléctrica para subestación.....	65
Figura 32.- Diagrama unifilar de la acometida.....	65
Figura 33.- Alumbrado en Suelas Supplys.....	85
Figura 34.- Subestaciones de 300 KVA Y 225 KVA.....	85
Figura 35.- Unifilar de Acometida.....	85
Figura 36.- Proceso de Instalación de Centros de Carga.....	90
Figura 37.- Portería Eléctrica en Baja Tensión.....	92
Figura 38.- Patio de producción de Suela.....	96
Figura 39.- Alumbrado y Potencia Eléctrica para CNC'S.....	96
Figura 40.- Triángulo del Factor de Potencia.....	102
Figura 41.- Instalación de Banco Fijo de Capacitores.....	103
Figura 42.- Banco fijo de Capacitores.....	103
Figura 43.- Alumbrado en Área Pespunte de Calzado.....	106
Figura 44.- Transformador de 112.5 KVA de Capilla.....	110
Figura 45.- Compresor y Ducteria Eléctrica.....	111
Figura 46.- Interruptor principal de 3 por 400 Amperes, 440 Volts.....	112
Figura 47.- Estructura Eléctrica de Acometida.....	113
Figura 48.- Unidad de Transformación Tipo Seco.45KVA, 440 V-220/127 Volts.....	114
Figura 49.- Bancos Automáticos de Capacitores.....	116
Figura 50.- Máquina Filtradora de Aceite Dieléctrico para Transformadores.....	117

Figura 51.- Receptáculo para Medir la Rigidez Dieléctrica.....	117
Figura 52.- Máquina de Inyección de Suelas NUM.10.....	121
Figura 53.-Tablero Eléctrico de Maquina de Inyección.	121
Figura 54.- Diagrama Eléctrico de Zona de Calefactoras.....	121
Figura 55.- Módulo de Micro PLC Zelio para Máquina de Inyección.	121
Figura 56.- Tablero de Maquina Rotativa de Inyección de Suela.....	122
Figura 57.- Máquina Prensa Azul.	123
Figura 58.- Máquina Automática de Pegar Calzado.....	123

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Circuito derivado.	Conjunto de conductores, que se extiende desde los ultimo dispositivos de protección hasta donde termina el circuito alimentador.
Cortocircuito.	Cuando es la falla en un aparato o línea eléctrica por la cual la corriente eléctrica pasa directamente del conductor activo o fase al neutro o tierra. El cortocircuito se produce normalmente por fallas en los aislamientos de los conductores.
Demanda Máxima.	Potencia máxima registrada en un periodo de tiempo determinado.
Falla a tierra.	Ocurre cuando un aparato eléctrico es dañado o sus partes eléctricas están húmedas y el flujo de corriente eléctrica sale de los conductores del circuito.
Falla.	Es una alteración o un daño permanente o temporal en parte del equipo, que varía sus condiciones normales de operación y que generalmente causa un disturbio.
Línea.	Es el circuito eléctrico cuya misión es la de conducir energía eléctrica.
Lumen.	La cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie de un metro cuadrado.
maniobra	Se entenderá como lo hecho por un operador directamente o a control remoto, para accionar algún elemento
Salida.	Es la caja de conexiones de la cual se toma la alimentación para una o varias cargas.
Sobrecarga.	Funcionamiento de un equipo excediendo su capacidad nominal, o de un conductor que excede su capacidad de conducción de corriente. Cuando tal funcionamiento persiste por suficiente tiempo, puede causar daños o sobrecalentamiento peligroso.
Subestación.	Es la estación que transformador o distribuye energía eléctrica.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN.

1.1.- ANTECEDENTES ACADÉMICOS.

Mis estudios preliminares de preescolar la realice en mi pueblo natal, e iniciaron en la comunidad Purépecha de San Pedro Cucuchucho municipio de Tzinzunzan Michoacán localizado en la rivera de Lago de Pátzcuaro, al terminar me inscribieron en la escuela Primaria Albergue “Don Benito Juárez” del mismo lugar, seguí cursando el nivel de educación secundaria, realizándola en tres lugares; el primer año lo realice en la Ciudad de Pátzcuaro Michoacán, el segundo año en la comunidad de Ihuatzio Michoacán y el tercer año la curse en la Escuela Secundaria Técnica Agropecuaria No. 25 de Antúnez Municipio de Paracuaro Michoacán de la región de Apatzingán Michoacán. Posteriormente con deseos de seguir estudiando me dirigí a la Ciudad de Morelia para cursar la preparatoria, quedando inscrito en la Escuela “ Isaac Arriaga” de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, para entonces terminado el nivel medio superior decidí ingresar a La Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Hasta la fecha mis áreas de interés son Matemáticas, Electrónica, Maquinas Eléctricas, Control Eléctrico Industrial, PLC’S, Transformadores, Subestaciones Eléctricas, y Sistemas eléctricos de potencia que son tan necesarias para la aplicación en la industria eléctrica. Actualmente estoy tomando cursos de Controladores Lógicos Programables (PLC) de la marca Allen Branley, Siemens, Schneider Electric (Zelio) y Coyo, de control y automatización para la aplicación de automatización de maquinaria en la industria del calzado.

1.2.- ANTECEDENTES LABORALES

A continuación voy a explicar que ya desde muy temprana edad comencé a trabajar con la finalidad de obtener ingresos económicos, con el objetivo de seguir estudiando, los trabajos que desempeñaba eran desde labores agrícolas, ayudante de albañil, de obrero en los periodos vacacionales escolares de secundaria y preparatoria, para poder continuar con mis estudios, solicitaba empleo por varias empresas para solventar mis gastos escolares, después de haber terminado la Licenciatura en Ingeniería Eléctrica, con objetivo de ejercer en el área laboral, pues fue así como me empleaba en empresas del giro de la construcción, inicie trabajando en instalaciones en campo con las empresas "Procisa S.A. de C.V. " de Querétaro, que proveía servicio de Instalaciones Telefónicas al servicio de Telmex S.A. de C.V., trabaje también para "Servicios de Infraestructura Integral S.A. de C.V.", que se dedica a la electrificación de fraccionamientos, esta empresa se ubica en la Ciudad de Morelia, en efecto

empecé conociendo los departamentos los almacenes y bodegas de Materiales eléctricos, Herramientas y equipos que se utilizaban para la ejecución de trabajos en el ramo de la construcción e instalaciones de electrificación de fraccionamientos, trabajos que se tienen que entregar en tiempo y forma al servicio de la C.F.E. a continuación puedo decir que tuve que incursionar y realizar un cambio de residencia en la ciudad de León Guanajuato. Con el propósito de desenvolverme en el área industrial y aportar los conocimientos teórico prácticos que había adquirido en la facultad, eran tiempos difíciles ya que el panorama nacional económico pasaba por otras de las crisis económicas donde las oportunidades de empleo son eran limitadas, Habría que decir también que mis intereses fueron: Instalaciones Eléctricas Industriales, sin embargo tuve que abrirme camino en áreas como: Titular de puesto de Electricista Especializado en fábricas de manufactura, Pues fue así más sin embargo mi objetivo de seguir obteniendo experiencia en el ramo, me introduje laboralmente en el área de las instalaciones eléctricas tipo Industrial en Baja Tensión, mantenimiento de Subestaciones y transformadores tipo convencional, compactas, intemperie y tipo poste, también realizando estudios técnico económico para el ahorro de energía así como la corrección de Factor de Potencia de plantas Industriales, todo esto se complementó para tener algo más experiencia. Después conseguir trabajo en empresas del mismo giro tales como: "Ingeniería Eléctrica del Bajío S.A. de C.V", dedicado al mantenimiento de transformadores y Subestaciones Eléctricas e Instalaciones eléctricas en media y baja tensión, ya cuando radicaba en león Guanajuato. Y con el tiempo solicite trabajo en el sector del Ramo Zapatero, empresas como; " Calzado Milord S.A de C.V", ubicada en el municipio de Purísima del Rincón, Guanajuato. Igualmente al trabajo para " Suelas Suplés S.A de C.V.", fábricas de calzado, también tuve que realizar trabajos para algunas empresas de apoyo, tales como " Trossos de Piel S.A de C.V", y para algunas empresa que requerían de servicios. El trabajo me fue abriendo áreas de oportunidad tales como el Control y Automatización de maquinaria para la industria del calzado que actualmente me dedico a tareas de control y diagnóstico de fallas de origen eléctrico para Controladores Lógicos Programables.

1.3.- OBJETIVO DEL REPORTE

Creo que la mejor oportunidad de seguir ejerciendo mi profesión como Ingeniero Electricista, es aportar con este trabajo mi experiencia obtenida durante mi trayectoria laboral desde que egrese de esta institución Académica: Facultad de Ingeniería Eléctrica, actividades que ejercí y seguiré trabajando con dedicación y esfuerzo. Continuar aportando conocimientos en los trabajos que me serán asignados, Proyectados, planeados, ejecutados, con seguridad, confianza, eficiencia y calidad. Para tener en óptimas condiciones de funcionalidad, seguridad y flexibilidad de las instalaciones eléctricas basada en guías, normas y la experiencia. El objetivo es suministrar la información necesaria sobre configuraciones, construcciones, montaje, instalación y puesta en funcionamiento de los transformadores trifásicos convencionales que son basadas en guías y normas y sobre todo la experiencia adquirida durante los trabajos realizados.

Desde luego en aras de los tiempos actuales de tecnologías de comunicación e industrialización, necesitamos de la actualización de las normas que postulan y rigen los lineamientos, procedimientos para la elaboración de proyectos eléctricos, e instalaciones eléctricas así como la operación correcta de plantas industriales.

Entre los objetivos de este reporte es documentar teóricamente gran parte de la experiencia que tuve en trabajos tales como, los procedimientos generales que contienen un proyecto eléctrico, tales como: el cálculo de alumbrado, cálculo de conductores eléctricos, elegir el tipo de transformador para la subestación eléctrica requerida con su implemento y dispositivos de protección, una coordinación de protección con ayuda del cálculo de corto circuito, la potencia demandada, sistema de tierra, la corrección del factor de potencia, todos estos aspectos nos orientan a la realización de un buen proyecto eléctrico, garantizando la confiabilidad, flexibilidad, calidad y económico para una instalación eléctrica.

También hay que señalar que cualquier ingeniero electricista, proyectista eléctrico; no puede ser ajenos a trabajos de índole tales como el control eléctrico, mantenimiento de transformadores y subestaciones eléctricas, de igual forma se pueden presentar trabajos de programación, configuración de controladores de velocidad, temperatura y de presión y de controladores lógicos programables (PLC'S).

1.4.- EL QUE Y ÉL COMO DEL CONTROL DE PROYECTOS ELÉCTRICOS.

Se refiere a la organización, presupuesto, puesta en operación y control de ciertos trabajos de construcción eléctrica industrial que involucran una gran diversidad de actividades. Para un ingeniero eléctrico que se dedique al desarrollo de proyectos eléctricos industriales, con el objeto de proporcionar propuestas bien estipuladas a la gerencia o dirección de una planta industrial o fabrica del ramo del calzado como lo hemos reportado con este trabajo de reporte laboral.

El ingeniero que ha de preparar o anticiparse con un estudio principalmente de costos de los equipos y del proyecto de la instalación, los requerimientos de la mano de obra y todos aquellos datos que sean requeridos.

También las principales actividades que se requieren son:

- a) Actualizar las especificaciones del proyecto, tomando en consideración los cambios inevitables que hayan tenido lugar durante el intervalo del desarrollo del proyecto.
- b) Prepara las estimaciones completas de trabajo de dibujo, diseño, cálculo y pruebas de los equipo de potencia eléctrica.
- c) Llevar adelante la solicitud o colocación de pedidos para la adquisición de maquinaria, equipos o dispositivos eléctricos.
- d) También llevar a cabo la administración del trabajo, de la programación de costos, y supervisión del proyecto eléctrico en cuestión.

- e) Mantener informada al personal directivo de la planta o fábrica del avance de los trabajos por medio de un reporte adecuado.

1.4.1.- DOCUMENTOS DE UN PROYECTO

Estos son los principales documentos que se deberán considerar para un proyecto eléctrico a desarrollar:

- 1) Planos.
- 2) Memoria técnica descriptiva.
- 3) Presupuesto de la obra.

De una manera escrita la memoria técnica descriptiva debe describir propiamente el desarrollo, objetivo del proyecto, los antecedentes generales, la ubicación del desarrollo, autorización y aspectos legales, descripción de los servicios con que cuenta el desarrollo, especificaciones y características de los materiales que se utilizaran en la obra o trabajo eléctrico, las etapas y plazos en que se desarrollara la obra o trabajo eléctrico que puede suceder en un entorno industrial. Se deberán presentar los cálculos que comprueben el cumplimiento de las especificaciones de diseño, y el análisis de los diferentes aspectos relacionados con la instalación o construcción eléctrica industrial. Haciendo referencia al presupuesto se realizara en base a precios unitarios del conjunto de los elementos que conformaran el proyecto, en caso contrario se deberá desglosar ampliamente los conceptos de materiales o equipos, mano de obra e impuestos.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTOS, DESARROLLO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES.

2.1.- GENERALIDADES

La instalación correcta de infraestructura eléctrica de fábricas, oficinas, áreas comerciales deben de ser acorde al ramo de la utilización de la energía eléctrica, tan bueno debe ser que es un factor primordial para el aumento de la producción, ganancia de buenos dividendos, así como de buenas utilidades, tomando bien en cuenta aspectos de seguridad tales como reducción de accidentes, otro aspecto a considerar es la de atracción de compradores y, en general, para el bienestar y la seguridad de todos los elemento que intervienen en una empresa o zona industrial. A si mismo son tantos los elementos que intervienen en la realización de un buen proyecto eléctrico, siempre y cuando teniendo un sólido conocimiento de los fundamentos y del funcionamiento se puede obtener instalaciones eléctricas óptimas para el trabajo. Una buena instalación eléctrica en la industria permite:

- Reducir la fatiga en el trabajo.
- Evitar accidentes en el trabajo.
- Aumentar la productividad.

Reducir el consumo de energía, permitiendo una buena economía de operación. Debemos procurar pues que sea en cantidad y calidad tal que, sirva para ver bien, por lo que el estudio para cualquier proyecto eléctrico lleva consigo el considerar una serie de variables, tales como también las exigencias arquitectónicas que se deben de tomar en cuenta, no obstante los lineamientos que se deben de establecer en todo proyecto eléctrico, se deberán de basar en las normas vigentes y actualizadas.

2.2.- DEFINICIONES Y CONCEPTOS BÁSICOS DE ILUMINACIÓN.

Algunas de las definiciones y conceptos básicos que se deberán de tener muy claro en el estudio de iluminación se dan a continuación, tratando de dar a estos una interpretación tan simple como sea posible.

2.2.1.- NATURALEZA DE LA LUZ

Se define como aquella energía radiante para cuya longitud de onda es sensible el ojo humano.

2.2.2.- PROPAGACIÓN DE LA LUZ

Los rayos luminosos se propagan en línea recta; si algún medio se interpone entre ella, se producirá absorción, reflexión o refracción del rayo de luz.

2.2.3.- LA REFLEXIÓN

Es un fenómeno consistente en el cambio de dirección cuando un rayo luminoso incide sobre una superficie.

2.2.4.- LA REFRACCIÓN

Ocurre cuando esta pasa de un medio a otro de diferente densidad. La dirección de un rayo luminoso es modificada cuando esta pasa de un medio al otro, puede ser regular, irregular o difusa, ello depende de las características de los medios.

Unidades: La potencia o intensidad luminosa de una fuente de luz en una dirección determinada es la medida de la capacidad de la fuente para proyectar la luz en esa dirección

ILUMINACIÓN: Es realmente la densidad de flujo que incide sobre la superficie de un objeto, se obtiene dividiendo la densidad de flujo, en lúmenes, entre objeto del área del objeto iluminado, las unidades de la iluminación son el Lux que son lúmenes por metro cuadrado, varía inversamente con el cuadrado de la distancia.

2.2.5.- BRILLANTEZ

Es la densidad de flujo luminoso emitido por una fuente luminosa o proyectada desde una superficie iluminada. La diferencia entre iluminación y brillantez consiste en que en la primera se considera la densidad de flujo incidente mientras que la segunda es medición de la densidad de flujo luminoso emitido.

2.2.6.- GRÁFICAS FOTOMÉTRICAS

También son llamadas curvas de distribución de potencia luminosa, representan la distribución de la intensidad de la luz de una lámpara o luminaria.

FLUJO LUMINOSO: Es la radiación visible total emitida por una fuente de luz, su unidad es el Lumen; que es la cantidad de flujo incidente que, al ser distribuido uniformemente sobre una superficie de un metro cuadrado, produce iluminación de un Lux en cada punto de superficie. El flujo luminoso también es la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa puede ser una lámpara en la unidad de tiempo (segundos). La unidad de medidas de flujo luminoso es el lumen. Uno de los datos fundamentales para calcular un proyecto de alumbrado es la cantidad

de luz que hay que proporcionarle a cada área, determinado el nivel de iluminación por las normas.

LUMEN: Se define como la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie de un metro cuadrado.

NIVEL DE ILUMINACIÓN. LUX: Es la iluminación en un punto a sobre una superficie a una distancia de un metro

$$1 \text{ LUX} = \frac{1 \text{ LUMEN}}{\text{M}^2} = 1 \text{ BUJIA} - \text{METRO}$$

Un Lux se debe de definir como la intensidad de iluminación sobre una superficie de un metro cuadrado en la cual se encuentra uniformemente distribuido un lumen.

$$E = \frac{F}{S}$$

Donde:

E = LUX INCIDENTE SOBRE UNA SUPERFICIE.

F = FLUJO LUMINOSO EN LUMENS.

S = AREA ILUMINADA EN METROS CUADRADOS.

2.3.- FUENTES DE LUZ ELÉCTRICAS

La variedad de fuentes eléctricas luminosas es tan grande que se clasifican en:

2.3.1.- DE LUZ VISIBLE

2.3.1.1.- DE FILAMENTO INCANDESCENTE

Consiste de un filamento altamente refractario y conductor eléctrico montado en un bulbo translucido de una base apropiada para su conexión eléctrica, las lámparas incandescentes se clasifica en seis tipos de acuerdo a:

- a) La clase de lámpara.
- b) La forma del bulbo.
- c) El acabado del bulbo.
- d) El tipo de base.
- e) El tipo de filamento.

2.3.1.2.- DE DESCARGA GASEOSA

LÁMPARAS DE DESCARGA. Consiste en un tubo de vidrio lleno de un gas especial, cada extremo del tubo lleva fijo un electrodo; estos, por calentamiento o por un campo eléctrico intenso, ioniza el gas del tubo y origina un arco eléctrico entre los electrodos a través del gas, lo que da una radiación visible dentro del espectro visible de ahí que estos Incluyen:

- a) Los tubos de Neón y Argón.
- b) Los de vapor de sodio y los de vapor de mercurio de baja y alta presión.
- c) Los tubos fluorescentes.

2.3.2.- DE LUZ ULTRAVIOLETA.

- 1. Lámparas de luz del sol
- 2. Lámparas de luz negra.
- 3. Lámparas fotoquímicas.
- 4. Lámparas de ozono.

2.4.- LUMINARIAS

Una luminaria es un dispositivo empleado para dirigir, difundir o modificar la luz proveniente de una fuente luminosa, su función principal es la de proteger la vista de excesiva intensidad de las fuentes luminosas sin recubrimiento alguno, las luminarias se clasifican de acuerdo con:

- a) El sistema de iluminación.
- b) El tipo de luminaria.
- c) La clase de servicio.
- d) El material empleado para reflejar o transmitir la luz.
- e) El método de montaje.
- f) La fuente luminosa.

2.5.- SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.

En el empleo de un proyecto de alumbrado hay cinco sistemas principales de control de la luz, que se diferencian por la manera en que la luz es dirigida hacia un área de trabajo, y que son:

2.5.1.- DIRECTO

Este sistema ilumina con alta eficacia las áreas de trabajo, pero se debe de tener cuidado cuando haya que aplicarlo, ya que puede causar excesiva brillantes, sombras muy profundas, o deslumbramientos.

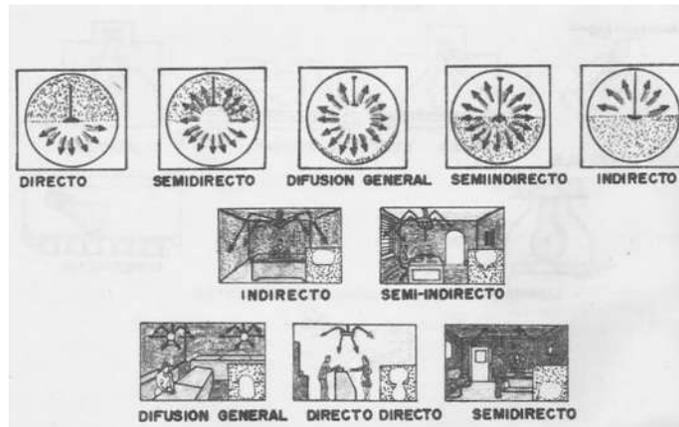


Figura 1.- Tipo de sistemas de iluminación.

2.5.2.- SEMI-DIRECTO

Este tipo de alumbrado se ha popularizado mucho sobre todo, en industrias donde se desea que una parte de la luz vaya hacia arriba.

2.5.3.- DIRECTO-INDIRECTO Y GENERAL DIFUSO

Este alumbrado se puede hacer con el de luminaria de tipo fluorescente directa-indirecta que tiene en la parte inferior una especie de persiana a base de listones cruzados que cierran el punto de visión.

2.5.4.- SEMI-INDIRECTO.

Este tipo de alumbrado en la parte superior de la lámpara está abierto y la inferior esta echa de una sola pieza de plástico difusor.

2.5.5.- INDIRECTO.

En este sistema prácticamente no llega al plano de trabajo luz directa", puesto que la fuente lumínica esta oculta de todos y cada uno de los ángulos de la visión normal

2.5.6.- TIPO DE LUMINARIA

Se divide en dos grupos según la cubierta de la fuente luminosa sea abierta o cerrada.

2.5.6.1.- CLASE DE SERVICIO

Para cada caso de iluminación se requiere una luminaria especial, por lo que esta se divide en: Industriales, Comerciales, Residenciales., Para alumbrado público.

2.5.6.2.- MATERIAL EMPLEADO PARA LA REFLEXIÓN O TRANSMISIÓN DE LA LUZ.

Los materiales más empleados son el acero, aluminio, vidrio opaco, prisma de vidrio, vidrio y metal y plástico y metal.

2.5.6.3.- MÉTODO DE MONTAJE

Por el método de montaje, las luminarias se clasifican en: Suspendidas, Superficiales montadas, Empotradas.

2.5.6.4.- FUENTE LUMINOSA

La fuente luminosa dentro de la luminaria puede ser una o varias lámparas incandescentes, de mercurio o fluorescentes.

2.6.- MÉTODOS DE ILUMINACIÓN.

Un método de iluminación apropiado es aquel por medio del cual se distribuye uniformemente la luz en toda el área que deba recibirla. El grado de uniformidad depende de las dimensiones del espacio por iluminar y de la altura a que quede la fuente luminosa, los métodos de iluminación se dividen en:

- a) **Método localizado.** Cada fuente individual de iluminación se aplica a un área reducida, tal como una máquina, banco de trabajo o restirada para dibujo.
- b) **Método general.** Las fuentes luminosas se encuentran por encima de las áreas de trabajo y distribuidas a distancias iguales entre sí, independientemente de la distribución de las máquinas y muebles. La iluminación es uniforme.
- c) **Agrupado.** Las fuentes luminosas están por encima de las zonas de trabajo, pero su distribución no es uniforme, sino que están agrupadas tomando en cuenta la ubicación de las máquinas, bancos de trabajo y muebles.

Combinación del método general y el localizado. Con este método, se tiene una iluminación uniforme sobre un área completa por medio de unidades colocadas según el método general, pero se agregan unidades de iluminación local para operaciones que, dentro de esta área, requieren de alta densidad luminosa.

2.7.- DISTRIBUCIÓN DE EQUIPO DE ILUMINACIÓN.

Las unidades de iluminación en sistemas de alumbrado que emplean el método de iluminación general, deberán de ser distribuidas simétricamente en toda el área por iluminar.

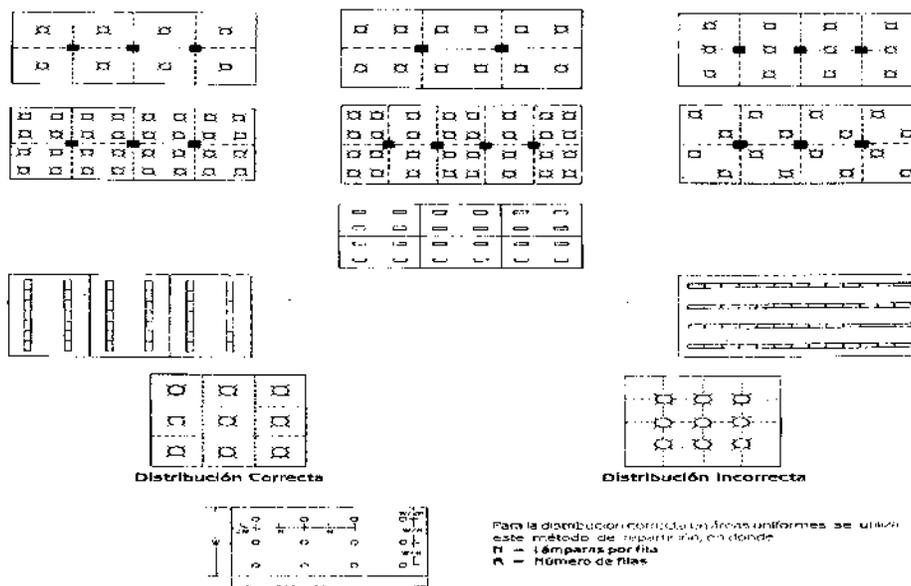


Figura 2.- Tipos de distribución de iluminación.

2.8.- NIVELES DE ILUMINACIÓN

Uno de los puntos más importantes en el diseño de una instalación de alumbrado es la determinación del valor de la iluminación requerida en el plano de trabajo.

2.9.- MÉTODOS DE CÁLCULO DE ALUMBRADO.

Existen varios métodos para el cálculo de iluminación entre los que se destacan:

- Método de punto por punto.
- Método de lumen por metro.
- Método por flujo total luminoso (iluminación general).

El primero se basa en la ley de los cuadrados inversos, en el que la intensidad de flujo luminoso varía con el cuadrado de la distancia. Este método se aplica en cálculos de iluminación exterior.

El método de lumen se emplea para cálculos de iluminación en interiores y en su desarrollo se toman en cuenta factores como el de mantenimiento y el de utilización. De estos métodos, el más empleado el Método de lumen y del Método de Flujo total para Interiores.

2.9.1.- MÉTODO DE LUMEN

En el cual se determinan los lúmenes por metro cuadrado o Luxes, dividiendo el flujo total de lúmenes que incide en el plano de trabajo entre el plano de trabajo entre el área de este.

2.9.2.- MÉTODO DE FLUJO TOTAL PARA INTERIORES.

Nos concretaremos con el método de flujo total por su relativa sencillez, porque ha sido adoptado ampliamente para calcular el promedio general de la intensidad luminosa y porque es tan exacto que cada uno de los valores de las formulas, quedan evaluados correctamente.

2.10.- FACTORES DE DESEMPEÑO

Como por lo general las lámparas se instala dentro de las luminarias, el flujo luminoso final que se presenta en menor que el irradiado por la lámpara debido a la absorción, reflexión y transmisión de la luz por los materiales que están constituidos.

2.10.1.- COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN.

El coeficiente de utilización es la relación entre los lúmenes que llegan al plano de trabajo, generalmente se consideran 0.80 metros del piso, toma en cuenta la eficiencia y la distribución de la unidad, su altura de montaje, las proporciones del local, reflexiones de las paredes, techo y piso. Indica la iluminación que llega al área de trabajo y su valor depende de la forma y dimensiones del local, del color de las paredes y del techo, y de la clase de la luminaria, su valor siempre es menor que la unidad.

2.10.2.- ÍNDICE DE CUARTO Ó LOCAL

$$IC = \frac{ANCHO \times LARGO}{Altura} \text{ de montaje sobre plano de montaje } \times (\text{ancho} + \text{largo}).$$

2.10.3.- COEFICIENTE DE DEPRECIACIÓN

Por reducción en la eficiencia misma de fuente luminosa a través del tiempo, también es ligeramente inferior a la unidad. Se obtiene en tablas que proporcionan los mismos fabricantes de lámparas o en los manuales de iluminación.

2.10.4.- FACTOR DE MANTENIMIENTO

Los niveles de iluminación obtenidos originalmente en los locales de un edificio, varían y tienden a bajar con el tiempo, desde el 100% cuando el luminario esta nuevo y limpio, la acumulación de polvo y el envejecimiento de la luminaria por el calor de la propia lámpara, mismo que provoca que la luminosidad desmerezca con el tiempo. Indica la relación de la iluminación de la instalación inicial a la iluminación después de un determinado tiempo. Es ligeramente menor a la unidad.

2.10.5.- DETERMINACIÓN DE LOS LUMENES

Las formulas empleadas en el método de lumen son:

$$\text{LUMINARIOS} = \frac{\text{AREA X LUXES}}{\text{Lamparas por Luminario x Lumens x C. U. x F. M.}}$$

$$\text{LUXES} = \frac{\text{LUMENES TOTALES X C. U. x F. M.}}{\text{AREA}}$$

$$\text{AREA} = \frac{\text{LUMENES TOTALES x C. U. x F. M.}}{\text{LUXES}}$$

Conociendo el nivel de iluminación, el área del local, el coeficiente de utilización y el factor de mantenimiento, se determina el número de lumen, según la formulan:

$$\text{LUMENS} = \frac{\text{LUXES X AREA(M2)}}{\text{Coeficiente de Utilizacion x Coef. de Mantenimiento}}$$

2.10.6.- DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE LÁMPARAS POR EL MÉTODO DE LUMEN.

Para determinar el número de lámparas que se utilizara el proyecto de iluminación se tienen que conocer las características de las lámparas que se puedan utilizar. Generalmente la elección de una fuente de luz, para una instalación de alumbrado general, se hace sobre una base de preferencias personales y por el grado de calor o frio de la atmosfera. Cuando se requiere una mayor fidelidad de color posible se recomiendan las lámparas fluorescentes. El número de lámparas y luminarios puede calcularse mediante las formulas siguientes:

$$\text{No DE LAMPARAS} = \frac{\text{Niv.Luminoso en Lux x Superficie en m2}}{\text{Lumens por Lamp.x Coef.de Utiliz.x Fact.de M}} \cdot \text{O de la siguiente manera:}$$

$$\text{No DE LAMPARAS} = \frac{\text{N.I.X AREA(M2)}}{\text{Lumens de Lamp.x CU X FM}}$$

2.10.7.- DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LÁMPARAS

La distribución de las lámparas, depende generalmente de las dimensiones del local y de la forma arquitectónica, para conseguir una buena distribución de la iluminación en un local, es recomendable que se coloquen luminarias de tal manera que proporcionen una iluminación uniforme sobre el área total, la distribución luminosa más normal, se obtiene mediante la colocación simétrica de las luminarias, de acuerdo con el cálculo del número de luminarios necesarios para producir la luz deseada se debe de hacer una distribución aproximada de las lámparas, ajustándolas de forma que el número total de ellas sea divisible por el número de filas.

2.11.- EL MÉTODO DE FLUJO TOTAL PARA EL CÁLCULO DE ALUMBRADO EN INTERIORES

Para la aplicación de este método, se deben determinar los siguientes elementos:

E = Nivel de iluminación medio que se pretende realizar en Lux.

Φ = Flujo total por la lámpara para obtener el nivel de iluminación deseado en lumen.

S = Superficie total del local por iluminar en m².

μ = Factor de utilización, depende del sistema de iluminación.

K = Índice del local, lo considera en ancho y largo así como la altura.

$$K = \frac{a \cdot b}{H(a + b)}$$

Donde:

a = Ancho del local en metros.

b = Largo del local en metros.

H = Altura de las luminarias sobre el plano de trabajo en metros.

Cuando se calcula el alumbrado para distribuciones, con luz semidirecta o indirecta, se debe de tomar en cuenta la altura del local (H) con respecto al plano de trabajo.

El índice del local se calcula como:

$$K = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2H(a + b)}$$

$M =$ Factor de mantenimiento.

Tiene en consideración la traducción de las características fotométricas de las luminarias y el envejecimiento de las lámparas. Varía según las condiciones ambientales de la instalación y la forma en cómo se efectuar el mantenimiento. La fórmula base para el cálculo del flujo luminoso total para iluminar un local, tomando en consideración los factores antes indicados es la siguiente:

$$\phi T = \frac{E S}{\mu \cdot M}$$

Si se designa por el flujo luminoso que produce cada lámpara, se puede obtener el número de lámparas como el cociente entre el flujo total y el flujo por lámpara.

$$NUM. DE LAMPARAS = \frac{\phi T}{\phi L}$$

La fórmula para el cálculo de flujo luminoso está determinada por la siguiente ecuación:

$$\phi = \frac{E \cdot S}{u \cdot m}$$

Y para el número de lámparas necesarias para obtener un nivel de iluminación deseado:

$$n = \frac{\phi}{\phi L}$$

$\phi =$ Flujo total.

$\phi L =$ Flujo por lámpara.

$n =$ Numero de lámparas.

Por lo tanto el procedimiento de cálculo por el método de flujo total.

- 1) Obtener las características del local por iluminar, como son: la actividad que se desarrollara en el mismo, disposición y altura de los objetos por iluminar, plano de trabajo. Etc.
- 2) Obtener de las tablas de recomendaciones, el nivel de iluminación (E) en Lux.

- 3) Determinar la superficie del local(S) en metros cuadrados.
- 4) Calcular el índice del local.
- 5) Obtener de las tablas el coeficiente de reflexión del techo y de las paredes.
- 6) Definir el tipo de lámpara; potencia y tonalidad de color.
- 7) Seleccionar en su caso el tipo de luminario.
- 8) Obtener el factor de utilización.
- 9) Indicar el tipo de mantenimiento.
- 10) Calcular el flujo total.
- 11) Calcular el número de lámparas requerido.
- 12) Calcular la potencia total requerida por la instalación de alumbrado.

2.12.- RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO TIPO INDUSTRIAL.

Una vez expresado el método que se empleara en el proyecto de alumbrado, se describirán los procedimientos básicos que se deben de seguir en el cálculo de iluminación, de tal forma que los pasos necesarios para el diseño de un alumbrado interior, son los siguientes:

- 1) Determinar las características del lugar por iluminar tales como: Área y altura, localización de muebles, máquinas, y detalles arquitectónicos, acabado de paredes y techos, etc.
- 2) Seleccionar el nivel de iluminación recomendable para el caso.
- 3) Seleccionar el luminario que habrá de instalarse.
- 4) Selección del tipo de lámpara a emplear, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

Potencia nominal. Condiciona el flujo luminoso y el dimensionamiento de la instalación desde el punto de vista eléctrico.

Eficiencia luminosa y decaimiento del flujo luminoso. Durante el funcionamiento, es la duración de vida media y costo de la lámpara, estos factores también condicionan la economía de operación de la instalación.

Gama Cromática. Condiciona la mayor o menor apreciación de los colores respecto a las observaciones a la luz natural.

Temperatura de los colores. Condiciona la tonalidad de la luz se dice que una lámpara proporciona una luz "caliente" o "fría".

Dimensiones del local. Las características de la construcción y sus dimensiones condicionan al tipo y características de los aparatos de iluminación.

- 5) Elegir el método de iluminación: (localizado, general, agrupado o la combinación de general y localizado).

- 6) Seleccionar el tipo de fuente luminosa: (Directo, semidirecto, difusión general, semi-indirecto o indirecto).
- 7) Escoger el tipo de fuente luminosa (Incandescente, fluorescente o de vapor de mercurio)
- 8) Determinar la ubicación de las unidades de iluminación y su montaje: suspendidas, superficiales, empotradas, distribución o localización de las unidades de alumbrado, de acuerdo con las dimensiones del local.
- 9) Determinar la relación de cuarto de acuerdo con sus dimensiones y la altura a que deben de ir las unidades de iluminación (ver tablas).
- 10) Elegir los coeficientes de reflexión.
- 11) Determinación del coeficiente de utilización, se buscan en las tablas correspondiente a luminario seleccionado.
- 12) Calcular el radio de cuarto o relación de cuarto.
- 13) Determinación del factor de mantenimiento se busca en las mismas tablas.
- 14) Realizar los cálculos según las ecuaciones recomendadas.
- 15) Calculo del número de lámparas o luminarios y por consiguiente la cantidad de equipos de alumbrado.
- 16) Escoger la lámpara de acuerdo con los lúmenes requeridos (en las tablas del fabricante o en los manuales de iluminación).
- 17) Decidir si los lúmenes obtenidos son suficientes para llenar los requisitos planteados. Si no son así optar por lámparas que siguen en potencia.

También el desarrollo de un proyecto eléctrico exige una metodología implícita para así establecer una buena secuencia lógica de los cálculos, la metodología de una manera resumida que se propone, tiene los siguientes aspectos:

- 1) Determinación de los objetivos de la iluminación y de los efectos que se desean alcanzar.
- 2) Efectuar un levantamiento de las dimensiones físicas del local, arreglo, materiales usados y características de la instalación eléctrica.
- 3) Análisis de los factores que afectan la calidad de la iluminación.
- 4) Adecuación de los resultados al proyecto.
- 5) Definición de los puntos de iluminación.
- 6) Evaluación del consumo energético (según método de cálculo usado).
- 7) Evaluación n de costos.
- 8) Calculo de la rentabilidad.

2.13.- CÁLCULO DE CIRCUITOS DERIVADOS PARA ALUMBRADO Y CONTACTOS

Las normas técnicas para instalaciones eléctricas permiten el uso de solo circuitos derivados de 15 o 20 Amperes para alimentar cargas de alumbrado, el número de circuitos derivados

está determinado por la carga total en watts, entre la capacidad máxima por circuito y se calcula como:

$$\text{No. de circuitos} = \frac{\text{carga total en watts}}{\text{capacidad de cada circuito en watts}}$$

Una vez determinado los equipos de alumbrado y contactos se procederán al alambrado de los circuitos, de acuerdo a los siguientes puntos:

- 1) Las cargas se agrupan en circuitos de no más de 2500 watts, para alumbrado y contacto.
- 2) La caída de tensión tendrá como valor máximo de 2.5% desde el tablero de distribución hasta la luminaria más lejana.
- 3) Se empleara un neutro por cada circuito.
- 4) El control y protección de los circuitos, se ejecutara en un tablero o centra de carga de alumbrado con interruptores de tipo termomagnético.
- 5) Se ubicara un tablero por cada edificio y oficinas no mayor a 42 circuitos.
- 6) Se realiza el cálculo de calibre de los conductores de los circuitos derivados.

Para el cálculo exacto del calibre de los conductores eléctricos, deben de tomarse en consideración la corriente por transportar y la caída de tensión máxima permisible, es necesario tener conocimiento de fórmulas correspondientes a los cuatro sistemas para el suministro de energía eléctrica, los conductores para circuitos derivados de alumbrado también se pueden calcular por capacidad y por caída de tensión y por norma no deben de ser calibres menores a 14 AWG. Y para circuitos de contactos no deben de ser menor al calibre 12 AWG. En circuitos de alumbrado, se procurara, que la carga sea de un 50% de la capacidad del conductor seleccionado y de preferencia y no deberán cargarse más allá de 3000 watts por un circuito de 127 V.

2.13.1.- MÉTODOS PARA EL CÁLCULO DEL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS.

2.13.1.1.- POR CORRIENTE

El cálculo por corriente para un sistema trifásico, tenemos que de la formula siguiente:

- 1) Se calculan los amperes por la ley de watts y a ese valor se le denomina corriente nominal (In).
- 2) Se le aplica el factor de agrupamiento el cual se saca de la tabla número:
- 3) Se le aplica el factor de temperatura, el cual se saca de la tabla número:

Con la corriente corregida, se entra a las tablas de capacidad de amperes de los conductores y se selecciona el calibre que habrá de instalarse de la tabla número:

2.13.1.2.- POR CAÍDA DE TENSIÓN

Si la distancia del circuito es considerable de más de 25 metros en contactos o en circuitos de alumbrado, se calcula por caída de tensión seleccionándose el conductor que sea mayor.

$$S = \frac{4 L I_n}{E_n e}$$

En donde:

S = seleccion del conductor en mm²

L = Distancia del circuito = m.

I = corriente nominal I_n = Amperes

E_n = Voltaje de fase a neutro = 127 Volts.

e = caída de voltaje en % = 3%.

2.14.- ESPECIFICACIONES COMPLEMENTARIAS PARA SALIDAS DE ALUMBRADO Y CONTACTOS.

2.14.1.- SALIDAS DE ALUMBRADO TIPO INDUSTRIAL

Sera visible donde esta lo permita, canalizado los conductores eléctricos con tubería conduit galvanizada, pared delgada y gruesa del diámetro indicado en el proyecto y con cajas troqueladas, de una sola pieza galvanizada y sus demás accesorios (contras, monitores, etc.), soportados con abrazaderas tipo omegas cuando sea visible, debiéndose doblar el tubo en caso de que sea de 13mm, 19 mm, 25 mm. Los conductores serán de cobre electrolítico con aislamiento termoplástico de tipo THHW-LS 90 C para 600 Volts, de calibres indicados en el proyecto eléctrico.

2.14.2.- SALIDAS DE CONTACTOS TIPO INDUSTRIAL

Las derivaciones para la conexión de los contactos serán con cable o alambre de cobre aislado con recubrimiento THHW-LS 90 C del calibre número 12 AWG. Tratándose de una instalación eléctrica industrial, deben de tenerse presentes un sinnúmero de condiciones de las cuales podemos manifestar:

- 1) las canalizaciones encierran conductores eléctricos para conectar lámparas y contactos, estos deben de ser totalmente independientes de las canalizaciones que encierran conductores eléctricos para conectar motores o sistemas de fuerza.
- 2) Disponer de planos eléctricos como mínimo dos uno para alumbrado y otro para fuerza.
- 3) Localización de motores se hace por medio de pequeños círculo para su identificación.
- 4) Se indica un cuadro de cargas marcando el número total de circuitos para alumbrado, y para el plano de correspondiente al proyecto de fuerza es obligado indicar un cuadro denominado cuadro de fuerza y protección.

2.15.- SISTEMA ELÉCTRICO DE FUERZA

Puede decirse que es la columna vertebral de una instalación eléctrica. Es muy importante que los materiales que se utilicen en la instalación eléctrica sean los correctos y adecuados, pues esto evitara la posibilidad de accidentes provocados por cortos circuitos y por sobrecargas en la instalación. Al proyectarse una instalación eléctrica se debe satisfacer o cumplir ciertos requisitos como son: la seguridad, Flexibilidad, accesibilidad, confiabilidad, economía. Para todos estos aspectos se debe considerar que la instalación no sea productora de condiciones inseguras que pueda causar accidentes tales como incendios y que debe de tomar en cuenta el factor de seguridad más adecuado.

2.15.1.- ELEMENTOS EN EL PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA INDUSTRIAL

Los parámetros eléctricos que están en juego en una instalación eléctrica industrial son las siguientes: Potencia, Voltaje, Frecuencia, Corrientes nominales, corrientes de corto circuito, Factor de potencia, y las características de la demanda. Por lo tanto todo ingeniero electricista que se orienta hacia el diseño, planeación y ejecución de un proyecto de una instalación eléctrica de tipo industrial, debe de tener un buen juicio y entendimiento de todos estos parámetros, por lo general se le proporcionara una estimación de la demanda de la potencia a utilizar, la ubicación del usuario y el tipo de servicio a partir de esta información se calcula y se suministra el resto de la información.

Un procedimiento que se sigue para el proyecto de las instalaciones eléctricas industriales es el siguiente:

- 1) Se determina la potencia total que demanda la instalación, tanto de alumbrado como de fuerza, así como también la probable utilización de potencia de emergencia.
- 2) Se calculan los coeficientes de simultaneidad y de utilización y se determina la potencia a transmitir por cada alimentador en forma individual.
- 3) Se selecciona el voltaje y sistema de distribución interna.
- 4) Se reagrupan las cargas y se efectúa el dimensionamiento preliminar de la instalación.
- 5) Se verifican las corrientes de corto circuito y sistemas de tierras, así como también el cálculo del el factor de potencia a demandar.

2.15.2.- SELECCIÓN DE LA TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN A LA INSTALACIÓN

En la misma forma que existe un criterio general para determinar la capacidad del transformador de la subestación eléctrica de una industria, existen ciertas reglas generales relacionadas con los voltajes más convenientes a utilizar en la industria, ya sea para la alimentación de los motores eléctricos que accionan a los distintos componentes de un proceso. Para cálculos de una primera aproximación, se puede hacer uso de los valores reportados en las tablas, también la carga eléctrica se puede determinar en función de la superficie construida de la obra, pasando posteriormente en su caso al cálculo particular de cargas como se indicara posteriormente.

Tabla 1.- Densidad de Carga para algunas industrias

TIPO DE INDUSTRIA	DENSIDAD DE CARGA EN WATTS/M²
INDUSTRIA AZUCARERA	160
FABRICAS TEXTILES	110
FABRICA DE APARATOS ELÉCTRICOS	90
TALLERES DE MANTENIMIENTO Y DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS	65
FABRICA DE LÁMPARAS ELÉCTRICAS	45

Tabla 2.- Voltajes recomendados para Motores Eléctrico según su Potencia.

POTENCIA DEL MOTOR (HP)	VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN (TRIFÁSICO)
0 a 75	220 V
75 a 250	440 V
250 a 1000	2300V
300 a 4000	4160V
MAS DE 5000	13200V

La siguiente tabla también es indicativa de la selección recomendable de voltaje de alimentación de una instalación eléctrica.

CARGA EN KVA	VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN (TRES FASES)
0-75	220/127 V
0-300	220/127 V
300-750	440/254 V
750-1500	440/254 V
1500-3000	2400 V
1000-20000	4160 V
MAS DE -10000	13.2 V

Tabla 3.- Voltajes recomendables de voltaje para una instalación eléctrica industrial

Estimar la carga y el voltaje de alimentación para una fábrica de zapatos que tiene una superficie construida de 1161.6 m², para la fábrica de zapatos se puede tomar una densidad de cargas de 90watts/m² por lo que la carga conectada es:

$$PI = 90 \times 1161.6 = 104544 \text{ watts.}$$

Es decir: $PI = 104.544 \text{ kw}$. Considerando un factor de demanda y de simultaneidad combinado de 0.6, la capacidad del transformador debe ser de:

$$PT = PI \times Fs = 104544 \times 0.6 = 62.726 \text{ kw.}$$

Estimando un factor de potencia de 0.85

$$KVA = \frac{Kw}{\cos \phi} = \frac{62.726}{0.85} = 73.795 \text{ KVA.}$$

De acuerdo con la tabla 7.3 y a reserva de verificar las características particulares de la carga, esta industria se puede alimentar a 220/127 volts.

2.15.3.- LOS CONDUCTORES DE LOS ALIMENTADORES PRINCIPALES.

Los conductores alimentadores no deberán ser de calibre más delgado que el que corresponda, de acuerdo a la carga por servir y deberán cumplir con lo siguiente: La caída de voltaje desde la entrada de servicio hasta el último punto de canalización, correspondiente a la carga indicada en la tabla no debe de ser del 4% para cargas de alumbrado y 3% para carga de motores eléctricos.

2.15.4.- EL CÁLCULO DE ALIMENTADORES PARA UNO Y MÁS DE DOS MOTORES ELÉCTRICOS.

Cuando se alimenta a un motor en forma individual, la capacidad de conducción de corriente, de los conductores del circuito derivado debe ser al menos del 125% de la corriente nominal a plena carga de dicho motor.

$$1.25 IMPC.$$

Cuando se alimenta más de un motor, la capacidad de corriente del conductor es la suma de 1.25 veces la corriente a plena carga del motor mayor, más la suma de las corrientes a plena carga del resto de los motores.

$$ITPC = 1.25 IMPC + \Sigma I MPC$$

Donde:

ITPC = Corriente total a plena carga en amperes.

IMPC = Corriente a plena carga del motor mayor de amperes.

IMPC = Corriente en a plena carga de otros motores en amperes.

2.15.5.- CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES PARA CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS Y EL ALIMENTADOR POR ÁREA.

Las características principales de los alimentadores y circuitos derivados para las cargas, se considera que se usaran interruptores de seguridad con fusibles de tipo cartucho; de casquillo o de navaja, también se usaran interruptores de tipo termomagnético, o elementos térmicos y conductores de cobre monopolar THHW-LS 90 °C para algún calibre seleccionado. En diseño de una instalación eléctrica industrial debemos determinar las características principales para el cálculo de los circuitos derivados siguientes:

- 1) La coordinación y protección de los circuitos alimentadores principales.
- 2) El tipo, y características propiamente dichas del conductor del alimentador principal a instalar.
- 3) La protección del circuito derivado de cada motor. Por lo que la protección del alimentador se calcula como:

$$Proteccion\ del\ alimentador = 2.5 \times IPC\ motor\ mayor + \Sigma Ipc\ otros\ motores$$

- 4) El conductor del circuito derivado de cada motor. La capacidad de corriente del conductor del alimentador es de:

$$I = 1.25 IPC\ motor\ mayor + \Sigma IPC\ otros\ motores.$$

- 5) Los elementos térmicos de cada motor.
- 6) Las capacidades de los medios de desconexión de cada motor.

Protección del circuito derivado de cada motor

$$I = 2.5 \times IPC$$

Conductores de los circuitos derivados.

2.16.- CÁLCULO DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA.

Para la determinación de la capacidad de una Subestación eléctrica, así como el conjunto de dispositivos, aparatos y equipos empleados para el manejo de la energía eléctrica, cuya finalidad primordial es la de transformar, elevar, reducir y convertir la energía eléctrica que se utilizara. Para el cálculo de la subestación eléctrica se deben también tener conocimientos de y comprender bien cada uno de los aspectos que intervienen en un proyecto eléctrico tales como son: El factor de la demanda, de diversidad, de carga. Para determinar la capacidad de un transformador en cualquier subestación, primero se hace una recopilación de todas las cargas eléctricas parciales que alimentara, enseguida, en cada una de estas se analiza en forma individual para seleccionar, el factor de demanda, con estos valores, afectamos cada carga conectada para poder obtener a su vez la demanda máxima en particular de cada una de ellas. Posteriormente con los datos de carga conectada así como la suma de las demandas máximas parciales, podemos calcular el factor de diversidad, que interviene como penúltimo paso o para la elección y capacidad del transformador, interviniendo finalmente un último factor llamado de carga, el cual se obtiene finalmente. En el dimensionamiento de la instalación, es decir en la determinación de la capacidad del banco de transformación, se debe de tomar en consideración que para periodos breves de tiempo, las máquinas y sus alimentadores pueden soportar sobrecargas que son tanto menor en la duración de la misma.

2.16.1.- FACTOR DE DEMANDA.

Es la razón de la demanda máxima de un sistema a la carga total conectada, su valor siempre es menor a la unidad.

$$f.d = \frac{\text{Demanda maxima}}{\text{Carga conectada}}$$

2.16.2.- FACTOR DE DIVERSIDAD.

Es la razón de las sumas de las demandas máximas parciales de un sistema, que puede ser en un momento dado la carga conectado del propio del sistema a la demanda máxima total. El valor de este factor generalmente es de uno a 2.

$$F.D. = \frac{\text{Demandas Maximas Parciales}}{\text{Demanda Maxima Total}}$$

2.16.3.- FACTOR DE CARGA.

Es la razón de la carga promedio de un sistema en un lapso de tiempo en particular a la carga en pico que tiene en ese periodo, el valor del presente factor es menor que la unidad

$$F.C. = \frac{\text{Carga Promedio}}{\text{Carga de pico}}$$

De hecho se puede calcular o estimar la capacidad del transformador que alimenta a las cargas conectadas y se calcula como:

$$PT = PI \times FD \times FS$$

Donde:

PT = Capacidad del transformador (potencia).

PI = Carga o Potencia instalada.

FD = Factor de demanda (coeficiente de utilización).

FS = Coeficiente o factor de simultaneidad.

Por otra parte el sistema se debe dimensionar de manera tal que siempre se tenga la posibilidad de alimentar la instalación en correspondencia con la máxima demanda. Considerando un factor de potencia obtenemos:

Tenemos que:

$$KVA = \frac{KW}{f.p.} = KVA$$

Considerando el Factor de diversidad.

$$\text{Factor de Diversidad} = \frac{\text{carga conectada en watts}}{\text{carga demandada en watts}}$$

Por lo tanto la capacidad real del transformador considerando un factor de diversidad de 1-2 se tendrá:

$$KVA = \frac{KVA}{F. Diversidad} = KVA$$

Teniendo en cuenta que se dejarán reservas para futuras ampliaciones o aumentos de servicio, así como la capacidad comercial de estos equipos se opta por un transformador de las siguientes características o especificaciones.

2.16.4.- CORRIENTE NOMINAL EN ALTA TENSION.

Una falla en un transformador invariablemente involucra un arco, ya que la corriente de falla deberá ir a través de un espacio previamente ocupado por un material aislante, la falla puede ir en cualquier parte eléctrica del transformador y las magnitudes de las corrientes de falla varían desde valores del orden de corriente nominal hasta la máxima corriente de falla asimétrica debido a una condición de falla de línea a tierra o de línea a línea. Por lo tanto estas corriente pueden resultar seriamente peligrosas hasta causar que el transformador y parte de sus accesorios tales como las boquillas sean expelidas, que el tanque del transformador se deforme o se dañe permitiendo fugas de aceite o gas, o incendio por tales consideraciones debemos de determinar la corriente nominal de en el lado de alta tensión del transformador.

Por la siguiente expresión determinamos la corriente nominal en el lado primario del transformador:

$$I = \frac{(KVA)}{1,732 * KV}$$

De acuerdo con la tabla número de la norma NOM 001 SEMP 2012 se selecciona el eslabón fusible con las siguientes características; que estarán dispuestos en los cortacircuitos para la protección del transformador, una secuencia y orden para determinar el cálculo de la selección del listón fusible que llevara el juego del grupo de cortacircuitos se realizara de la siguiente manera:

- 1) Determinar la tensión de operación en KV.
- 2) Determinar la capacidad en KVA del transformador.
- 3) Encontrar la corriente nominal I_n del fusible de la tabla, en el punto de cruce de la columna de tensión de servicio y el reglón correspondiente a la potencia del transformador según tablas de las especificaciones de fabricantes o normas.
- 4) Para el caso no considerados en la tabla. Realizar el cálculo de la corriente del listón fusible empleando la siguiente fórmula: $I_n = 1.155 \times \left(\frac{KVA}{KV}\right)$
- 5) Del anterior cálculo se debe de seleccionar el valor superior más próximo de entre los siguientes valores nominales de corriente de fusibles de (I_n).
- 6) Consultar las guías de selección de fusibles y determinar el tipo a usar.

2.16.5.- CORRIENTE NOMINAL EN BAJA TENSIÓN.

De igual manera al existir un cortocircuito en el lado secundario del transformador a la carga, el interruptor operara en un lapso de algunos ciclos, disparándose el interruptor térmico o termomagnético, dependiendo de la capacidad del transformador, el cual se desconectara de la red secundaria debiendo así proteger los equipos conectados. Para determinar la corriente nominal en el secundario del transformador se obtiene de la siguiente manera:

$$I = \frac{KVA}{1.732 * KV}$$

De acuerdo con el valor de la corriente nominal en el lado de baja tensión y cumpliendo con la tabla de la norma se instalara un interruptor termomagnético de: 3polos y al resultado obtenido de Amperes.

2.17.- CORTO CIRCUITO

2.17.1.- LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN DE CORTO CIRCUITO.

Cuando se determina la magnitud de corriente de corto circuito es de vital importancia que todas las fuentes de corto circuito se consideren y que las características de la reactancia de dichas fuentes sean conocidas. Existen básicamente tres fuentes de alimentación de alimentación de corto circuito, las cuales son:

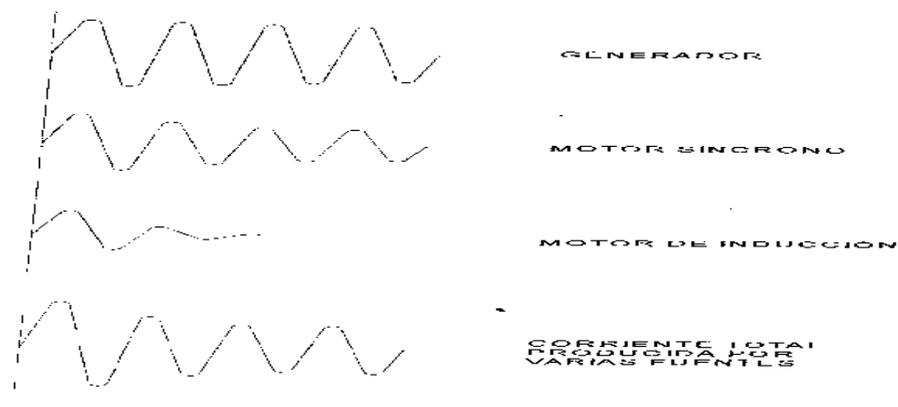


Figura 3.- Fuentes de cortocircuito.

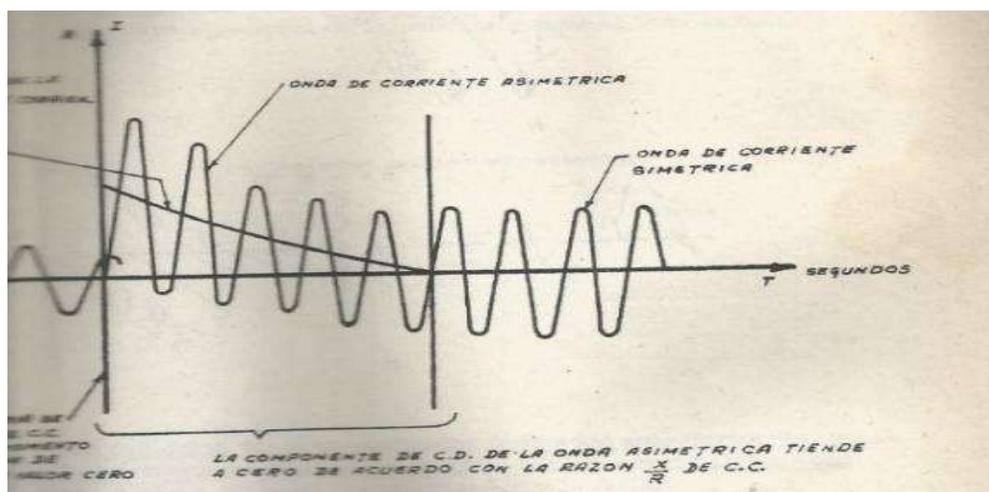


Figura 4.- Cortocircuito Asimétrica y Simétrica.

- 1).-Generadores.
- 2).-Motores síncronos y condensadores síncronos.
- 3).-Motores de inducción.

Reactancia de máquinas rotatorias. La reactancia de máquinas rotativas en el momento de un cortocircuito, no son constantes, teniendo un valor mínimo al inicio de la falla y aumentando hasta alcanzar el valor de la reactancia síncrona. Las principales fuentes suministradoras de corriente de corto circuito son los generadores. En un generador la corriente es limitada por sus reactancias; subtransitoria “XD” y la síncronas”, se pueden definir brevemente como sigue:

Reactancia subtransitoria. La reactancia aparente del estator en el instante en el que se produce el corto circuito y determina la corriente que circula en el devanado del estator durante los primeros ciclos mientras dure el corto circuito.

Reactancia transitoria. Es la reactancia inicial aparente del devanado del estator si se desprecian los efectos de todos los arrollamientos del campo inductor, también determina la intensidad que circula durante el intervalo posterior al que se indicó anteriormente y en el que la reactancia transitoria hace sentir sus efectos durante 1,5 segundos o mas según la construcción de la máquina.

Reactancia síncrona. Es la reactancia que determina la intensidad que circula cuando se ha llegado a un estado estacionario, solo se hace sentir sus efectos después de transcurrir algunos segundos desde el instante que se produce el corto circuito y por lo tanto carece de valor en los cálculos de corto circuito relacionado con la operación de interruptores y contactares.

VOLTS A.T.	VOLTS B.T.	KVA	DIMENSIONES				PESO En Kgs.	% Z
			A	B	C	D		
13,200	220	225	1920	920	1460	830	1450	2.5 - 5.0
		300	1950	930	1480	980	1650	2.5 - 5.0
		500	1450	1650	1550	1030	2050	2.5 - 5.0
	440	225	1940	930	1470	830	1460	2.5 - 5.0
		300	1970	940	1490	980	1660	2.5 - 5.0
		500	1460	1650	1560	1030	2060	2.5 - 5.0
23,000	220	225	2000	980	1550	830	1580	2.75 - 5.5
		300	2070	990	1590	980	1850	2.75 - 5.5
		500	1480	1580	1630	1030	2060	2.75 - 5.5
	440	225	2010	990	1560	830	1590	2.75 - 5.5
		300	2080	1000	1600	980	1850	2.75 - 5.5
		500	1490	1590	1640	1030	2060	2.75 - 5.5
34,500	220	225	2020	1010	1650	830	1600	3.0 - 5.75
		300	2150	1050	1700	980	2000	3.0 - 5.75
		500	1600	1700	1730	1030	2400	3.0 - 5.75
	440	225	2030	1020	1660	830	1600	3.0 - 5.75
		300	2160	1070	1710	980	2000	3.0 - 5.75
		500	1610	1720	1740	1030	2400	3.0 - 5.75

Tabla 4.- Rango de impedancia para Transformadores de Distribución.

VOLTIOS A.T.	VOLTIOS B.T.	kVA	DIMENSIONES							PESO en kg.	% Z		
			A	B	C	D	E	F	G				
13200	220	225	1740	1280	950	620	620	525	525	1652	2.5-5.0%		
		300	1730	1400	970	640	640	525	525	1672			
		500	1830	1770	1000	670	670	545	525	1702			
	440	225	1580	1050	980	650	650	525	525	1632			
		300	1690	1190	970	640	640	525	525	1632			
		500	1870	1610	980	650	650	545	525	1692			
	480	225	1650	1230	950	620	620	525	525	1632			
		300	1680	1220	970	640	640	525	525	1632			
		500	1850	1610	1000	670	670	545	525	1719			
	23000	220	225	1860	1500	1050	640	640	645	525		1050	2.75-5.0%
			300	1860	1620	1100	690	690	645	525		1822	
			500	1920	1910	1160	750	750	645	545		1882	
440		225	1850	1770	1060	650	650	645	525	1063			
		300	1800	1820	1100	690	690	645	525	1103			
		500	1940	1900	1160	750	750	645	545	1872			
480		225	---	---	---	---	---	---	---	---			
		300	1810	1840	1110	700	700	645	525	1110			
		500	1810	1950	1100	690	690	645	525	1103			
34500		220	225	---	---	---	---	---	---	---	---	3.0-5.75%	
			300	1970	1960	1270	750	750	905	525	2122		
			500	2110	1980	1330	800	800	905	545	1328		
	440	225	---	---	---	---	---	---	---	---			
		300	1950	1890	1260	740	740	905	525	2112			
		500	2150	2200	1420	900	900	905	525	2082			
	480	225	---	---	---	---	---	---	---	---			
		300	2130	2130	1270	750	750	905	525	1275			
		500	2020	2050	1420	900	900	905	525	2082			

Tabla 5.- Valores de dimensiones, peso e impedancia de transformadores de Distribución.

Tabla 2. VALORES DE LAS REACTANCIAS DE CORTOCIRCUITO DE TRANSFORMADORES

Tensión en el devanado de alto KV	Potencia aparente KVA	Reactancia en tanto por ciento de cortocircuito
TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION		
<i>Monofásicos</i>		
De 2,4 a 4,8	menor de 100	1,7 a 3,1
	de 150 a 500	3,3 a 4,1
De 6,9 a 13,8	menor de 100	1,7 a 4,8
	de 150 a 500	3,0 a 4,9
De 22 a 33	igual o menor que 500	4,1 a 5,5
De 44 a 66	igual o menor que 500	5,5 a 7,5
TRANSFORMADORES DE POTENCIA		
<i>Monofásicos o trifásicos</i>		
De 2,2 a 15	Superior a 500	3,5 a 7
De 15 a 25		5,5 a 8
De 25 a 37		5,0 a 8
De 37 a 50		6,5 a 9
De 50 a 73		7 a 10
De 73 a 92		7,5 a 10,5
De 92 a 115		8 a 12
De 115 a 138		8,5 a 13
De 138 a 161		9 a 14
De 161 a 196		10 a 15
De 196 a 230		10 a 16

Figura 5.- Impedancia de transformadores de distribución.

2.18.- CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.

En las instalaciones eléctricas industriales, las maquinas eléctricas y algunos otros elementos demandan de la corriente de trabajo en fase con el voltaje, y una componente de corriente magnetizante reactiva, esta corriente está desfasada 90 grados respecto al voltaje y que sirve para crear el campo magnético de cargas inductivas de los transformadores y motores eléctricos de CA, tal corriente magnetizante debe de proporcionar la fuente de suministro. En su caso al disminuir el factor de potencia, que además de causar pérdidas por efecto Joule, disminuye la eficiencia y aumenta la caída de tensión,

Este inconveniente se puede eliminar con el uso de compensadores fijos o automáticos instalados próximo a las cargas y con capacidad para suministrar parte o toda la corriente magnetizante requerida por la instalación, debido a que la potencia activa no puede nunca ser mayor que la potencia aparente de la instalación, se puede corregir de igual manera.

El cálculo es relativamente sencillo, para fines prácticos se hace uso de tablas, en donde se lee directamente la potencia requerida por el condensador o banco de condensadores con esto se logran grandes beneficios, al disminuir las pérdidas de energía en motores, cables y transformadores, beneficios que pueden ahorrar hasta el 2.5% de bonificación del valor total del importe de consumo, Creo que no es muy complicado realizar el cálculo para la determinación del KVA reactivos.

2.18.1.-VENTAJAS DE LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.

Las ventajas de la corrección del Factor de Potencia se pueden dividir en los siguientes grupos importantes:

- a) Eliminación del cargo por Bajo Factor de Potencia. Con esta ventaja eliminamos la penalización por parte de la compañía suministradora de energía eléctrica, por tener bajo factor de potencia.
- b) Bonificación por un Factor de Potencia superior a 0.9. Garantizamos un reembolso económico del 2.5%, al ayudar liberar carga del sistema.
- c) Menores pérdidas del sistema. Si se eleva el factor de potencia, se reducen las pérdidas hasta de un 56%.
- d) Potencia liberada en el transformador. Se pueden recuperar los KVAs del propio transformador.
- e) Reducción de la corriente de carga. Se reduce la corriente que circula por el sistema de distribución, liberando a si capacidad instalada para la transmisión de potencia real.
- f) Se reduce la caída de tensión. Las caídas de voltaje se reducen en los conductores eléctricos, contribuyendo así a mejorar la regulación del voltaje.

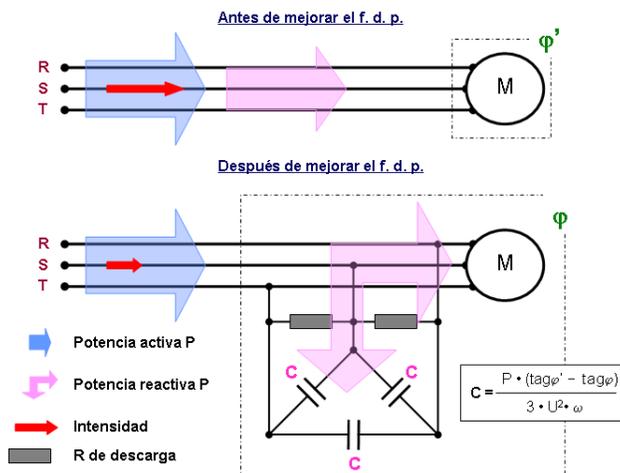


Figura 6.- Esquemas de corrección de factor de potencia.

2.19.- SISTEMA DE TIERRAS.

Se dice que un equipo está a tierra cuando por algún medio su potencial se ha igualado a cero. En general una instalación eléctrica que carezca de un sistema de tierras, puede funcionar correctamente en condiciones normales, pero cuando se alteran estas condiciones por algún desbalanceo en la carga o por el impulso recibido en la línea por un rayo, se notara la necesidad de tenerlo, puesto que el conector a tierra es uno de los principios básicos de seguridad, ya que sirve para proteger los equipos instalados y las vidas humanas. La puesta a tierra en las subestaciones tiene gran importancia por las siguientes razones:

- Fijar el nivel de potencial de todas las masas metálicas con respecto al suelo.
- Proteger las máquinas y equipos de sobretensiones transitorias.
- Asegurar la protección del personal en lo que se refiere a los peligros de las corrientes eléctrica.

2.19.1.- OBJETIVO DE UNA CONEXIÓN A TIERRA.

El objetivo de una conexión a tierra en la de facilitar el paso de la corriente del sistema eléctrico de potencia a tierra en caso de falla; la oposición que se presenta a la circulación de esta corriente debe ser menor a 25 ohm, para subestaciones hasta 250 KVA y 34 KV., 10 Ohm para subestaciones mayores de 250 KVA hasta 34.5 KV y de 5 Ohm en subestaciones mayores a las 34.5 KV.

$$R = (\rho/2\pi L)(Ln\left(\frac{4L}{a}\right) - 1).$$

2.19.2.- CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS DE TIERRAS.

Se pueden clasificar los sistemas de tierra de acuerdo con el contenido que se desempeñan y son:

- 1) Sistema de tierra para neutros eléctricos.
- 2) Sistemas de tierras para estructuras y partes metálicas no energizadas de los equipos.
- 3) Sistemas de tierras para apartar rayos.

De hecho estas tres divisiones se presentan en el diseño de una subestación y en muchas ocasiones en un solo sistema interconectado, la función que desempeña u neutro conectado A tierra es entre otras cosas de mantener fijo el centro de un sistema trifásico auxiliado en cierto modo a su balance. Al conectar a tierra las partes metálicas no energizadas, se hace con el fin de tener cualquier momento de dichas partes a potencial cero, así en caso de haber falla en una línea que toque la carcasa, el gabinete o estructura del equipo, este no tendrá el peligro de quedar al potencial de línea y esto da por resultado una protección a las personas que tengan alcance a estas partes.

CAPÍTULO 3

SUBESTACIONES Y TRANSFORMADORES

3.1.- INTRODUCCIÓN

Las subestaciones eléctricas intervienen en la generación, transformación, transmisión y distribución de energía eléctrica, la subestación eléctrica está compuesta por dispositivos capaces de modificar los parámetros de la potencia eléctrica (tensión, corriente) y son un medio de interconexión y despacho entre diferentes líneas de un sistema eléctrico.

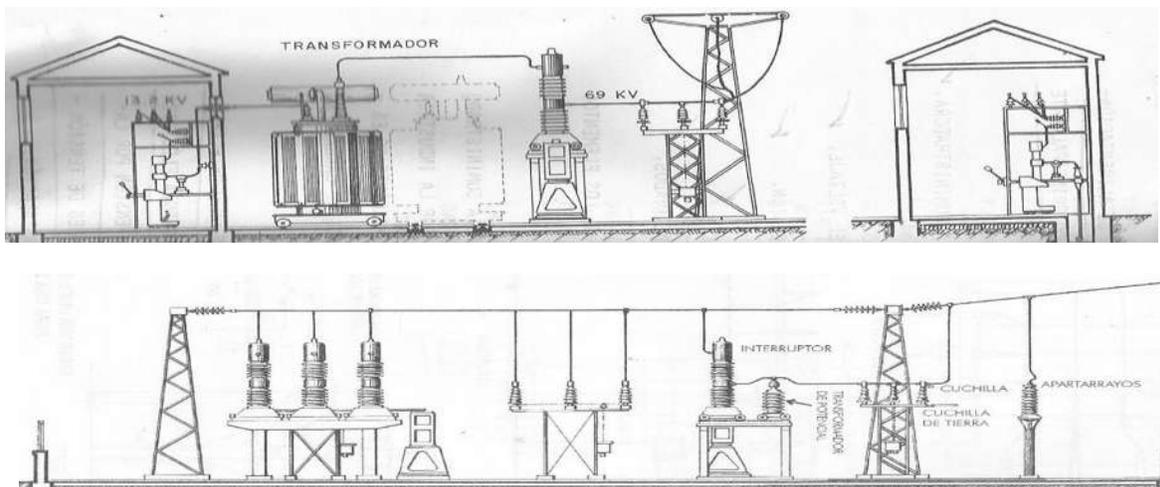


Figura 7.- Esquema de una subestación eléctrica.

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA.

DEFINICIÓN: Una subestación eléctrica es un conjunto de elementos y dispositivos eléctricos que transforman las características de la potencia eléctrica.

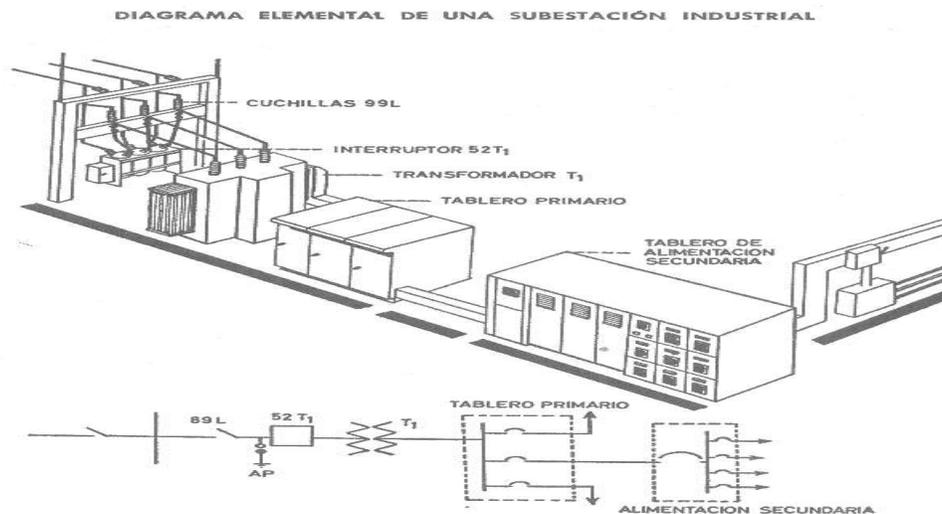


Figura 8.- Elementos de una subestación eléctrica.

3.2- ELEMENTOS PRINCIPALES DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

3.2.1.- TRANSFORMADOR.

Un transformador es un dispositivo eléctrico, sin partes móviles, el cual por medio de inducción electromagnética transforma la energía eléctrica de uno o más circuitos en otros circuitos uno o más de la misma frecuencia y usualmente con valores de tensión y de corriente diferente. Es un equipo diseñado para convertir energía eléctrica de media tensión a baja tensión o viceversa. Es una maquina eléctrica estática que transfiere energía eléctrica de un circuito a otro conservando la frecuencia constante, opera bajo el principio de inducción electromagnética y tiene circuitos eléctricos que están enlazados magnéticamente y aislados eléctricamente.

3.2.2.- INTERRUPTOR DE POTENCIA.

Interrumpe y restablece la continuidad de un circuito eléctrico, la interrupción se debe efectuar con sobrecarga o corriente de cortocircuito. Es un interruptor de aceite con sus tres contactos dentro de un mismo tanque y que opera en capacidades interruptivas bajas.

3.2.3.- RESTAURADOR.

Los restauradores están contruidos para funcionar contra operaciones de cierre y cuatro aperturas con un intervalo entre una y otra; la última apertura el cierre debe de ser manual, ya que indica que la falla es permanente.

3.2.4.- CUCHILLAS FUSIBLES.

Son elementos de conexión y desconexión de los circuitos eléctricos. Tienen dos funciones: una como cuchilla desconectadora, para lo cual se conecta y se desconecta, y la otra como elemento de protección. El elemento de protección lo constituye el elemento o dispositivo fusible que se encuentra dentro del cartucho de la conexión y desconexión también denominado listón fusible.

3.2.5.- CUCHILLAS DESCONECTADORAS Y CUCHILLAS DE PRUEBA.

Sirven para desconectar físicamente el circuito eléctrico de potencia, por lo general se operan sin carga, pero con algunos aditamentos se puede operar con carga hasta ciertos límites.

3.2.6.- APARTARRAYOS.

Se encuentra conectado permanentemente conectado en el sistema, descarga la corriente a tierra cuando se presenta una sobretensión de determina magnitud, su operación se basa en la formación de un arco eléctrico entre dos explosores cuando se alcanza el valor para el cual esta calibrado o dimensionado.

3.2.7.- TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTO.

Existen dos tipos:

3.2.7.1.- TRANSFORMADORES DE CORRIENTE (TC).

Cuya función principal es la de cambiar el valor de la corriente en su primario a otro en el secundario.

3.2.7.2.- TRANSFORMADORES DE POTENCIAL (TP).

Cuya función principal es transformar los valores de voltaje sin tomar en cuenta la corriente. Estos valores sirven como lecturas en tiempos reales para los instrumentos de medición, control o protección que requieran señales de corriente o voltaje.

3.2.8.- BARRAS O BUSES.

Son las terminales de las conexiones por fase.

3.3.- CLASIFICACIÓN DE LAS SUBESTACIONES

A. POR SU OPERACIÓN: De corriente Alterna y Corriente Continua.

B. POR SU TIPO DE SERVICIO: Primarias y Secundarias.

Primarias: Elevadoras, Receptoras reductoras, De enlace o distribución, Switcheo o de maniobras.

Secundarias: Receptoras. Distribuidoras, De enlace.

C. POR SU TIPO DE CONSTRUCCIÓN: De intemperie, Interior y Blindado.

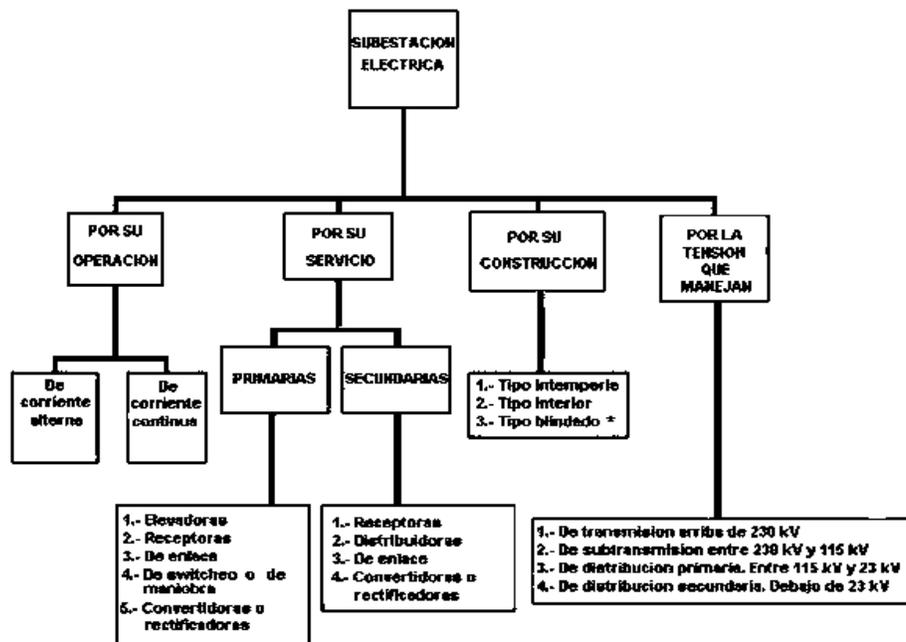


Figura 9.- Clasificación de subestaciones eléctricas.

3.3.1.- SUBESTACIONES EN LAS PLANTAS GENERADORAS O CENTRALES ELÉCTRICAS.

Modifican los parámetros eléctricos de la energía suministrada por los generadores para poder transmitirla en alta tensión, los generadores pueden suministrar la potencia entre 5 y 25 KV. La transmisión depende del volumen, la energía a distancia.

3.3.2.- SUBESTACIONES RECEPTORAS PRIMARIAS.

Reciben alimentación directa de la líneas de transmisión y reducen la tensión para alimentar los sistemas de subtransmisión o las redes de distribución, pueden tener en su secundario tensiones de 115 KV, 69 KV, 34.5 KV, 6.9 KV, o 4.16 KV.

3.4.- BENEFICIOS DE LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

Mayor seguridad en el suministro. Por lo general, la alimentación de las subestaciones proviene de las líneas de alto voltaje que por estar protegidas hacen que la probabilidad de fallo sea menor, por lo tanto existe una mejor regulación de voltaje.

Uso racional de los energéticos. Al reducir las caídas de voltaje, el uso de conductores de grueso calibre también disminuye, de modo que es posible tener voltajes de distribución de 440 V, 2300 V, 4160 V etc., con los que habrá menos pérdidas.

Economía. El costo de suministro de energía de alta tensión es más bajo que el de baja tensión. Además, la instalación de subestaciones en los grandes centros de consumo permite ahorrar materiales como cables y conductos.

3.5.- TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN.

Los cables de mediana tensión se conectan en sus boquillas de alta tensión y por parte de su frente sus cables de baja tensión, se tiene tres boquillas para la alta tensión y otra adicional para retorno a tierra y algunos de sus voltajes de operación son: 13200/ 7620 V, a 22860 / 13200 V. Se consideran transformadores de distribución a todos aquellos monofásicos y trifásicos de y menores 500 KVA y con valores de alta tensión de hasta 67.0 KV y menores con valores de baja tensión de 15.0 KV., entre las mayores inversiones en el ámbito eléctrico se encuentran los transformadores puesto que estos se encuentran presentes en todos los procesos de transporte de energía eléctrica.

3.6.- DISPOSITIVOS AUXILIARES DEL TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN.

3.6.1.- APARTARRAYOS

Son dispositivos que sirven para proteger el transformador contra sobretensiones elevadas y de alimentadoras para alta tensión contra los efectos técnicos y dinámicos de corto circuito y de corta duración de tipo atmosférica.

3.6.2.- AISLADORES

Es todo aquel dispositivo que permite soportar o recibir los buses alimentación en general del sistema, así como aislar el mismo contra elementos metálicos.

3.6.3.- CORTACIRCUITOS:

Estos elementos tienen como misión proteger los transformadores o bancos de transformación, derivadas, líneas contra disturbios transitorios.

3.7.- CLASIFICACIÓN DE TRANSFORMADORES

3.7.1.- TRANSFORMADOR TIPO POSTE

Son transformadores que alimentan cargas de tipo residencial e industriales en baja tensión, de tres fases, están diseñados para redes de distribución aérea y para ser montados en poste, para zonas urbanas, fraccionamientos residenciales, pequeñas industrias y comercios, zonas rurales, son ventajosos puesto que ahorran espacio son rápidas de instalarse y necesitan poco mantenimiento.

3.7.2.- TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO

Este tipo de transformador tiene un cortocircuito secundario de protección por sobrecarga y corto cortocircuito, y montado en su interior.

3.7.3.- TRANSFORMADORES DE ESTACIÓN Y DE PEQUEÑA POTENCIA TIPO SUBESTACIÓN.

Este tipo de transformador es aplicable a sistemas de distribución en la industria pequeña, mediana y grande, hoteles, centros comerciales, edificios de oficinas, hospitales, etc. Este tipo de subestaciones están sumergidos en aceite aislante, trifásicos, de 225 a 7500 KVA, en tensiones de hasta 34.5 KV y un nivel básico de aislamiento al impulso de 200 KV. Los transformadores tipo subestación están diseñados para cubrir las necesidades de instalación:

- a) **Tipo subestación sin garganta:** Este tipo de subestaciones es utilizado en subestaciones exteriores.
- b) **Tipo subestación con garganta lateral en baja tensión:** Este tipo de subestaciones es utilizado en subestaciones exteriores.
- c) **Tipo subestación con gargantas laterales en alta y baja tensión:** Es utilizado en subestaciones tipo interior, en donde tanto la alta tensión como la baja tensión se acoplan directamente a tableros.

3.7.4.- TRANSFORMADORES DE POTENCIA:

Son utilizadas en subestaciones transformadoras, lugares de generación eléctrica donde se necesitan grandes cantidades de potencia, su principal aplicación está en la transmisión y subtransmisión de energía eléctrica en alta y media tensión, se construyen en potencias normalizadas de 1.2 hasta 20 MVA, en tensiones de 13.2, 33, 66, y 132 KV. Y frecuencias de 50 y 60 HZ.

3.7.5.- TRANSFORMADORES TIPO PEDESTAL:

El transformador trifásico de distribución para montaje en pedestal está diseñado para proveer servicio eléctrico en sistemas de distribución subterráneas, y está diseñado para montarse al aire libre sobre un pedestal, los cables primario y los secundarios entran al compartimiento del transformador por debajo, a través de aberturas en el pedestal, todas las partes vivas expuestas están totalmente encerradas en gabinetes a prueba de instrucciones con la capacidad de encerrarse con candado. En cuanto a su operación son radial y operación en anillo en capacidades de 15 hasta 2500 KVA en tensiones de 13.2, 23.0, 33.0/19.0 KV.

3.7.6.- TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS TIPO PEDESTAL

De operación en anillo en capacidades de 15 hasta 100 KVA de 13.2YT, 23YT y 33.0YT KV.

3.7.7.- TRANSFORMADORES DE OPERACIÓN RADIAL

Se aplican en sistemas de distribución subterráneos donde la acometida es terminal.

3.7.8.- TRANSFORMADORES DE OPERACIÓN ANILLO

Se aplican en sistemas de distribución subterráneo, donde la acometida corre de un equipo a otro hasta llegar a un equipo termina.

3.7.9.- TRANSFORMADORES DE TIPO SUBTERRÁNEO

Están contruidos para ser adaptados en cámaras de cualquier nivel, pudiendo ser utilizado donde haya posibilidad de inmersión de cualquier natural, sus potencias generalmente varia de 130 hasta 2MVA.



Figura 10.- Transformador trifásico tipo pedestal.

3.8.- TRANSFORMADORES TIPO SECO

Este tipo de transformadores carece de aceite o líquido aislante razón por la cual se le denomina tipo seco, suele adaptarse sistema de enfriamiento de tipo forzado. El transformador tipo seco es aquel que está construido de tal forma que el aire del ambiente circula a través del gabinete para enfriar y ventilar el embobinado, núcleo y terminales, se fabrican desde 15 KVA hasta 500 KVA trifásicos y tensiones menores de 600 V. se usan comúnmente para la conversión de bajos voltajes de 440v-220/127v o 220v/ 440V, en locales comerciales o industriales que poseen equipos o diferentes niveles de tensión.

3.8.1.- CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR TIPO SECO.

Para sus aplicaciones residenciales, comerciales o industriales, para cualquier tipo de servicio, como iluminación, aire acondicionado, ventiladores, calefacción, centros comerciales, hoteles, condominios, mencionamos algunos de los beneficios a adquirir este tipo de transformadores: bajas pérdidas, bajo nivel de ruido, uso interior o exterior y a prueba de polvo, no requieren locales especiales para su instalación.

3.8.1.1.- COMPONENTES DEL TRANSFORMADOR TIPO SECO

- 1) Núcleo
- 2) Devanado primario.
- 3) Devanado secundario.
- 4) Soportes anti vibración.
- 5) Derivaciones para ajuste de voltajes
- 6) Barras conexión a devanados
- 7) Gabinete.

3.8.2.- TIPOS DE DEVANADO

El devanado concéntrico simple.

El devanado tipo alternado.

El devanado concéntrico doble.

3.8.3.- TIPOS DE NÚCLEOS

Los núcleos de los transformadores están compuestos por laminaciones de acero al silicio de grano orientado, laminado en frío, con alta permeabilidad magnética y con recubrimiento aislante superficial para resistir una temperatura de 820 C compatible con el líquido aislante del transformador. El transformador trifásico y monofásico utiliza núcleo enrollado y núcleo acorazado en cinco y tres piernas.

a) Enrollado, tipo acorazado de 5 piernas:

Este tipo de núcleo presenta una unión con entrehierros escalonados, minimizando con ello las pérdidas de de y e indeterminadas y disminuyendo así la pedidas sin carga.

b) Tipo Acorazado: falta

c) Columna:

Tipo meter este tipo e núcleo presenta cortes de 45 grados en el yugo para reducir el flujo de dispersión y con ello las pérdidas sin carga.

3.8.4.- TIPO DE CONEXIONES

Delta-Delta, Delta-Ye, Ye- Delta, Ye-Ye.

3.9.- CÁLCULO Y PROTECCIÓN CONTRA CORRIENTE DE UN TRANSFORMADOR TIPO SECO.

Se pueden considerar que los transformadores por ser maquinas estáticas tienen un numero de fallas relativamente bajos con relación a otros elementos o componentes del sistema, sin embargo no están exentos de llegar a fallar y cuando llegan a fallar, puede ser que la falla sea aparatosa y grave, la norma permite proteger los transformadores de 600V o menores de dos maneras en función de la corriente nominal (I_n) del transformador:

1. Protección en el primario únicamente. Seleccionar la protección de la tabla uno para el 125% I_n .
2. Protección en el primario y secundario.

En el primario: Seleccionar la protección de la tabla 2 para 250%In. La norma no permite colocar este interruptor en caso de que el alimentador este protegido por un interruptor de igual o menor capacidad.

En el secundario: Seleccionar la protección de la tabla1 para el 125% In. La norma no permite colocar este interruptor en caso de que exista u máximo de 6 interruptores agrupados en un solo lugar, cuya suma de capacidades no sobrepase la del interruptor correspondiente a la tabla1.

3.10.- RECEPCIÓN DE TRANSFORMADORES.

Todos los transformadores de diferentes marcas deberán de ser revisados y probados en fábrica de acuerdo a las normas nacionales e internacionales, cuando se recibe un transformador, deberá de examinarse antes de ser desembarcado del transporte, los transformadores viaja asegurados por lo que es recomendable revisarlos antes de descargar, para hacer ver el seguro en caso de que exista algún daño. Revisar los datos de la placa de características debe de coincidir con los de la remisión del transformador: Capacidad del transformador, fases, tensión primaria, tensión secundaria, frecuencia, número de serie. El transformador debe de estar montado sobre una base de madera o que se encuentre correctamente encajuelado, que cuente con la nomenclatura que identifica las terminales y puntos de puesta a tierra, que los voltajes de entrada y salida estén especificados en la placa del transformador coincidan con los del sistema el cual será conectado, también hay puntos a considerar durante la revisión tales como:

- a) Que no haya fugas o manchas de aceite.
- b) Que los accesorios de media y baja tensión no presenten fisuras o roturas, que las porcelanas de las boquillas de alta y baja tensión estén en buen estado.
- c) Que el tanque no presente empolladuras o golpes que lo radiador no presenten golpes en caso de llevarlos.
- d) Las uniones de los accesorios no presenten manchas de aceite.
- e) Conexión sea la adecuada.

3.11.- SOBRE EL MANEJO Y ALMACENAJE DEL TRANSFORMADOR.

Un transformador nunca deberá de levantarse o mover sujetándolos por las boquillas, o cualquier otro accesorio que no sean aditamentos para izar, debido a que son piezas altamente frágiles, la mayoría de los transformadores cuentan con aditamentos para levantar la tapa, estos están diseñados para levantar o soportar el propio peso del transformador.

3.11.1.- MONTAJE

Es importante recalcar que los transformadores contienen aceite mineral aislante inflamable, el cual puede causar incendio o explosión cuando falla el equipo. Los transformadores menores o iguales a 112.5 KVA y con un peso inferior a 600kg, se podrán instalar en un solo poste siempre que este tenga una resistencia de rotura no menor a 510 kg. Se podrá aceptar la instalación de transformador de potencia superior a 112 KVA y menor a 150 KVA con pesos menores a 700kg en un solo poste con carga de ruptura no menor a 750 kg y los transformadores mayores a 150 KVA deben montarse con estructuras tipo H.

Guía de accesorios. Entre los accesorios y dispositivos de control más comunes que se utilizan en los transformadores de distribución se encuentran:

a).-Válvula de Alivio de presión interna: Este se encuentra ubicada en la parte superior del tanque en el lado de baja tensión, se utiliza para aliviar la presión interna del tanque cuando esta rebasa los límites seguros de operación, no opera en caso de presentarse una presión súbita, se tiene que ventilar el transformador operando el dispositivo de alivio provisto regularmente o quitando el tapón de respiración, este debe de ser ventilado antes de ponerlo en operación o en proceso de mantenimiento.

b).-Cambiador de derivaciones: La gran mayoría de los transformadores cuentan con un cambiador de derivaciones de operación sin carga que puede ser de manija interna o externa, el objetivo de este; es de ajustar la tensión del transformador a la tensión de la línea de alimentación y por consiguiente. Obtener la tensión correcta en el lado del secundario del transformador, cabe mencionar que si la alimentación es mayor que la tensión del devanado, se tendrá un incremento logarítmico en pérdidas de excitación en el transformador, por el contrario si se tienen una tensión reducida en la línea de la carga. Por lo tanto para variar la relación de transformación para garantizar que en el lado de baja tensión se entregue lo necesario, por lo regular cabe señalar que los transformadores se suministran con dos derivaciones por encima y dos derivaciones por debajo de la tensión nominal, con una diferencia de tensión entre derivaciones adyacentes de 2.5%, el conmutador cuenta con una manija externa, la cual debe de ser operada únicamente con el transformador desenergizado, para operar el conmutador, se sigue las siguientes recomendaciones:

1. Desenergizar el transformador y pruebe que no haya tensión en las terminales de baja tensión.
2. Utilice una pértiga y engánchela en la manija del conmutador.
3. Coloque la manija en posición deseada y retire la pértiga.
4. Energice el transformador y mida la tensión en el secundario para asegurarse de que los niveles de tensión son los deseados.

3.12.- PASOS DE INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN.

3.12.1.- CONEXIONES.

Durante la instalación se debe de revisar cuidadosamente la placa de datos para conocer la capacidad y las conexiones que se pueden efectuar, también se debe de evitar forzar las terminales o los aisladores, la secuencia recomendada para las conexiones es primero realizar todas las conexiones a tierra, de pues las conexiones en baja tensión y finalmente las conexiones en alta tensión, y para un servicio de mantenimiento o maniobra para desconectar un transformador debe de realizarse la secuencia en forma inversa.

- A. **Conexión a tierra.** Los transformadores se tienen que conectar a tierra antes de energizarlos, para evitar tensiones inducidas peligrosas, es necesario realizar la conexión a tierra firme, permanente y de baja impedancia, usando las placas de conexión a tierra provistos cerca del fondo del tanque destinado para esto, las conexiones se deberán de realizar sólidamente a tierra firme y con una resistencia máxima de 25 ohm por el sistema de puesta a tierra, de la boquilla de secundario del transformador X0 para el neutro se conectara un conductor en el mismo conductor del neutro, hacia el sistema de puesta a tierra.
- B. **Conexión en baja tensión (B.T.).** Para conectar los conductores eléctricos que conducirán corriente eléctrica en el lado de baja tensión del transformador se procederá de la siguiente manera: La longitud del conductor deberá de ser lo suficiente para no maltratar la boquillas de transformador y tener cuidado de que el conductor debe de ser cortado a la medida ya que las conexiones flojas o mal conectados producirán calentamientos en el transformador y pérdidas eléctricas en la red secundaria.
- C. **Conexión en alta tensión (A.T.).** Se debe determinar que el fusible de lado de alta tensión es el adecuado y que cumpla con las especificaciones para proteger el transformador, también verificar que el apartarrayo sea el adecuado para la protección del equipo contra descargas atmosférica así como transitorios ocurridos por la propia red de distribución en media tensión.

3.12.2.- NIVEL DEL ACEITE DIELECTRICO.

Jamás se deberá de operar o aplicar voltaje nominal al transformados si el nivel del líquido es más de 1.27 ms. más bajos que el tapón del nivel de líquido a 25 C, por lo tanto tendremos que revisar el transformador antes de evitar con energía eléctrica y aseguraron que llegue al tapón del nivel de líquido.

3.12.3.- SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.

Los transformadores de distribución son autoenfriados que depende del aire que los rodea para disipar el calor generado en la transformación.

3.12.4.- OPERACIÓN

La secuencia de para la operación del equipo de transformación es de la siguiente manera:

- 1) Verificar que la posición del conmutador este en el tal adecuado y que no esté abierto.
- 2) Que la unidad no se encuentre inclinada con la horizontal.
- 3) Que las puestas a tierra estén sólidamente conectadas a tierra.
- 4) Una vez instalado el transformador dejarlo durante algunas horas en reposo.
- 5) Verificar con un megger que las fases no estén conectados a tierra.

CAPÍTULO 4

MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES Y TRANSFORMADORES

4.1.- GENERALIDADES.

En toda subestación eléctrica existen prácticamente los mismos equipos: transformadores, seccionadores, disyuntores, descargadores, cables, aisladores y sistemas auxiliares. Para la operación correcta y segura de las subestaciones eléctricas ya en campo teníamos que realizar un trabajo que nos permitiera operar y maniobrar los transformadores en las mejores condiciones de continuidad, una guía favorable para este trabajo consiste en la revisión de sus componentes; Limpieza, verificación del aceite aislante, teníamos que registrar las condiciones generales en que se encontraba en el transformador y sus accesorios, conexiones a tierra, cables de alta tensión, cambiadores de derivaciones, corrosión en general, fugas o manchas, indicadores de fallas, nivel de aceite, estado de la pintura, válvula de sobrepresión, de drenado, accesorios de medición como son termómetro, manómetros de presión juntas y empaque, estado de boquillas entre otros, entre las pruebas que realizamos fueron resistencia óhmica de los devanados, resistencia eléctrica de los devanados, rigidez dieléctrica de aceite y los datos necesarios para poder especificarlos eran capacidad en KVA, número de fases, sobre elevación de temperatura, altitud de operación, frecuencia tensión y conexión primaria, y secundaria, tipo de enfriamiento, liquido aislante, con o sin gargantas, accesorios especiales.

PREPARACIÓN PARA LA PRUEBAS. El transformador completamente armado se deberá colocar a una distancia de no menor de 25 como de cualquier otro aparato, para permitir la libre circulación de aire, todas las conexiones del transformador deberán revisarse antes de la prueba y se tendrá especial cuidado que las terminales no toquen el tanque o cualquier otra parte metálica.

EQUIPO DE PRUEBA. El equipo de prueba para transformadores varia con el tamaño, con los amplios rangos de voltaje, corriente, capacidad y frecuencia de los transformadores en prueba. El equipo de constar de: Fuentes de corriente directa, y corriente alterna, instrumentos tanto para c.c. como de corriente alterna, reguladores de voltaje, transformadores de alta tensión, transformadores de medición de potencial y de corriente, wattmetros, amperímetros, termómetros, Mejer, T.T.R., Frecuencímetros, etc.

4.2.- FACTORES QUE AFECTAN EL DETERIORO DEL SISTEMA DE AISLAMIENTO DE UN TRANSFORMADOR AISLADO EN ACEITE.

En el sistema de aislamiento que viene siendo el aceite y el papel son los componentes más importantes y es al que se le debe de cuidar con mayor grado, los cuatro factores que afecta a un sistema de aislamiento en un transformador en el aceite es:

4.2.1.- LA Humedad.

La humedad puede presentarse en el interior de un transformador de las siguientes maneras:

- De forma disuelta
- En forma de emulsión agua/aceite.
- En estado libre en el fondo del tanque.
- En forma de hielo en el fondo del tanque.

Una pequeña cantidad de agua en forma de emulsión agua/aceite tiene una marcada influencia de reducir la rigidez dieléctrica del aceite.

4.2.2.- EL OXÍGENO.

El oxígeno es otro de los potenciales enemigos del aislamiento de un transformador, ya que este reacciona con el aceite para formar ácidos orgánicos, agua y lodo. También se sabe que el 90% del deterioro de la celulosa es de origen térmico, las elevadas temperaturas causan un acelerado envejecimiento de la celulosa empleado como aislamiento de un transformador reduciendo la rigidez mecánica y eléctrica de la misma, produciéndose la polimerización o destrucción del papel.

4.2.3.- LA CONTAMINACIÓN EXTERNA

Las contaminaciones externas pueden presentarse en forma de caspa provenientes en el proceso de la manufactura del propio transformador, as partículas diminutas pueden desprenderse de la celulosa cuando el transformador está en servicio.

4.3.- PLAN DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES

Las pruebas eléctricas que se deben realizar durante un mantenimiento preventivo de un transformador de distribución dependen del tamaño del transformador, de la importancia del servicio, de los intereses y requerimientos, uno de los pasos más importantes que hay que tomar cuando se decide realizar el mantenimiento de un transformador, es establecer una frecuencia para realizar las diferentes pruebas y estas se mencionan de la siguiente manera:

- a) Ensayos en campo de transformadores.
- b) Ensayos de los circuitos eléctrico y magnético.
- c) Ensayos eléctricos del circuito dieléctrico.

- d) Ensayos físico- químicos.
- e) Pruebas eléctricas.
- f) Pruebas físico químicas.
- g) Análisis de gases disueltos.

4.4.- PRUEBAS ELÉCTRICAS A TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN

Las pruebas eléctricas de aceptación para transformadores de distribución son las que a continuación se enumeran:

4.4.1.- Resistencia DE AISLAMIENTO.

Se recomienda realizar pruebas de resistencia de aislamiento al transformador ya que estas permiten verificar la condición de los mismos, entre partes vivas y entre partes muertas, conociendo que el valor mínimo de 20 000 MOHM. para hacer las mediciones de resistencia de aislamiento de un transformador, se procede a poner en circuito corto por medio de un alambre de cobre delgado desnudo, el enrollamiento de alta tensión por un lado y el enrollamiento de baja tensión por el otro, fijamos además una buena conexión entre el tanque del transformador y tierra y nos disponemos a verificar la mediciones entre el devanado de alta tensión y tierra, del devanado de baja tensión y tierra y del devanado de alta al devanado de baja tensión, la resistencia mínima del aislamiento permitido para transformadores según la norma, en megaohms a 75 C deberá ser la siguiente.

$$R. \text{ aislamiento} = \frac{\text{Tension normal en volts}}{\left(\frac{KVA}{100}\right) + 1000}$$

Según la Westinghouse la resistencia permitida mínima entre los devanados y tierra y un transformador deben ser la siguiente, la resistencia de aislamiento mínima para cualquier maquina a 75 C deberá ser de un megaohms x KV de la tensión que vaya a ser aplicada al aislamiento en cuestión.

4.4.2.-MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA ÓHMICA DE LOS DEVANADOS.

Con esta prueba se consigue la determinación de la resistencia óhmica de los devanados de cada fase tanto en el lado de alta como en lado de baja tensión, es preciso hacer circular corrientes relativamente elevadas para registrar los valores mínimos de resistencia habituales con la precisión requerida ya que estas corrientes circulan a través de las inductancias del transformador, es importante como ser la resistencia óhmica de los devanados ya que este dato servirá para conocer las pérdidas de cobre y también sirve de base para saber el calentamiento de un transformador durante la prueba de temperatura. Mida la resistencia óhmica entre fases de media y baja tensión, estas deben arrojar un valor sensible igual al expresado en el protocolo e igual entre fases.

Prueba de impulso. Para tener la seguridad de que un transformador va a trabajar perfectamente y que no va a sufrir deterioro durante su operación normal y aun en condiciones de sobrecarga especialmente en su aislamiento que es la parte más susceptible a dañarse, se somete el transformador a una serie de pruebas, las cuales son el objetivo mencionado.

Método de la caída de potencial. Medición de la resistencia óhmica, puede efectuarse por el método de la caída de potencial o bien con puentes de resistencia de kelvin y wheatstone: El método de la caída de potencial es generalmente más conveniente para mediciones de campo, se deberá de emplear solamente que la corriente nominal de los devanados sea mayor de un ampere.

Prueba de relación de fase. La prueba de transformación sirve para determinar la polaridad, el desplazamiento angular.

La secuencia de fases de un transformador. La prueba de relación en un transformador con derivaciones deberá ser determinada para todas las derivaciones, como también para todo el arrollamiento, y deberá efectuarse a tensión nominal cuando cada fase es independiente y accesible, una tensión monofásica deberá utilizarse preferentemente, aunque cuando sea inconveniente, puede usarse tensión trifásica. Los métodos usados para prueba de relación son: el método del voltmetro, del transformador patrón y el de divisor por resistencia.

Prueba de pérdidas. Las pérdidas del transformador la constituyen las sumas de pérdidas de excitación más las pérdidas de carga. Las pérdidas de excitación son aquellas inherentes a la excitación del transformador, incluyendo perdidas en el núcleo, perdidas dieléctricas, perdidas en el núcleo.

4.5.- ENSAYOS FISICOQUÍMICOS

Pruebas físico-químicas. El análisis físico-químico del aceite es uno de los aspectos más importantes en la inspección de transformadores y resulta determinante a la hora de realizar el diagnostico, con este tipo de pruebas se procura obtener información sobre las propiedades fusiónales; físicas, químicas y eléctricas del aceite aislante utilizado en equipos eléctricos y así poder determinar el estado del sistema de aislamiento del transformador, las pruebas son las siguientes:

- a) Tensión interraccional.
- b) Rigidez dieléctrica.
- c) Contenido de humedad.
- d) Color.
- e) Contenido inhibitorio.
- f) Numero de neutralización.

Rigidez dieléctrica del aceite o líquido aislante.

Se debe de tomar una muestra del líquido aislante de la válvula de dren que se encuentra en la parte inferior del tanque del transformador provisto para este fin, la rigidez dieléctrica para aceite aislante debe de ser como mínimo 30 KV, medidos con electrodos semiesféricos, separados 25mm, la tensión de ruptura del líquido aislante es un procedimiento para indicar la presencia de contaminantes tales como el agua libre y materiales sólidos en suspensión como suciedad y partículas conductoras, de este modo los resultados de las pruebas son un indicador de la sequedad y limpieza del aceite y permite decidir sobre la necesidad de llevar a cabo un tratamiento de secado y filtrado.

La degradación del aceite se puede apreciar con sencillez con el registro de este parámetro, el ensayo consiste en la inserción entre electrodos sumergidos en aceite a una tensión creciente hasta que se produce la descarga, se repite esta prueba una seis veces para conseguir una media repetible.



Figura 11.- Probador de rigidez dieléctrica.

Contenido de humedad en aceites. El método usado para este ensayo es el Karl Fischer y está indicado en la norma ASTM D1533 y en la IEC 60814. Nos permite evaluar en contenido de agua en el aceite, formada por la descomposición del mismo y de la celulosa presente en la aislación de los devanados o por contaminación desde el exterior, ya que en el interior del transformador existe una migración de agua de un medio a otro que depende de la temperatura, este dato es importante para el procedimiento de secado del transformador.

Índice de neutralización. Este valor es un indicador del proceso de oxidación del aceite, ya que los ácidos orgánicos presentes en el aceite son perjudiciales para la aislación. En presencia de humedad provocan o favorecen la corrosión en las partes metálicas del transformador, como consecuencia afectan las propiedades eléctricas del aceite, por lo tanto un incremento importante en el índice de neutralización es una señal del comienzo del proceso de oxidación del aceite.

Gases disueltos en aceites. El aceite cumple un papel importante de brindar información sobre el estado del transformador.

Como debe de llenarse un transformador. El llenado debe de realizarse a través de una prensa-filtro, usándose una manguera, para evitar el excesivo contacto con el aire, el transformador debe llenarse a través de la válvula de dren.

Como analizar los líquidos aislantes. Es de importancia vital tener limpio y tener el equipo adecuado para el muestreo y análisis de los líquidos aislantes

Cuando deben filtrarse los líquidos aislantes. Los aceites aislantes que arrojen un valor menor a 22 KV deben ser filtrados invariablemente, para aumentar su resistencia dieléctrica a un valor más alto, que será de 25 a 30 KV como mínimo. En las pruebas correspondientes se tendrá que filtrar el aceite con un valor inferior a 25 KV para elevar su resistencia dieléctrica hasta 30 KV como mínimo.

4.6.- REPORTE DE RESULTADOS Y PRUEBAS

Se deberá presentar un reporte técnico de los resultados obtenidos de las pruebas y trabajos desarrollados, de manera impresa como en archivo electrónico y de observaciones, de manera impresa, así como en archivo electrónico.

4.6.1.- SECUENCIA DE MANTENIMIENTO A SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN.

Para iniciar un trabajo de mantenimiento de subestaciones tenemos que llevar a cabo una secuencia de todo trabajo y deberá de llevar una bitácora de la realización de las actividades. Por consecuencia la toma de datos de los equipos es muy importante, la secuencia es la siguiente Información de la placa de datos, marca, modelo, número de serie, fecha de fabricación.

- a) Limpieza del área, pozos, registros y mobiliario.
- b) Limpieza exterior e interior de gabinetes, cuchillas, barras, apartarrayos, aisladores, boquillas, equipos de medición y accesorios en general.
- c) Revisión y apriete de conexiones eléctricas y mecánicas, deberán estar sólidamente sujetas y firmes.
- d) Revisión y apriete de conexiones eléctricas y mecánicas, deberán estar sólidamente sujetas y firmes.
- e) Limpieza del interruptor y gabinete.
- f) Pruebas mecánicas y eléctricas.
- g) Revisión de parámetros eléctricos de operación.
- h) Se deberá realizar un reporte fotográfico, antes y durante el desarrollo de las pruebas, trabajos y pruebas finales.

CAPÍTULO 5

INYECCIÓN DE PLÁSTICO.

5.1.- GENERALIDADES

5.2.- MÁQUINAS DE INYECCIÓN

Las máquinas de inyección se caracterizan por componentes principales tales como: La unidad inyectora y la unidad de cierre. La unidad inyectora abarca el dispositivo de aportación de material, los elementos mecánicos para la plastificación del mismo y el accionamiento del embolo inyector. La unidad de cierre efectúa los movimientos de apertura y cierre del molde de inyección. Las modernas máquinas de inyección permiten un trabajo con tres formas de funcionamiento: manual, semiautomático y automático. En el trabajo manual todas las funciones son dirigidas por el personal de servicio. En el trabajo semiautomático, un impulso de mando dispara el ciclo total de trabajo, el funcionamiento automático, un impulso de mando introduce el ciclo de trabajo, que se repite entonces automáticamente.



Figura 12.- Máquinas de inyección de suela



Figura 13.- Máquinas de inyección de suela

5.3.- PARTES CONSTITUTIVAS DE UNA MÁQUINA DE INYECCIÓN

5.3.1.- UNIDAD INYECTORA.

La tarea de la unidad inyectora consiste en introducir en los canales del flujo del molde una cantidad de material.



Figura 14.- Máquina de inyección

5.3.2.- BOQUILLAS DE INYECCIÓN

Mediante las boquillas de inyección, que se fijan en la parte anterior del cilindro de inyección, se establece la conexión con el molde, para dirigir el material termoplástico al bebedero, el diámetro del canal de flujo en la boquilla depende del volumen de la cavidad del el molde, en piezas de peso reducido (20 a 30 gramos) el orificio de la boquilla tiene que poseer un diámetro de . 3-3.5 mm de diámetro.

5.3.3.- UNIDAD DE CIERRE

Tiene la misión de efectuar el movimiento hacia la posición de cierre y apertura del molde dentro del ciclo total de trabajo de la máquina, los moldes constan casi exclusivamente de dos mitades, que se unen y se separan entre sí por el plano de separación, la mitad correspondiente al bebedero está unida a la placa porta moldes lado boquilla, que generalmente es fija o tiene escaso movimiento de apertura o cierre.

5.3.4.- ACCIONAMIENTO Y MANDO.



Figura 15.- Tableros de control eléctrico para máquinas de inyección.

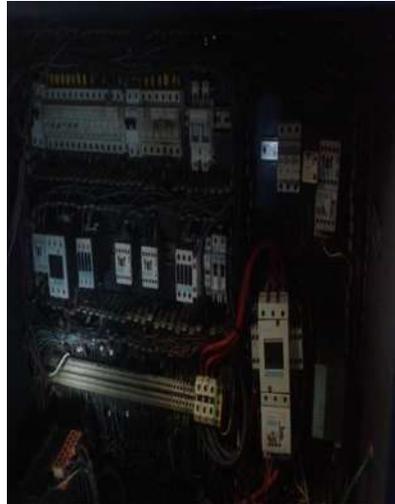


Figura 16.- Tablero de control eléctrico para máquinas de inyección de plástico.



Figura 17.- Paneles de controladores digitales de temperatura.

5.3.5.- SISTEMA HIDRÁULICO.

Las máquinas de inyección están equipados con un sistema hidráulico con la cual se puede usar la energía mecánica del motor eléctrico en diferentes lugares, sin necesidad de transmisiones mecánicas. La energía se trasmite a través de todo el sistema a través de un flujo de aceite bajo alta presión.

5.3.5.1.- USO DEL SISTEMA HIDRÁULICO.

El sistema hidráulico del sistema de las máquinas de inyección cumple una variedad de funciones, entre las que se encuentran las siguientes:

1. Levante y baje de implementos montados en la máquinas.
2. Control de posición y profundidad de trabajo de los implementos montados.
3. Mando de mecanismos por medio de motores hidráulicos.
4. Cambio hidráulico de velocidades de avance.
5. Frenos hidráulicos.
6. Bloque hidráulico de diferenciales.
7. Dirección hidráulica.
8. Mando hidráulico de ruedas delanteras.

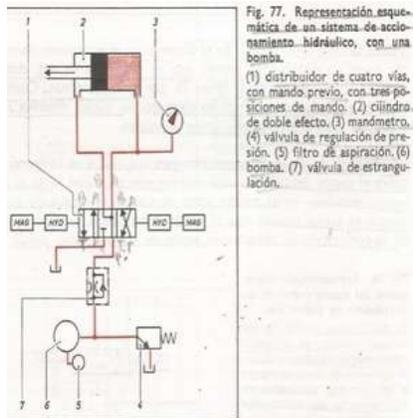
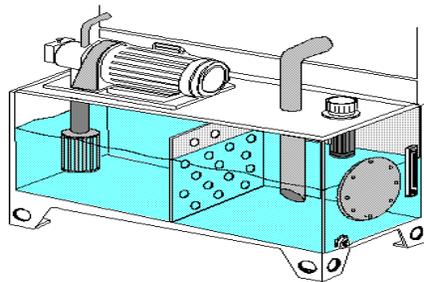


Figura 18.- Esquema de un circuito hidráulico.

5.3.5.2.- FUNCIONAMIENTO BÁSICO DEL SISTEMA HIDRÁULICO.

El sistema hidráulico consiste en una bomba que succiona el aceite de un depósito y lo impulsa a través de tubos hacia un motor hidráulico, luego el aceite retorna al depósito, en la línea de aceite se encuentra una válvulas y mangueras hidráulicas con lo cual se dirige el aceite hacia el motor hidráulico, o se hace retornar el aceite al depósito sin pasar por el motor, este motor puede ser de tipo rotativo a de tipo lineal.

5.3.5.3.- DEPOSITO DE ACEITE.



Grupo hidráulico: El tanque

Figura 19- Depósito de aceite.

Es uno de los elementos importantes ya que es donde se mantiene almacenado el aceite hidráulico que es utilizado por la bomba para succionar y distribuirlo por el sistema hidráulico y de recibir el aceite de retorno por el sistema de venteo. El depósito de aceite consta de los siguientes elementos:

- 1) Tanque de aceite.
- 2) Tapón de llenado.

Orificio de respiración.

- 3) Tapón de vaciado a de drenaje.
- 4) Indicador de nivel de aceite. El tanque debe de ser llenado hasta la marca.
- 5) Pantalla de separación.
- 6) Filtro de malla de la boca de respiración.
- 7) Línea de succión hacia la bomba.
- 8) Conexión hacia la entrada de la bomba.
- 9) Tubería de retorno de aceite.

5.3.5.4.- VÁLVULA DE SOBRECARGA.

Sirve al sistema para protegelo contra las altas presiones causadas por la presurización del aceite y cuando esto sucede inicia el proceso de venteo por parte de la válvula de alivio, funciona tanto para la válvula de sobrecarga como para la válvula de descarga automática.

5.3.5.5.- CILINDROS HIDRÁULICOS.

Existen cilindros de simple acción, cilindros de doble acción con control de posición, los cilindros de simple acción actúan en una sola dirección y vuelven a su posición original bajo el peso de la carga que han movido durante socarrara de acción.

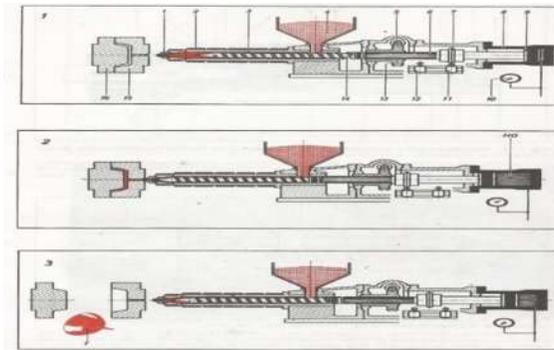


Figura 20.- Fases de inyección.

5.4.- BOMBAS HIDRÁULICAS.

La bomba produce un flujo o corriente de aceite, entregando un caudal y desplazando el aceite del depósito hacia los diferentes cilindros o motores hidráulicos, por el caudal que entrega, las bombas se dividen en bombas de caudal fijo y bombas de caudal variable.



Figura 21.- Pistón hidráulico para inyectar.



Figura 22.- Motor hidráulico para inyectar.



Figura 23.- Motor hidráulico. Figura 24.- Solenoide eléctrico para válvula de venteo.

5.5.- FASES DE INYECCIÓN DE LAS MÁQUINAS DE INYECCIÓN Y SU CICLO DE INYECCIÓN.

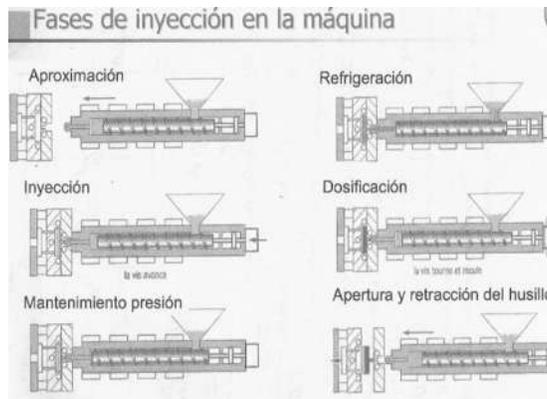


Figura 25.- Fases de inyección.

5.6.- ILUSTRACIONES DE AUTOMATIZACIÓN Y AUTÓMATAS

Fotografías de los paneles de control eléctrico y PLC'S en la fábrica suelas Suplies S.A. de C.V.



Figura 26.- PLC Marca Siemens Step S7-7200.



Figura 27.- Micro PLC Zelio Soft.



Figura 28.- Armario Eléctrico con PLC de una máquina de inyección.



Figura 29.- Panel TD200 para PLC-STEP-7200.



Figura 30.- Panel de configuración para PLC STEP-1200.

CAPÍTULO 6

INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN PARA FÁBRICAS DEL RAMO ZAPATERO.

6.1.- TRABAJOS PARA "CALZADO MILORD S.A. DE C.V."

Lugar: Purísima del Rincón, Guanajuato.

6.1.1.- ANTECEDENTES.

La empresa Calzado Milord S.A de C.V., es una empresa dedicada al giro de la fabricación de calzado escolar, se funda a partir de los años 80, actualmente cuenta con infraestructura eléctrica que le permite cumplir con la producción y la demanda de calzado tanto local como nacional. Trabaja en áreas de oportunidad principalmente en proyectos de instalaciones eléctricas, y en la mejora continua.

6.1.2.- PROYECTO E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALUMBRADO Y CONTACTOS EN BAJA TENSIÓN DE OFICINAS GENERALES.

Por parte de departamento de mantenimiento se me encomendó la realización de la Instalación Eléctrica en Baja Tensión, a un edificio nuevo la cual albergarían oficinas administrativas, cuando la obra civil iba al 60 % de concluirse, ya contaba con trabajos preliminares de tendido de tubería o poliducto y accesorios de canalización, retomé los trabajos, tal orden consistía en planear el proyecto, sacar la lista de materiales, y ponerme de acuerdo con el encargado de la obra civil y determinar las salidas tanto para alumbrado, contactos, el tablero de alumbrado, el número de circuitos.

6.1.2.1.- DESCRIPCIÓN DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO DE LA EMPRESA.

El suministro de energía eléctrica en media tensión está conformada por una línea primaria 13.2 KV., que llega con conductor tipo ACSR 1/0 AWG. Con un sistema de circuito alimentador radial. El punto de inicio de la red eléctrica en Media Tensión está marcada en el plano adjunto en apartado de Anexos de este reporte, sistema B retorno por tierra. Esta localizada dentro de la propiedad del usuario, el trazo y la trayectoria de la línea, está en claros interpostales de 65, 50, 36, y 63 metros de longitud intercalados, la infraestructura de la red eléctrica cuenta con 5 estructuras en postes de concreto normalizados por CFE., de tipo PC-9-450KG, PC-12-750KG. Las estructuras están con la nomenclatura: TS30/RS30, AD30,

RS30/RS30/3CP*F, TS30/1TRB, TS30/1TRB Y RS30/1TR3B, especificadas y sujetas a los lineamientos de construcción de Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión de la CFE. Descrito anteriormente las características de los equipos de transformación y de los equipos de protección contra sobre corriente, el aislamiento primario en cada estructura cuenta con un conjunto de cortacircuitos fusible de tipo 14,4kv, 100Amp, C.I. 8000A. Y aisladores tipo alfiler, aisladores de cadena y aisladores de suspensión tipo ASUS para 15 KV. Apartarrayos de óxidos metálicos y autovalvular de tipo 12 KV., de distribución para coordinación de protección contra fenómenos transitorios y de maniobras.

6.1.2.2.- DESCRIPCIÓN DE LA ACOMETIDA.

La acometida inicia con tramo corto de 12metros, un equipo de medición compacto aéreo y cuenta con módulos de medición en un equipo tipo transoquet. Se requiere suministro de energía eléctrica en baja tensión 220/127V, 3F-4H. Para una carga de fuerza en sistema trifásico y carga de alumbrado en monofásico, para ello se cuenta con tres transformadores tipo poste aéreo de distribución en la zona a estudiar con una capacidad de 300 KVA, 225 KVA y 300 KVA. Su capacidad de conducción y suministro de corriente nominal a plena carga de la subestación de 300KVA. Es de: 788 Amperes. Y para el Transformador de 225 KVA con una capacidad de 591 Amperes en sistema totalmente balanceado entre sus respectivas fases, Por lo tanto el conductor seleccionado para capacidad de conducción se suministró de energía, se opta por calibre 4/0 AWG. Este conductor se elige para cada uno de las tres subestaciones mencionadas. La conexión del transformador hasta los interruptores principales generales cuenta con una longitud promedio de 12MTS., cabe recalcar que el conductor principal es cable de cobre tipo monopolar THHW-LS 90 °C 600V. Siendo el calibre seleccionado 4/0 AWG, 2/0 AWG, 3/0 AWG que son aparte de los conductores de corriente y para el neutro se utiliza cable monopolar THHW-LS 90 °C calibre 2 AWG.

La bajada y trayectoria del circuito alimentador primario se canalizan con tubo conduit tipo pesado con un diámetro aproximado de 63mm de diámetro. Estos tienen una capacidad nominal de 385 Amperes en aire libre y 233 Amperes canalizado. Por lo tanto es aceptable para canalizar el alimentador principal para la repartición de carga hacia los alimentadores secundarios. Y para la coordinación de protección; la mayoría se utiliza interruptores de seguridad de la marca Square-D y Royer de 3Pox200amperes, interruptores termomagnetico de 3Px1000 Amperes, 3Px1000 Amperes, 3Px600Amperes, 3Px400 Amperes, 3Px300 Amperes, 3Px200 Amperes, 3Px100Amperes, de la marca siemens con una capacidad Interruptiva Simétrica de C.I.S. de 10 KA.

6.1.3.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALUMBRADO A REALIZAR EN OFICINAS GENERALES.

La instalación eléctrica consta de un área de 18 metros de ancho, por 40 metros de largo por 4.5 metros de alto, con una planta baja y una planta alta, el inmueble será destinado a ocupar

cubículos de oficinas administrativas para personal de confianza y dirección, como se ha indicado en un principio, se hará una breve descripción del desarrollo de la instalación eléctrica en baja tensión.

La superficie de la planta alta de oficinas es de: $S = a \times b = 18 \times 40 = 720 \text{ m}^2$, el nivel de iluminación requerido serán 200 luxes, de tipo directo y las paredes son de color claro, el techo es de color blanco, el coeficiente de utilización, y el índice del cuarto, el cual se clasifica con relación a las dimensiones del local se calculan mediante las expresiones siguientes. Con los datos de las dimensiones del local tenemos: $H = 4 - (0.0 + 0.80) = 3.20$ metros, tomando en cuenta la altura de el plano de trabajo y la suspensión de las lámparas de techo.

$$K = \frac{a \times b}{H(a \times b)} = \frac{18 \times 40}{3.20(18 + 40)} = 3.87$$

El coeficiente de reflexión para el techo por ser de color blanco se puede tomar el 75% y para las paredes de color claro también del 50%, el tipo de lámpara se considera que para el tipo de trabajo, resulta conveniente el uso de lámparas fluorescentes compactas tipo spot empotrados con una potencia estimada de 60 watts, la lámpara es de tipo spot empotrada en bote integral, el Factor de utilización se selecciona de acuerdo al índice del local (1.70), el coeficiente de reflexión del techo (75%) y de las paredes (50%), y resulta ser de $\mu = 0.70$. el tipo de mantenimiento previsto: Medio ($M = 0.85$).

$$\Phi T = \frac{E \cdot S}{\mu \cdot M} = \frac{200 \times 720}{0.90 \times 0.85} = \frac{144000}{0.765} = 188235 \text{ Lumen}$$

Número de unidades de alumbrado considerando un tipo de lámpara de 65 watts, para la iluminación por lámparas es de: $\Phi L = 3700 \text{ Lumen}$.

$$N = \frac{\Phi T}{\Phi L} = \frac{188235}{3700} = 50.87 \text{ lamparas compactas.}$$

Se pueden considerar 39 lámparas por razones de simetría y la potencia instalada es: $P = 39 \times 65 = 2535 \text{ Watts}$, por lo tanto la densidad de carga es de:

$$\frac{2535}{720} = \frac{3.52 \text{ watts}}{\text{m}^2}$$

Para circuitos derivados de 10 amperes a 127 volts la capacidad en watts para alumbrado es de 1270 Watts. Por lo tanto el número de circuitos derivado de alumbrado para la planta alta; es de tres para una potencia de 1270 watts, si el circuito es para 20 Amperes, a 127 volts su capacidad es de $20 \times 127 = 2540$ watts en este caso sería para las salidas de contactos. Verificando el número de lámparas por circuito, el número de lámparas por circuito es: 13 lámparas fluorescentes compactos en espiral, de bajo consumo y alta potencia de 65 watts CFL Espiral T3/E27-65 watts de la marca VIVION, luz fría de 3700 Lúmenes.

$$\begin{aligned} \text{No de lamparas por circuito} &= \frac{\text{cada circuito en wattas}}{\text{watts por lampara}} = \frac{1270 \text{ wattas}}{65} \\ &= 19 \text{ lamparas flourecentes compactas} \end{aligned}$$

$$\text{La corriente por lampara} = \frac{65 \text{ wattas}}{127} = 0.51 \text{ Amperes.}$$

El centro de carga para la distribución y protección de la instalación eléctrica de oficinas generales será de centro de carga tipo americano QO de la marca Square D, para sistema trifásico 220/127 V. 60 HZ. Con gabinete tipo NEMA 1 para empotrar, de uso interior, con capacidad interruptiva de 10 KA. Certificado correspondiente a UL, NOM-ANCE. Se instaló un centro de carga de 18 circuitos en la planta de arriba, y otro en la planta de abajo. Realizando los mismos cálculos o procedimientos para la planta baja. También este centro de carga utilizara interruptores termomagnético QO Square D, para montaje tipo enchufable, se utilizaran los siguientes: QO110, QO120, QO130, QO140. Para protección contra sobrecarga y cortocircuito, con ventana y bandera de disparo VISI-TRIP, 10000Amperes de capacidad interruptiva simétrica.

6.1.4.- CÁLCULO DEL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS PARA EL ALUMBRADO DE LAS OFICINAS GENERALES.

De acuerdo también la potencia de carga demandada por circuito de alumbrado y considerando el circuito del tablero correspondiente, para calcular el conductor de un circuito de alumbrado que tiene 13 lámparas compactas de 65 wattas a 127 volts, cuyo control está a 25m. Y los conductores están alojados en tubo conducir. $w = 845 \text{ wattas}$. $L = 25 \text{ m}$. $e\% = 2$. Considerando un sistema de alimentación a 1 fase 2 hilos se tiene:

$$I = \frac{w}{En \times \cos} I = \frac{845}{127 \times 0.9} = \frac{845}{114.5} = 7.37 \text{ Amperes.}$$

$w = 1500 \text{ wattas}$. como maximo. y con una distancia de $L = 15 \text{ m}$. Y con una regulación de voltaje para alumbrado que señala Norma Oficial Mexicana no mayor a $e\% = 3$. Considerando un sistema monofásico de 1 fase 2 hilos. De otra manera también podemos determinar la sección del conductor por medio método de caída de tensión.

$$S = \frac{4 L I}{En e\%} = mm^2 S = \frac{4 \times 25 \times 7.37}{127 \times 3} = \frac{737}{381} = 1.93 \text{ mm}^2$$

El calibre comercial inmediato superior, en el que su sección sea mayor a 2.07 mm^2 , es el No. 14 AWG., que tiene 2.08 mm^2 por lo tanto este circuito derivado se alimentara con alambre no. 12 AWG., que tiene una área de 3.30 mm^2 . Los otros circuitos derivados de este tablero y de los demás tableros se calculan en esta misma forma, seleccionado calibre número 10 AWG para los circuitos de contactos considerando una potencia no mayor de 1500 wattas por circuito. Por lo tanto elegimos el calibre de conductor para circuitos de alumbrado de cable de

cobre monopolar THHW-LS 90 C 12 AWG y 10 AWG para contactos, que estipula en la tabla del Anexo.

6.1.5.- CÁLCULO DE CONDUCTORES PARA EL ALIMENTADOR PRIMARIO PARA LOS CENTROS DE CARGA DEL ALUMBRADO DE LAS OFICINAS GENERALES.

Para calcular la intensidad de la corriente y por caída de tensión el alimentador principal para una carga estimada total de 20 000 watts resultado de sumar cargas trifásicas y parciales de alumbrado y contactos para la planta alta y planta baja de las nuevas oficinas. En este proyecto se considera una distancia de la toma de energía del interruptor principal de 3 polo 250Amperes de tipo de seguridad de cuchillas al centro de carga de 20 metros, considerando que tenemos una carga mayor a 8000 watts resultado de carga trifásicas y monofásicas de alumbrado y contactos es necesario un sistema trifásico de a cuatro hilos (3f-4h), realizando el cálculo por corriente tenemos que de la formula siguiente:

$$I = w/(\sqrt{3 \times Ef \cos \theta}) I = \frac{20000}{1,73 \times 220 \times 0,85} I = \frac{20000}{323,50} I = 62 \text{ Amperes}$$

Con este valor aplicamos un factor de utilización de 75%, razón por la cual la corriente corregida para calcular los conductores eléctricos por corriente será en este caso de:

$$I_c = 62 \times 0,75 = 46,5 \text{ amperes}$$

Los conductores eléctricos a utilizar es de calibre número 4 AWG, ya que para 4 a 6 conductores en tubo conduit tiene una capacidad de conducción de corriente de 56 Amperes. Entrando en la tabla número del ANEXO para cable monopolar THHW-LS 90C°, del calibre adecuado es el No. 4 AWG. La tabla indicada en la figura dice que para una temperatura ambiente utilizando un conductor con aislamiento propio para 90°C, la capacidad afecta al 80% de lo indicado. Y por caída de tensión, sustituyendo valores y permitiendo una caída de tensión de 1% que será de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana para alimentador general.

$$S = \left(\frac{2 \times L \times I}{En \times e\%} \right)$$

$$S = \left(\frac{2 \times 20 \times 46,5}{127 \times 1} \right) = \left(\frac{1860}{127} \right) = 14,64 \text{ mm}^2$$

Según la tabla número de ANEXO el conductor será en virtud de que el cable número 4 AWG tiene en promedio 27.4 mm² de sección de puro cobre no contando su recubrimiento, se selecciona el No. 4 AWG que tiene 27.4 mm² de diámetro, se alojara los conductores principales en tubo conduit pared delgada con diámetro de acuerdo a la superficie de los conductores que contendrá este alimentador principal tubo adecuado será de tres conductores de corriente de 165.45 mm, para el neutro será de calibre número 6 AWG que tiene un diámetro con aislamiento de 34.21 mm y el conductor de tierra física será del número 8 AWG. Para protección de los equipos ya que tiene un diámetro de 24.98 mm. Por lo tanto el

área total de la canalización será de 224.64 mm² y este corresponde al tubo conduit de 1 ¼ de pulgadas (32 mm) de diámetro, el centro de carga para alumbrado corresponde al tipo QO de tipo empotrar para montaje de interruptores termomagnéticos de tipo enchufable para 24 circuitos.

6.2.- PROYECTO E INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN PARA LA NAVE NUMERO NUEVE.

6.2.1.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALUMBRADO Y FUERZA EN BAJA TENSIÓN PARA NAVE NÚMERO NUEVE.

Ubicada en Purísima de Rincón, Guanajuato.

La empresa " Calzado Milord S.A. de C.V." Se ve en la necesidad de demandar espacio para la instalación de nuevas líneas de producción en condiciones óptimas de operación, fue necesario llevar a cabo la construcción de un edificio, después de haber terminados las obras civiles se determinó llevar a cabo el trabajo de la instalación de infraestructura eléctrica para el suministro y la energización de la maquinaria de producción. El proyecto e instalación de la subestación eléctrica trifásica, se realiza de acuerdo con las normas de distribución de la C.F.E., y de las normas NOM-SEDE-001-2012.

6.2.1.1.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE LA ACOMETIDA.

El trabajo a realizar; es un sistema de distribución Eléctrica en Media y Baja Tensión 13.2 KV-220/127 V 60 Hz, con una demanda de 130 KW, la primera etapa de construcción consiste en una extensión en línea primaria de 13.2 Kv se utiliza poste de concreto reforzado para la instalación del transformador con remate PCR-12-750. Los conductores son de una sola pieza en el punto de anclaje, Los aisladores son instaladas en dichas estructuras de remate serán de suspensión de acuerdo a la especificación de la CFE, El calibre de conductor de es 1/0 AWG ACSR con calibre de conductor 1/0 AWG., que inicia en una estructura tipo primario 1TR3B, con una longitud de 60 metros hasta la otra estructura de tipo 1TR3B y retenida RSA, esta estructura consta de una cruceta tipo PT250, TS3, los sistemas de protección contra descargas atmosféricas utiliza un juego de apartarrayos de tipo distribución de óxidos metálicos, de acuerdo a la especificación CFE-NRF-004 con tensión de designación de 12 KV para 13.2 KV y de corto circuito lo integra un juego de 3 cortacircuitos con fusibles de CCF-15-100-95-8000 para un voltaje de operación de 13.2 KV de acuerdo a la anterior especificación, en esta estructura estará montada la subestación eléctrica tipo poste a la intemperie con una capacidad de 300 KVA, el circuito alimentador que correrá desde la bajada del el transformador con una longitud de 55 m. has tal la llegada al tablero principal.

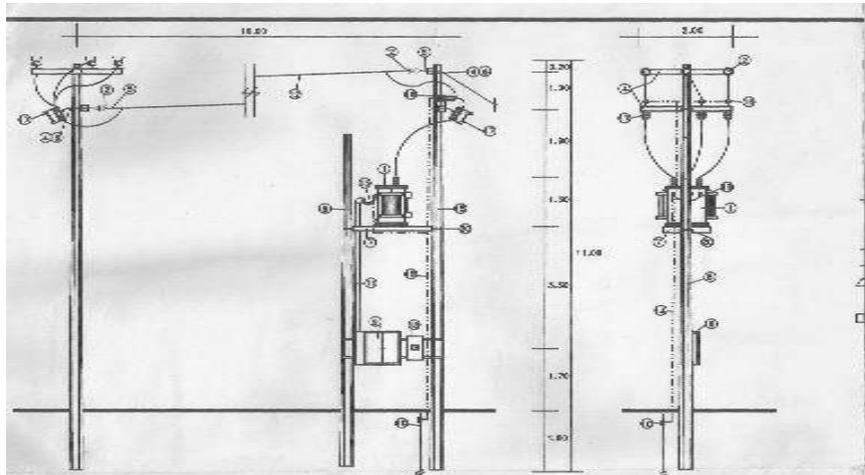


Figura 31.- Esquema de la instalación de la estructura eléctrica para subestación

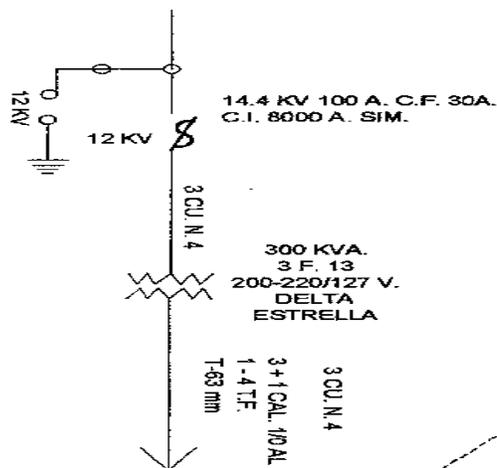


Figura 32.- Diagrama unifilar de la acometida.

El suministro de energía eléctrica en baja tensión, para cuatro naves industriales con nomenclatura 9, 10, 11 y 12, la carga que demanda es aproximado para 130 KW. Se instaló un transformador trifásico convencional a la intemperie de distribución de 300 KVA tipo distribución en poste, operación en media y baja tensión de 13.2KV- 220/127 V, 60 Hz. El sistema de distribución será compartida para las cuatro naves por cuestiones técnicas y económicas.

6.2.1.2.- METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL ALUMBRADO DE LA NAVE NUMERO NUEVE.

Se requiere una secuencia o pasos a seguir tal como se da a continuación, las dimensiones de la nave son de 18.0 metros de ancho, 40.0 metros de largo, la altura es de 5.0 metros de alto,

en las paredes son pintados en claro, el techo es de lámina color blanco, el sistema de iluminación recomendado es de tipo: mixta con luminarias tipo industrial suspendidas a 0.80 m del techo para la planta baja ya que en esta área de trabajo no se cuenta con bezanin. El nivel de iluminación recomendado: 100 Lux, y la superficie del local es de: $S = a \times b = 18.0 \text{ metros} \times 40.0 \text{ metros} = 720 \text{ m}^2$. Debido a que la luminaria se fija a 0.80 metros con respecto al techo y que el plano de trabajo está a 0.80 metros con respecto al piso, la altura a considerar y procediendo a realizar la operación para obtener el índice del local: $H = 5.0 - (0.80 + 0.80) = 3.40 \text{ metros}$. Y debido a que la iluminación es directa se tiene:

$$K = \frac{a \times b}{H(a \times b)} = \frac{18 \times 40}{3.40(18 + 40)} = \frac{720}{3.40 \times 58} = 3.6511$$

Coefficiente de reflexión, para el techo, por ser de color blanco, se puede tomar el 70% y para las paredes de color crema el 50% podemos considerar un promedio de 30%. El tipo de lámpara que se utilizara será unidad fluorescente tipo T12, incluyendo balastro, se considera que para el tipo de trabajo, resulta conveniente el uso de lámparas fluorescentes con una potencia estimada de 60 watts incluyendo el consumo del balastro. Se intenta, como primera instancia, el tipo de luminaria en suspensión (por el tipo de techo). Factor o coeficiente de utilización, se selecciona de acuerdo al índice del local, al tipo de luminaria seleccionada y al coeficiente de reflexión del techo (70%) y de las paredes (50%), y resulta ser de $\mu = 0.52$ tipo de mantenimiento previsto es de $M = 0.70$ con un flujo total para esta nave tenemos que.

$$\Phi T = \frac{E.S}{\mu.M} = \frac{100 \times 720}{0.52 \times 0.70} = 197802.1978 \text{ Lumen}$$

Por lo tanto el número de lámparas, considerando un tipo de lámpara fluorescente de 60 watts, la iluminación por lámparas es de: $\Phi L = 4000 \text{ Lumen}$.

$$N = \frac{\Phi T}{\Phi L} = \frac{197802.1978}{4000} = 49.4505$$

Se pueden considerar 54 lámparas por simetría.

Usando dos lámparas por luminario el número de luminario es de: $\text{Num. de luminarias} = \frac{54}{2} = 27 \text{ Luminarios o gabinetes para lamparas tipo T12}$, Se consideran 27 gabinetes por razones de simetría y la potencia instalada es: $P = 54 \times 75 = 4050 \text{ Watts}$. La densidad de carga es 625 watts/m^2 , el número de circuitos de 15 Amperes a 127.5 volts tiene una capacidad de $15 \times 127 = 1912.5 \text{ watts}$, de alumbrado ya que para la protección de cada circuito se utilizara interruptor termomagnético de un polo 15 Amperes de la marca Square-D tipo QO.

$$\text{numero de circuitos} = \frac{4050}{1912.5} = 2.11 = 2$$

$$\begin{aligned} \text{No. de circuitos derivados} \\ = 2.11 \text{ ó } 2 \text{ circuitos para la iluminacion de la planta baja.} \end{aligned}$$

El número de lámparas por circuito es:

$$\begin{aligned} \text{No de lámp. por circuito} &= \frac{\text{capacidad de circuito en watts}}{\text{watts por lámpara}} = \frac{1912.5}{60} \\ &= 31.87 = \text{aproximadamente 32 lámparas por cada circuito} \end{aligned}$$

Que es aproximadamente a 16 Luminarios por circuito. Como verificación se puede realizar:

$$\text{La corriente por lámpara} = \frac{75 \text{ watts}}{127 \text{ volts}} = 0.5905 \text{ Amperes.}$$

$$\begin{aligned} \text{No. de lámparas por circuito} &= \frac{\text{corriente por circuito}}{\text{corriente por lámpara}} = \frac{15}{0.5905} \\ &= 25.4 \text{ Lámparas.} \end{aligned}$$

6.2.2.- CÁLCULO Y SELECCIÓN DEL CALIBRE DE CONDUCTOR PARA EL ALIMENTADOR PRINCIPAL DEL TABLERO DE ALUMBRADO DE LA NAVE NUEVE.

Para saber cuál será el calibre de los conductores eléctricos, lo determinamos realizando el cálculo de la intensidad de corriente por determinadas formulas básicas, el aislamiento será de tipo THHW-LS 90°C y el diámetro de la tubería conduit pared delgada para alojar los alimentadores generales de alumbrado, sin en una instalación eléctrica se tiene una carga total instalada de más de 8000 watts. Como son cargas monofásicas y trifásicas la suma total es aproximado a un valor mayor de 8000 watts, el sistema escogido debe de ser trifásico a cuatro hilos (3f-4h) por lo tanto se tiene que: cuando no se da el factor de potencia, se supone un valor de 0.85 a 0.90 ya que en ningún caso la carga total instalada es puramente resistiva.

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} \times E_n \times \text{Cos } \theta} = \frac{7900}{1.73 \times 127.5 \times 0.85} = \frac{7900}{187.48} = 42.13 \text{ Amperes}$$

Se aplicara un factor de utilización de F.U de 0.60 Por lo tanto se obtiene que:

$$IC = 37 \text{ Amperes} \times 0.60 = 25.28 \text{ Amperes.}$$

Para una corriente corregida de 25.28 Amperes, se necesitan conductores eléctricos con aislamiento tipo THHW-LS calibre 10 AWG que transporta hasta 30 Amperes, pero para futuras ampliaciones seleccionamos el calibre 6 AWG en condiciones normales, tres conductores sólidos calibre 6 AWG, ocupan una área de 147.38 mm² según la tabla número 6. Tomando en consideración el factor de relleno en los tubos conduit (40% de su área interior según la tabla número 4), tres conductores calibre número 6 AWG deben alojarse en tubería conduit pared delgada de 25 mm de diámetro.

6.2.2.1.- CÁLCULO Y SELECCIÓN DEL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS DEL ALUMBRADO Y CONTACTOS PARA LA NAVE NUEVE.

El calibre de los conductores eléctricos para las cargas anteriores bajo las mismas condiciones pero tomando en cuenta un factor de potencia de 0.85 atrasado, es un sistema de alimentación a 1 fase 2 hilos se tiene en la cual se consideran circuito con potencias máximas de 1500 watts por circuito:

$$I = \frac{w}{En \times \cos} I = \frac{1500}{127 \times 0.9} = \frac{1500}{114.5} = 13.2 \text{ Amperes.}$$

$$Ic = I \times F.U. = I \times F.F. = 13.2 \times 0.6 = 7.92 \text{ Amperes.}$$

$$S = \frac{4 L I}{En e\%} = mm^2 \text{ Sustituyendo } S = \frac{4 \times 15 \times 13.12}{127 \times 2} = \frac{787.2}{254} = 3.09 \text{ mm}^2$$

10.62 amperes, aislamiento tipo THHW-LS 90 °C, y a la intemperie, se requieren conductores eléctricos calibre número 12 AWG para conductores eléctricos por circuito. El calibre comercial inmediato superior, en el que su sección sea mayor a 3.09 mm², es el No. 12 que tiene 3.31 mm² de sección; por lo tanto este circuito derivado se alimentara con alambre no. 12 AWG. Los otros circuitos derivados de este tablero y de los demás tableros se calculan en esta misma forma.

6.2.2.2.- CÁLCULO Y SELECCIÓN DEL CONDUCTOR PARA EL CIRCUITO ALIMENTADOR PRINCIPAL DE LA NAVE NUEVE

Conexión a medición en baja tensión.

La conexión desde el transformador hasta el interruptor general de es de aproximadamente de 12 metros, el cable de cobre seleccionado es de cable mono polar de cobre con recubrimiento THHW-LS 90 °C, para 600V, calibre 4/0 AWG, se canaliza en un tubo conduit pared gruesa de 51 mm de diámetro, el conductor seleccionado para capacidad de conducción se suministró de energía será el indicado anteriormente, y para el neutro se utiliza cable de cobre mono polar THHW-LS 90 °C calibre 2AWG.

El cable de cobre seleccionado es de cable mono polar THHW-LS 90 °C, para 600V, calibre 4/0 AWG, se canaliza en un tubo conduit tipo pesado color verde de 51 mm de diámetro. El suministro se realiza desde el transformador hasta el interruptor general de 3 x 400 Amperes de la marca Siemens con un sistema de protección de tipo Termomagnético, la trayectoria del alimentador principal es de aproximadamente de 65 m., se utilizó Cable mono polar THHW-LS 90 °C 4/0 AWG para 90 °C, un conductor por fase y para el neutro calibre núm. 2 AWG. Para un consumo aproximado de 470 Amperes, a un Factor de Potencia de 0.9, el cable seleccionado tiene una capacidad aproximada de 235 Amperes en tubo conduit. Calcular por corriente y por caída de tensión los alimentadores principales para una carga total de 182173 watts resultado de sumar cargas parciales de alumbrado y fuerza (monofásicas y trifásicas). Considerando una distancia de la toma de energía al centro de carga de 65 metros. Al tenerse una carga total mayor de 182173 watts.

$$I = \frac{182173}{1.73 \times 220 \times 0.9} = \frac{182173}{343} = 531.11 \text{ Amp.}$$

Con operaciones de acuerdo al cuadro de fuerza una corriente corregida del circuito alimentador nos da 594 Amperes

Para determinar la sección del conductor se aplica la siguiente fórmula:

$$S = \frac{2 L I}{E n e\%}$$

Sustituyendo valores y considerando 1% por ser un alimentador principal se tiene:

$$S = \frac{2 \times 65 \times 594}{127 \times 1} = \frac{77220}{127} = 605.64 \text{ mm}^2$$

605.64 mm² es para un conducto de cable de cobre = 600 M. C. M..

Se considera poco conveniente emplear un conductor de este calibre de 600 M.C.M., debido a su poca dificultad para su instalación y tener que construir canalizaciones de mayores dimensiones (registros) por lo que, se considera conveniente instalar varios cables por fase que den un área equivalente. El cable 4/0 AWG tiene 239.98 mm² incluyendo su recubrimiento termoplástico THH-LS 90 °C y como se necesitan 605.64 mm², se divide la sección que se considera.

$$\frac{605.64 \text{ mm}^2}{239.98 \text{ mm}^2} = 2.52 \text{ conductores por fase}$$

Como no se pueden instalar fracciones de conductor (2.5 conductores) se aproxima al número entero del inmediato inferior, o sea se podrán 2 conductores por fase y dos conductores de la misma sección para el neutro teniendo un total de 8 conductores. Diámetro de la canalización necesario para alojar 11 cables, calibre No. 4/0 AWG. Teniendo que el cable de 4/0 AWG, tiene 0.4840 pulg² de área y serán 14 cables, se tiene.

$$239.98 \times 8 = 1919.84 \text{ mm}^2$$

Como se debe de ocupar un 40% del área según reglamento de diámetro, se necesitan colocar dos tubos conduit se tiene: Si para colocar 8 cables del No. 4/0 AWG necesitamos pulg² de diámetro se necesitan colocar dos tubos conduit pared gruesa con diámetros de 2 de pulgadas de diámetro y poder alojar estos cables que alimentaran al interruptor genera o principal ubicado en la bajada del transformador.

6.2.2.3.- CÁLCULO DE LOS ALIMENTADORES SECUNDARIOS PARA LOS INTERRUPTORES AGUAS ABAJO DEL INTERRUPTOR PRINCIPAL DE LA NAVE NUEVE

Cuenta la protección con interruptor termomagnético de 3 polos 400 Amperes para los circuitos alimentadores para las cargas de la nave número nueve, con una capacidad interruptiva de 22 KA. Nueve. La carga total para cada circuito alimentador secundario o derivado es de 182173 watts.

6.2.3.- DESARROLLO DEL CÁLCULO DE CORTO CIRCUITO PARA LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LAS NAVES NUEVE, DIEZ, ONCE Y DOCE.

Ubicada en Purísima de Rincón, Guanajuato.

Para calcular la capacidad interruptiva del equipo de protección lo obtendremos por el desarrollo del cálculo de cortocircuito

De una manera un poco más directa lo calculamos tomando en cuenta y basada en la impedancia del transformador

$$I_{ccSimetrica} = \left[\frac{100}{z\%} \right] \left(\frac{KVA}{\sqrt{3}(KV)} \right) \quad I_{ccSimetrica} = \left[\frac{100}{4.3} \right] \left(\frac{300}{\sqrt{3}(0.22)} \right)$$

$$I_{ccSimetrica} = (23.25) \left(\frac{300}{\sqrt{3}(0.22)} \right) \quad I_{ccSimetrica} = (23.25)(788.22 \text{ Amperes})$$

$$I_{ccSimetrica} = 1832558 \text{ Amperes}$$

$$I_{ccSimetrica} = 18.3 \text{ KA} \quad I_{ccAsimetrica} = 1.25 \times 1832558 \text{ Amperes} = 22.90 \text{ KA}$$

$$V_{fn} = \frac{VL1}{\sqrt{3}} = \frac{13.2 \text{ KV}}{1.73} = 7630 \text{ Volts}$$

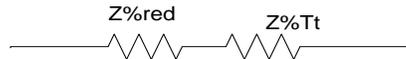
$$V = IR = IX$$

$$X_{fuente} = \frac{V}{I} = \frac{7630 \text{ Volts}}{8000 \text{ Amperes}} = 0.95 \text{ ohms / fase}$$

$$X_t = \left[\frac{X_{pux} (KV)^2 1000}{KVA} \right]$$

$$X_t = \left[\frac{(0.043)(132)^2 1000}{300} \right] = \left[\frac{7.4923(1000)}{300} \right] = 24.97 \text{ ohm.}$$

$$Z\%_{red} + Z\%_{Tt} = 0.9537 + 24.97 = 25.92 \text{ ohms}$$



Por lo tanto la corriente de corto circuito subtransitoria: en el lado primario del transformador:

$$I = V / X_T = \frac{7630 \text{ Volts}}{25.9281 \text{ Ohms}} = 294.36 \text{ Amperes.}$$

La corriente de cortocircuito en el lado de alto voltaje es de 294.36 Amperes

La corriente de cortocircuito en el lado del secundario del secundario del transformador:

$$I_{ccSimetrica} = \left[\frac{V_{LP}}{V_{LS}} \right] [I_1] = \left(\frac{13200 \text{ Volts}}{220 \text{ Volts}} \right) (294.36 \text{ Amperes}) = 17.7 \text{ KA}$$

$$I_{ccAsimetrica} = ((1.25)(17.7 \text{ KA})) = 22.125 \text{ Amperes}$$

$$I_{ccAsimetrica} = 22.125 \text{ KA}$$

LINEA EXISTENTE DE 13.2 KV DE CFE TIPO ACSR 1/0
3F-3H, 60 HZ

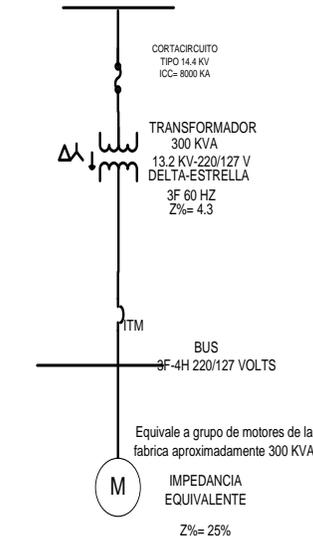
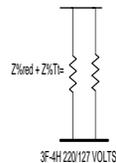
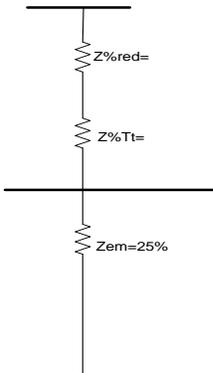
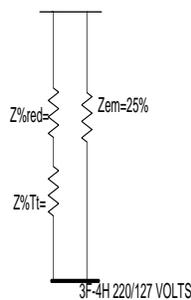


Diagrama de impedancias de sistema electrico en media y baja tension



Calculando la impedancia equivalente Zequi%



Con los datos del transformador indicados anteriormente, encontramos que las corriente en el lado primario del transformador calculados tenemos un magnitud de 13 Amperes en el lado de alta tension y en el lado de baja tension obtenemos un valor de 788 Amperes, realizando el

cálculo de corto circuito en el lado del secundario del transformador al ocurrir una falla, la máxima corriente de corto circuito basada una vez más en la impedancia del transformador tenemos que por la siguiente expresión:

$$McccZ\%t = (100\% \frac{1}{\%Zt})(Inominal Transformador)$$

$$McccZ\%t = \left(100\% \frac{1}{4.3}\right)(788) = 18325 = 18.32 \text{ KA Simetricos.}$$

Resolviendo la corriente de cortocircuito Asimétrica:

$$MaxICC Asimetrica = (1.25)(Icc Simetrica)$$

Sustituyendo valores: $MaxICC Asimetrica = (1.25)(18.32) = 22.9 \text{ KA Asimetricos}$

Considerando que la falla de cortocircuito pueda ocurrir en cualquier parte de la instalación eléctrica El cálculo de cortocircuito se determina por la impedancia de la red de alimentación, la impedancia del transformador y por la impedancia del lado de cargas, se considera un 25% para motores de inducción de baja tensión se considera la magnitud de la capacidad interruptor del grupo de cortacircuitos de 8000 Amperes. Tomando como datos la magnitud de la capacidad interruptora del grupo de cortacircuitos tenemos que obtenerlos por la siguiente expresión:

$$SIcc = \sqrt{3} Kv Ic. i. = (\sqrt{3})(13200)(8000)$$

$$SIcc = 182\,688\,000 \text{ VA}$$

$$SIcc = 182,688 \text{ KVA } SIcc = 182.6 \text{ MVA.}$$

Por lo tanto tenemos que: Tomando como base para el cálculo:

$$KVAbase = 100\,000 \text{ KVA} = Sbase$$

$$Vbase = 13.2 \text{ KV.}$$

$$T1 Zt\% = 5\%$$

La impedancia equivalente de los motores a 220 voltios, Considerando las impedancias del transformador $Zem = 25\%$ Adoptando el método porcentual para la solución empleamos la formula

$$Zr = \left(\frac{KVA \text{ base} \times 100}{KVA \text{ regimen}}\right)$$

Tomamos los KVA base de 1000 por considerarlo un valor adecuado y obtenemos un valor de 1%, En vista de que tomamos KVA base la capacidad interruptiva del transformador y podemos tomar los valores directamente, ya que la Zem está referida a la misma base:

$Z_{eq\ total} = \left(\frac{25 \times 6.5}{25 + 6.5}\right) = 5.18\%$, Ya con dicho valor realizamos las operaciones para determinar las corrientes de cortocircuito simétricas y Asimétricas A si como la capacidad interruptiva Simétrica Y asimétrica:

$$MaxICC\ Simetrica = 100 \times \frac{KVA}{Z_{eq\ total} \times 1.73 \times KV}$$

$$MaxICC\ Simetrica = 100 \times \frac{1000}{5.18 \times 1.73 \times 0.22}$$

$MaxICC\ Simetrica = 23.3\ KA\ Simetricos$, Considerando un factor de multiplicación de 1.25 para el sistema tipo industrial obtenemos la corriente de corto circuito asimétrica

$$MaxICC\ Asimetrica = 1.25 \times MaxICC\ Simetrica$$

$$MaxICC\ Asimetrica = 1.25 \times 23.3$$

$$MaxICC\ Asimetrica = 28.4\ KA\ Asimetrico$$

6.2.3.1.- CÁLCULO DE SISTEMAS DE TIERRAS PARA LAS NAVES NUEVE, DIEZ, ONCE Y DOCE

La resistencia de tierra deberá de ser lo más baja posible, dependiendo de la resistividad del terreno en el cual esta embebido o enterrado el sistema de dispersión. Es de tipo radial, constituida por una varilla copperweld de 3.05 m. de longitud, La puesta a tierra se encuentra conectado y enterrado junto al equipo de medición. La conexión desde el transformador hasta la varilla; esta con alambre de cobre desnudo calibre núm. 4 AWG, con una longitud aproximada de 12m, presentando en conjunto una resistencia total a tierra de:

$$R = (\rho/2\pi L)(Ln\left(\frac{4L}{a}\right) - 1).$$

Donde tenemos que:

$$\rho = 2100\Omega - cm(\text{Resistividad de el terreno: arena, grava y tierra compactada})$$

$$L = 295cm\ (\text{Longitud enterrada})\ a = 3.05m.\ (\text{Diametro de la varilla})$$

$$R = \left(\frac{2100}{2\pi(295)}\right)\left(Ln\left(\frac{4(295)}{1.59}\right) - 1\right) R = 5.62\Omega$$

6.2.4.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE FUERZA Y ALUMBRADO EN BAJA TENSIÓN PARA LAS NAVES DIEZ, ONCE Y DOCE.

6.2.4.1.- GENERALIDADES

Como consecuencia de la implementación de los cambios de estilo de los sistemas de producción en especial la producción de calzado, se requiere de maquinaria adecuada para la fabricación de un determinado estilo y en favor a esta demanda la empresa se vio en la necesidad de la utilización de nuevos espacios para la ejecución de manufactura y fabricación. Es por hecho que se determinó de realizar trabajos preliminares de las Instalaciones Eléctricas. Los trabajos que iniciales fueron la ejecución de un layout para la ubicación de la maquinaria y de allí partir con la instalación del sistema de distribución de energía eléctrica, realizando la instalación de alumbrado así como el sistema de fuerza eléctrica. El interruptor principal para el servicio es de tipo termomagnético de caja moldeada de 3x800 Amperes, de la Marca Square-D tipo NEMA3R a la intemperie a prueba de lluvia, provee el medio para desconectar el sistema eléctrico en caso de sobrecarga y corto circuito con capacidad interruptiva simétrica de 10 KA. Se realizaron los cálculos de los conductores considerando la capacidad de conducir la corriente, y la caída de tensión, la red de distribución secundaria será de tipo subterránea en tramos con longitudes de 20 m, con canalización de tubo tipo PAD tipo corrugado, los registros se interconectaron en determinados puntos estratégicos que son de concreto, a largo de las aceras con un profundidad de 60 cm x 60 cm., para alojar las conexiones de los cables.

6.2.4.2.- CÁLCULO DE ALUMBRADO PARA LAS NAVES DIEZ, ONCE Y DOCE

Para el cálculo de alumbrado se realizara para las tres naves ya que cuenta con las mismas características, de las dimensiones de las tres naves son de 41.25 x 41.89, la altura es de 5.0 metros, las paredes y muros de concreto pintados en color blanco, el techo es de lámina color blanco, el sistema de iluminación es con luminarias tipo industrial suspendidas a un 1.0 metro del techo, el nivel de iluminación será de 100 Lux, la superficie del local es de: $S= a \times b= 41.25 \times 41.89 = 1728 \text{ m}^2$. Por lo tanto el índice del local: $H= 5.0-(1.0 + 0.8)= 3.2$ metros, tomando en cuenta la altura del plano de trabajo y la suspensión de las lámparas de techo la iluminación es de tipo directa.

$$K = \frac{a \times b}{H(a \times b)} = \frac{41.25 \times 41.89}{3.2(41.25 + 41.89)} = \frac{1728}{3.2 \times 83.14} = \frac{1728}{266.04} = 6.4952$$

Coefficiente de reflexión para el techo, por ser de color blanco, se puede tomar el 70% y para las paredes de color crema el 50%. El tipo de lámpara que se utilizara será unidad fluorescente tipo T12, se considera que para el tipo de trabajo, resulta conveniente el uso de lámparas fluorescentes con una potencia estimada de 60 watts incluyendo el consumo del balastro. Factor o coeficiente de utilización, se selecciona de acuerdo al índice del local y resulta ser de $\mu= 0.52$. El tipo de mantenimiento previsto: Medio ($M=0.70$). El Flujo total para esta nave tenemos que:

$$\Phi T = \frac{E.S}{\mu.M} = \frac{100 \times 1728}{0.52 \times 0.70} = \frac{172800}{0.364} = 474725.2747 \text{ Lumen}$$

Y el número de lámparas considerando un tipo de lámpara fluorescente de 60 watts, la iluminación por lámparas es de: $\Phi L = 4000 \text{ Lumen}$.

$N = \frac{\Phi T}{\Phi L} = \frac{474725.2747}{4000} = 118.68 \text{ lámpara}$. Se pueden considerar 120 lámparas, usando dos lámparas por luminario el número de luminario es de:

$$\text{Núm. de luminarias} = \frac{120}{2} = 60 \text{ Luminarios por nave}$$

Se consideran 60 luminarios por razones de simetría, la potencia instalada es: $P = 120 \times 75 = 9000 \text{ Watts}$. La densidad de carga es de 5.20 watts/m^2 . el número de circuitos de 15 Amperes a 127.5 volts tiene una capacidad de $15 \times 127 = 1912.5 \text{ watts}$, de alumbrado ya que para la protección de cada circuito se utilizara interruptor termomagnético de un polo 15 Amperes de la marca Square-D.

$$\text{número de circuitos} = \frac{9000}{1912.5} = 4.70 = 5 \text{ circuitos}$$

El número de lámparas por circuito es: $\frac{1912.5}{75} = 25 \text{ lámparas}$. Que es aproximadamente a 13 luminarios por circuito, como verificación se puede realizar:

$$\text{La corriente por lámpara} = \frac{75 \text{ watts}}{127 \text{ volts}} = 0.5905 \text{ Amperes.}$$

$$\begin{aligned} \text{No. de lámparas por circuito} &= \frac{\text{corriente por circuito}}{\text{corriente por lámpara}} = \frac{15}{0.5905} \\ &= 25.4 \text{ Lámparas.} \end{aligned}$$

Por lo tanto dijimos que por simetría instalaremos 5 circuitos de alumbrado para las tres naves ya que el tipo de trabajo es diurno. Se instalaron 27 luminarios para la nave 10, 23 luminarios para la nave 11 y escasamente 8 luminarios para la nave 12 como iluminación general. Por lo tanto se instalaron 58 luminario, y lo demás como reserva.

6.2.4.3.- CALIBRE DE LOS CONDUCTORES DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS DE ALUMBRADO Y CONTACTOS PARA LAS NAVES DIEZ, ONCE Y DOCE

El calibre de los conductores eléctricos para las cargas anteriores bajo las mismas condiciones pero tomando en cuenta un factor de potencia de 0.85, como el factor de potencia es atrasado, se trata invariablemente de cargas inductivas. Considerando un sistema de alimentación a 1 fase 2 hilos se tiene en la cual se consideran circuito con potencias máximas de 1500 watts por circuito.

$$I = \frac{W}{En \text{ Cos}\phi} = \frac{1912.5}{127.5 \times 0.85} = \frac{1912.5}{108} = 17.70 \text{ Amperes.}$$

$$I_c = I \times F.U. = I \times F.F. = 17.70 \times 0.6 = 10.62 \text{ Amperes.}$$

Para 10.62 amperes, aislamiento tipo TW y a la intemperie, se requieren conductores eléctricos calibre número 12 AWG para conductores eléctricos para circuitos de alumbrado y contactos, si fuera línea entubada el calibre sería 10 AWG.

6.2.4.4.- DESCRIPCIÓN Y CÁLCULO DEL CONDUCTOR DEL ALIMENTADOR PRINCIPAL PARA LAS NAVES DIEZ, ONCE Y DOCE

Conexión a medición en baja tensión. Para el interruptor principal se tiene una carga instalada de 182173 watts, con la cual se hará el cálculo de la alimentación por caída de voltaje, en el que se considera un sistema trifásico, 4 hilos de 220 / 127 V. tomando en cuenta que la corriente nominal en las boquillas del secundario del transformador es de 788 Amperes, de esta manera se eligieron conductores eléctricos de acuerdo a la ampacidad a conducir serán de acuerdo a las tablas del ANEXO número que estipula que para conducir 800 Amperes se requieren conductores 1000 M.C.M. (780 mm² un conductor al a intemperie según tablas del anexo) pero como no podemos instalar este tipo de conductor eléctrico, seleccionaremos tres conductores para corriente por fase de 4/0 AWG. El cálculo también se puede efectuar considerando la carga demandada de toda la instalación eléctrica mediante la fórmula siguiente:

$$I = \frac{82650}{1.73 \times 220 \times 0.9} = \frac{82650}{343} = 240.96 \text{ Amperes.}$$

Como en este caso la corriente ya es de un valor considerable y la carga total es resultado de sumar cargas parciales monofásicas y trifásicas, se estima que es difícil utilizar el 100% de la carga total instalada en forma simultánea, en tal virtud se aplica un factor de utilización que normalmente varía de un 60 a 90%, evitando con ello conductores demasiado gruesos sin justificación y que, para este ejemplo explicativo vamos a promediar dicho factor en 75%, razón por la cual la corriente corregida para calcular los conductores eléctricos por caída de tensión será en este caso: $I_c = 240.96 \times 0.75 = 180.72 \text{ Amperes}$. Elegimos el conductor para las fases cable de cobre THHW-LS 90C° calibre 3X(4AWG)+1(8 AWG) para mantenimiento, 3x(2/0AWG)+1(2AWG) para el circuito alimentador de corte, 3x(4/0AWG)+1(2AWG) para el alimentador de bus de bondeado. El criterio es repartir la carga para esto tres circuitos alimentadores.

CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN: Para los interruptores de los departamentos antes mencionados se tienen una carga instalada de 82650 watts, con la cual se hará el cálculo de la alimentación por caída de voltaje, en el que se considera un sistema trifásico, 4 hilos de 220 / 127 V El cálculo se efectuara mediante la fórmula siguiente:

Sustituyendo valores y considerando 1% según NORMA de caída se tiene:

$$S = \frac{2 L I_c}{En e\%} = \frac{2 \times 40 \times 343}{127.5 \times 1} = \frac{27440}{127.5} = 215.21 \text{ mm}^2$$

Con operaciones de acuerdo al cuadro de fuerza una corriente corregida del circuito alimentador nos da 343 Amperes

$$215.21 \text{ mm}^2 \text{ es para un conducto de cable de cobre} = 450 \text{ M.C.M.} =$$

Se considera poco conveniente emplear un conductor de este calibre de 450 M.C.M., debido a su poca dificultad para su instalación y tener que construir canalizaciones de mayores dimensiones por lo que, se considera conveniente instalar varios cables por fase que den un área equivalente. El cable 4/0 AWG tiene 239.98 mm² incluyendo su recubrimiento termoplástico THH-LS 90 °C y como se necesitan 605.64 mm², se divide la sección que se considera.

$$\frac{450 \text{ mm}^2}{239.98 \text{ mm}^2} = 1.87 \text{ conductores por fase}$$

Como no se pueden instalar fracciones de conductor (1.87 conductores) se aproxima al número entero del inmediato superior, o sea se podrán 2 conductores por fase y un conductor de 2 AWG para el neutro teniendo un total de 7 conductores. Diámetro de la canalización necesaria para alojar 7 cables, 6 DE calibre No. 4/0 AWG y uno de 2 AWG. $((239.98 \times 6) + (1 \times 87.37)) = 1563.88 \text{ mm}^2$

Como se debe de ocupar un 40% del área según reglamento de diámetro, se necesitan colocar dos tubos conduit se tiene: Si para colocar 6 cables del No. 4/0 AWG necesitamos pulg²de diámetro se necesitan colocar dos tubos conduit pared gruesa con diámetros de 2 de pulgadas de diámetro y poder alojar estos cables que alimentaran al interruptor genera o principal ubicado en la bajada del transformador.

Como se debe de ocupar un 40% del área según reglamento de diámetro, se necesitan colocar dos tubos conduit se tiene: Si para colocar 8 cables del No. 4/0 AWG necesitamos colocar un tubo conduit pared gruesa con diámetros de 3 de pulgadas de diámetro y poder alojar estos cables que alimentaran al interruptor genera o principal ubicado en la bajada del transformador.

Para en este caso en que los alimentadores principales o generales para una carga total en combinación de alumbrado y fuerza se toma la caída de tensión mínima que es de 1%. Este diámetro es aceptable para la suma total de las áreas de los tres circuito alimentadores secundario en base a tablas de anexo posterior nos referimos a una área de 215 mm² para cable sin aislamiento y con aislamiento nos da una área de 239.89 mm². Para la intensidad de corriente a plena carga de 232 Amperes. En consecuencia e%=1. Una sección transversal de 110 mm² de cobre, corresponde a un conductor cableado calibre #4/0 (que tiene 239 mm²), según la tabla del anexo número. Por ser un sistema balanceado y tener en cuenta que por el neutro no circula corriente, se conectan tres conductores calibre 4/0 AWG para las fases y para el neutro un calibre 2 AWG.

6.2.4.5.- CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES PARA LOS ALIMENTADORES DERIVADOS

La carga total para el interruptor de mantenimiento es de 1 watts.

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} E f \text{Cos } \phi} = \frac{19400}{1.73 \times 220 \times 0.9} = \frac{19400}{343} = 56.55 \text{ Amperes}$$

$$S = \frac{2 L I}{E n e\%} = \frac{2 \times 30 \times 56}{127 \times 1} = \frac{3360}{127} = 26.45 \text{ mm}^2$$

Se puede elegir el conductor calibre 4 AWG, 2AWG y1/0 AWG.

La carga total para el interruptor de bus de CORTE es de 23870 watts.

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} E f \text{Cos } \phi} = \frac{23870}{1.73 \times 220 \times 0.9} = \frac{23870}{343} = 69.59 \text{ Amperes}$$

$$S = \frac{2 L I}{E n e\%} = \frac{2 \times 30 \times 69.59}{127 \times 1} = \frac{4175.5}{127.5} = 32.74 \text{ mm}^2$$

Se puede elegir el conductor calibre 4 AWG, 2AWG y1/0 AWG.

La carga total para el interruptor de BONDEADO es de 36550 watts.

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} E f \text{Cos } \phi} = \frac{36550}{1.73 \times 220 \times 0.9} = \frac{36550}{343} = 106.55 \text{ Amperes}$$

$$S = \frac{2 L I}{E n e\%} = \frac{2 \times 30 \times 106.55}{127 \times 1} = \frac{6393}{127} = 50.14 \text{ mm}^2$$

Se puede elegir el conductor calibre 4 AWG, 2AWG y1/0 AWG.

La conexión del transformador hasta los interruptores principales generales cuenta con una longitud promedio de 12MTS., el conductor principal es cable mono polar THHW-LS 90 °C 600V. Siendo el calibre seleccionado 4AWG, para mantenimiento, 4 AWG para corte, 2 AWG para bondeado 4 AWG, que son aparte de los conductores de corriente y para el neutro se utiliza cable mono polar THHW-LS 90 °C calibre 8 AWG, 6 AWG y 2AWG. Los interruptores principales de esta instalación son de la Serie Setron de la marca Siemens con marco JD, específicamente son interruptores JXD6, HJXD6 para 300 y 400 Amperes con RMS de capacidad interruptiva Simétrica 65 KA, para 240 V. 60 HZ. Con rango para disparo instantáneo de 200-300 Amperes, 350-400 Amperes. Dichos interruptores cumplen con las normas: nom-003-SCFI, NMX-J-515-ANCE, NMX-J-266-ANCE.

6.2.4.6.- PROYECTO DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

Para demanda de potencia eléctrica en baja tensión 220-127 volts 60 Hz. para la nave número: 9, 10, 11 y 12. Considerando un factor de potencia obtenemos que de 0.96, Tenemos que:

$$KVA = \frac{264000}{0.96} = VA = 275000 VA = 275.0 KVA.$$

Factor de diversidad = $\frac{258900}{264000} = 0.98 =$ Aproximadamente =1. Por lo tanto la capacidad real del transformador considerando un factor de diversidad de 1.34 se tendrá:

$$KVA = \frac{27500}{0.98} = 280612.24 VA = 280.6 KVA$$

Teniendo en cuenta que se dejaran reservas para futuras ampliaciones o aumentos de servicio, así como la capacidad comercial de estos equipos se opta por un transformador 300 KVA con las siguientes características o especificaciones:

El transformador trifásico cuenta con las siguientes características

CAPACIDAD EN KVA	300KVA
TENSIÓN PRIMARIA	13.2 KV
TENSIÓN SECUNDARIA	220/127V
IMPEDANCIA DEL TRANSFORMADOR	2.5%

Tabla 6.- Características eléctricas de transformador eléctrico 300 KVA nave 9, 10,11 y 12.

6.2.4.7.- CORRIENTE NOMINAL EN ALTA TENSIÓN

Para determinar la corriente nominal de en el lado de alta tensión del transformador por la siguiente expresión:

$$I = \frac{(KVA)1}{1,732 * KV} = \frac{(300)}{1,732 * 13.2} = 13.2 \text{ Amperes.}$$

De acuerdo a la NOM-001-SEDE-2012 se selecciona el eslabón listón fusible con las siguientes características:

I	30 Amperes
I.c.c.	8000 A sim.
KV	15kv

Tabla 7.- Especificaciones para listón fusible.

También se puede realizar el cálculo de la corriente del listón fusible empleando la siguiente fórmula: $I_n = 1.155 \times \left(\frac{KVA}{KV}\right) = 1.155 \times (300/13.2) = 26.25$ Amperes, por lo tanto elegimos un listón fusible de acuerdo a la tabla siguiente:

LISTONES FUSIBLES UNIVERSALES TIPO UT PARA USARSE EN DESCONECTADORES FUSIBLES TIPOS OA Y EA DE 15 KV MÁXIMOS, PARA LA PROTECCIÓN DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS

Volt	2 400		4 160		5 000		6 600		13 200	
	Ampere		Ampere		Ampere		Ampere		Ampere	
	Carga Plena	Fusible UT								
5	1,203	3	0,694	3	0,481	2	0,437	2	0,218	1
9	2,165	5	1,249	5	0,866	3	0,787	3	0,393	1
10	2,405	5	1,388	5	0,962	5	0,874	3	0,435	2
15	3,608	10	2,082	5	1,443	5	1,312	5	0,656	3
22.5	5,413	15	3,123	7	2,165	5	1,988	5	0,984	3
25	6,014	15	3,470	7	2,405	5	2,187	5	1,093	5
30	7,217	15	4,164	10	2,887	7	2,624	7	1,312	5
37.5	9,021	20	5,204	15	3,608	7	3,280	7	1,640	5
45	10,825	25	6,245	15	4,330	10	3,936	10	1,968	5
50	12,029	30	6,940	15	4,811	10	4,374	10	2,186	5
75	18,043	40	10,409	25	7,217	15	6,560	15	3,280	7
10	24,057	50	13,879	30	9,523	20	8,748	20	4,374	10
112.5	27,064	65	15,614	40	10,825	25	9,841	25	4,921	10
150	36,085	85	20,818	50	14,434	30	13,122	30	6,560	15
200	48,114	100	27,758	65	19,246	40	17,486	40	8,748	20
225	54,128	100	31,228	85	21,651	50	19,883	40	9,841	25
300	72,171	-	41,637	85	28,868	65	26,244	50	13,122	30
450	108,256	-	62,455	100	43,302	85	39,368	85	19,882	40
500	120,285	-	69,395	-	48,114	100	43,740	85	21,870	50
600	-	-	-	-	57,477	100	52,488	100	26,244	50
750	-	-	-	-	72,171	-	65,610	100	32,805	65
1 000	-	-	-	-	95,228	-	87,480	-	43,740	100
1 200	-	-	-	-	115,473	-	104,576	-	52,469	100

* PROTEGIDOS POR 3 FUSIBLES.
 NOTA: SI SON 3 TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS USENSE LOS KVA TOTALES DEL BANCO.
 La tabla indica el fusible que debe usarse con cualquier transformador a cualquier tensión dada, así por ejemplo, para un banco de tres transformadores monofásicos de 5 KVA c/u, con una tensión entre fases de 4 160 Volt, la corriente de línea es de 2,08 amps, y se recomienda un fusible de 5 amps. La corriente de línea será la misma ya sea que se trate de conexión delta o estrella.

Tabla 8.- Para seleccionar tipo de listón fusible.

6.2.4.8.- CORRIENTE NOMINAL EN BAJA TENSIÓN

La corriente nominal en el lado de baja tensión del transformador de 300 KV es:

$$I = \frac{KVA}{1.732 * KV} = \frac{300}{(1.732 * 0.22)} = 787.31 \text{ Amperes.}$$

De acuerdo con el valor de la corriente nominal en el lado de baja tensión y cumpliendo con la tabla de la norma se instalarán tres interruptores tipo termomagnético como sistemas de protección principal; un interruptor termomagnético con nomenclatura según cuadro de cargas ITM-X1 de: 3 polos- 350 Amperes, ITM-Y1 de: 3 polos- 300 Amperes, ITM-Z1 de 3 polos-400 Amperes todos de la marca Siemens con una capacidad interruptiva de I.c.c. 10 KA. Por lo tanto el conductor seleccionado para capacidad de conducción se suministró de energía, se opta por calibre 6 X (4/0 AWG) +1 X (2 AWG). Con una corriente del circuito alimentador primario de 581 Amperes.

6.2.4.9.- CARACTERÍSTICAS DEL ALIMENTADOR PRIMARIO DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN 220-127 V. C.A. 60 Hz.

El alimentador del transformador hasta los interruptores principales ITM-X1, ITM-Y1 y ITM-Z1, es un sistema trifásico de 3F-4H. Siendo el calibre seleccionado para 6 cables tipo monopolar THHW-LS 90 C número de calibre 4/0AWG, para las fases y para el neutro será también cable de cobre monopolar THHW-LS 2 AWG 90 °C.

Cable seleccionado	4/0 AWG, THW-LS 90
Distancia aproximada	12m.
Corriente de plena carga	$\frac{300KVA}{1.732*0.22V}=788$ Amperes.
Resistencia	0.2067 ohm/KM
Reactancia XL	0.1673 OMHS/KM
Factor de potencia	0.9

Tabla 9.- Características eléctricas del alimentador primario en baja tensión para las naves Diez, Once y Doce.

El cable seleccionado tiene una capacidad de conducción máxima de 230 Amperes a 30 C, esta temperatura será de operación promedio. Como puede verse el calibre tiene una capacidad suficiente para conducir la corriente de plena carga del transformador de 118,09 Amperes.

6.2.4.10.- CÁLCULO DE CORTO CIRCUITO

Simplificando cada una de la operación para cada uno de las subestaciones, deseamos calcular la magnitud del corto circuito Simétrica y Asimétrica en el lado de baja tensión para la coordinación, y operación oportuna del interruptor principal.

DESARROLLO DEL CÁLCULO DE CORTO CIRCUITO PARA LA SUBESTACION DE 300 KAVA DE LA NAVE 9, 10,11 Y 12.

LINEA EXISTENTE DE 13.2 KV DE CFE TIPO ACSR 1/0

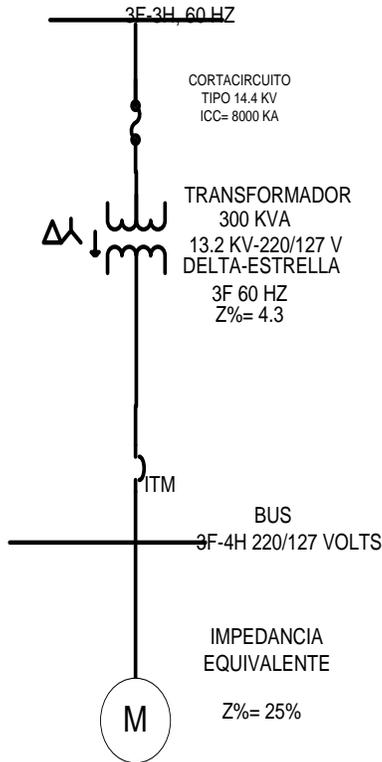
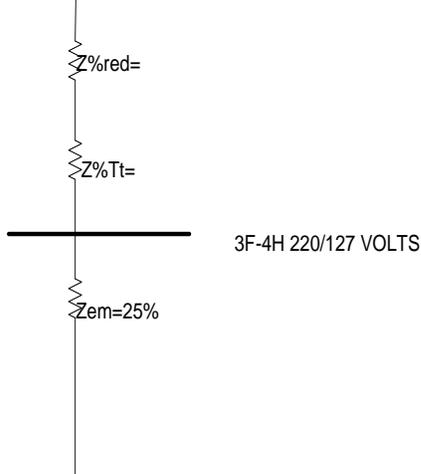


Diagrama de impedancias de sistema electrico en media y baja tension



El voltaje de fase a neutro en el lado de alta tension Esta determinado por la siguiente expresion:

$$V_{fn} = \frac{VL}{\sqrt{3}} = \frac{13.2KV}{1.73} = 7630 \text{ Volts}$$

$$V = IR = IX$$

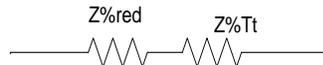
$$X_{fuente} = \frac{V}{I} = \frac{7630Volts}{8000Amperes} = 0.95ohms / fase$$

De esta manera calculamos la reactancia de la fuente:

$$X_t = \left[\frac{X_{pux}(KV)^2 1000}{KVA} \right]$$

$$X_t = \left[\frac{(0.04)(132)^2 1000}{300} \right] = \left[\frac{7.4923(1000)}{300} \right] = 24.97ohm.$$

$$Z\%red + Z\%Tt = 0.9537 + 24.97 = 25.92 \text{ ohms}$$



Por lo tanto la corriente de corto circuito subtransitoria: en el lado primario del transformador:

$$I = V / XT = \frac{7630Volts}{25.9281Ohms} = 294.36Amperes.$$

La corriente de cortocircuito en el lado de alto voltaje es de 294.36 Amperes

La corriente de cortocircuito en el lado del secundario del secundario del transformador:

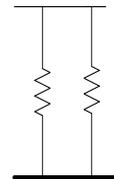
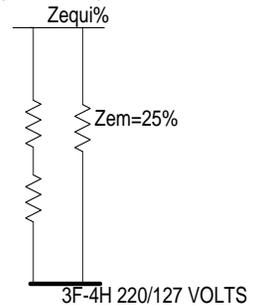
$$I_{ccSimetrica} = \left[\frac{V_{LP}}{V_{LS}} \right] [I_1] = \left(\frac{13200Volts}{220Volts} \right) (294.36Amperes) = 17.7KA$$

Ya una ves obtenido el valor de la corriente de cortocircuito simetrica podemos calcula la corriente Asimetrica por un factor de 1.25

$$I_{ccAsimetr} \quad ica = ((1.25)(17.7KA)) = 22125 \text{ Amperes}$$

$$I_{ccAsimetrica} = 22.125KA$$

Calculando la impedancia equivalente



3F-4H 220/127 VOLTS

Tomando como datos la magnitud de la capacidad interruptora del grupo de cortacircuitos tenemos que obtenerlos por la siguiente expresion: $S_{Icc} = \sqrt{3} Kv Ic.i. = (\sqrt{3})(13200)(8000)S_{Icc} = 182\,688\,000 \text{ VAS}_{Icc} = 182,688 \text{ KVAS}_{Icc} = 182.6 \text{ MVA}$.

Por lo tanto tenemos que: Tomando como base para el cálculo: $KVA_{base} = 100000 \text{ KVA} = S_{base} V_{base} = 13.2 \text{ KV}$. Considerando las impedancias de los transformadores: Para el transformador TR1=3000, Para el grupo de motores tenemos una impedancia del 25%. Calculando la impedancia de la red empleamos la siguiente expresión:

$$Z_r = \frac{KVA_{base} \times 100}{KVA_{regimen}}$$

Tomando como $KVA_{base}=300$ por considerarlo un valor adecuado

$$Z_r = \frac{300 \times 100}{100 \times 1000} = \frac{3}{10} = 0.3\%.$$

Analizando para las tres subestaciones tenemos que: Interpretando las impedancias en el siguiente diagrama de los anexos, Tenemos que una impedancia de la red $Z_{red} = 0.33\%$ y una impedancia del transformador de Z_{trnf} . Y una impedancia de la carga abajo del transformador de 25% que se considera para carga de motores eléctricos. La magnitud de la corriente de corto circuito tanto simétrica como asimétrica la desarrollamos en base a la siguiente formulas:

$$Z_r = \frac{KVA_{base} \times 100}{KVA_{regimen}}$$

Tomamos $KVA_{base} = 1000$ por considerarlo un valor adecuado;

$$Z_r = \frac{1000 \times 100}{100,000} = 1\%$$

Y la impedancia de la red más la del transformador, en paralelo con la impedancia de los motores se considera de un 25%.

$$Z_{tr} = Z_r + Z_t$$

$$Z_{equivalente} = \frac{25 \times 6.5}{25 + 6.5}$$

Entonces la corriente de corto circuito Simétrica es:

$$\begin{aligned} I_{cc \text{ Simetrica}} &= \frac{100 \text{ KVA base}}{Z_{equivalente total} \sqrt{3} \text{ KV}} I_{cc \text{ Simetrica}} \\ &= \frac{100 \times 1000}{5.18 \times 1.732 \times 0.48} = I_{cc \text{ Simetrica}} = 23.3 \text{ KV}. \end{aligned}$$

Y la corriente de cortocircuito Asimétrica. $I_{cc \text{ Asimetrica}} = 1.25 \times 23.3 \text{ KA}$. $I_{cc \text{ Asimetrica}} = 28.4 \text{ KA}$. Para calcular la impedancia de la red empleamos la siguiente fórmula:

$I_{cc} \text{ Simetrica} = \frac{100 \times KV \text{ Abase}}{Z_{eq.total} \times \sqrt{3} \times KV}$ Y la corriente de corto circuito Asimétrica: $I_{cc} \text{ Asimetrica} = 1.25 \times I_{cc} \text{ Simetrica}$ Y el cálculo de la magnitud de la capacidad interruptiva es de: $P_{cc} \text{ Simetrica} = \frac{100000}{17.20}$

$$P_{cc} \text{ Simetrica} = 7.2 \text{ MVA.}$$

Por lo tanto se concluye que la capacidad interruptiva de los dispositivos de protección en el lado de baja tensión son de 10KA Simétricos, de tal manera que operan correctamente al presentarse una falla en el alimentador principal del sistema de distribución en baja tensión.

6.2.4.11.- INSTALACIÓN Y CONTROL ELÉCTRICO DE ARRANCADORES ELÉCTRICO PARA MÁQUINAS PALETIZADORAS.

Ubicada en Purísima del Rincón, Guanajuato.

El trabajo que realice fue en la instalación de un bus circuito alimentador en baja tensión, para una carga instalada de 94 KW, se instaló con una trayectoria a través de toda la pared de la zona de arrancadores, soportado por ménsula metálicas y ducto cuadrado de la marca Square-, su longitud es aproximado de 50 m. desde la salida de carga del interruptor principal, para introducir el suministro de energía Eléctrica, que alimenta, a la carga instalada y es abastecido por una subestación de 112.5 KVA, por todo el tramo de canalización se instaló un circuito trifásico de 3f-4h, para carga conectada, se alojaron cables de cobre THW-LS de calibre 3/0 AWG, para una capacidad de 260 Amperes a la intemperie, más un neutro corrido desde la subestación del 2AWG.

6.2.5.- TRABAJOS PARA "SUELAS SUPPLY'S S.A. DE C.V."

Lugar: colonia, Industrial la Capilla, León, Guanajuato.

ANTECEDENTES. La fábrica de suelas denominada " Suelas Suplís S.A de C.V", Originalmente se ubicaba en otro domicilio, circunstancias que administrativos decidieron hacer un cambio de domicilio. El inmueble industrial de la empresa que será objeto del desarrollo del proyecto para la Instalación eléctrica para los diferentes departamentos administrativos, de producción y generales así como de alumbrado según cálculos en la memoria técnica desarrollada y tendrá una carga total instalada de 180 KW de demanda. Al iniciar el proyecto de Instalación Eléctrica tipo Industrial se establecerán las características generales, considerando los elementos principales de la instalación eléctrica.

6.2.5.1.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA GENERAL PARA SUELAS SUPPLYS S.A. DE C.V.

La instalación eléctrica se construirá en un predio de tantos metros cuadrados, ubicado en la dirección correspondiente. Tendrá una demanda de energía eléctrica de tantos KW, en una capacidad del transformador de 225 KVA. Absorbiendo potencia de una red suministro de energía eléctrica por parte de la compañía suministrador de, dicha red es de tipo operación radial mencionando dicha acometida en alta tensión.



Figura 33.- Alumbrado en Suelas Supplys.

6.2.5.2.- DESCRIPCIÓN DE LA ACOMETIDA DE LA FÁBRICA DE SUELAS.

La red de la acometida para suministro es de 13.2 KV. En un sistema de 3F-3H en media tensión, el conductor es de tipo ACSR calibre 1/0 AWG, las características de la subestación es de tipo distribución montado en azotea o techo de la fábrica, un juego de tres Apartarrayos para 12 KV. De Óxidos metálicos contra descargas atmosféricas, los equipos de protección contra sobre corriente, con un conjunto de tres cortacircuitos fusible de tipo 14,4 KV. 100 Amperes, C.I. 8000.



Figura 34.- Subestaciones de 300 KVA Y 225 KVA



Figura 35.- Unifilar de Acometida.

6.2.5.3.- DESARROLLO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALUMBRADO Y FUERZA LA NAVE INDUSTRIAL SUELAS SUPPLYS.

DESCRIPCION DE LA ACOMETIDA. La conexión desde el transformador hasta el interruptor general de es de aproximadamente de 12 metros, a través de este tramo se encuentra el equipo de medición tipo gabinete compacto 13-20 modelo Transoket, para uso exterior (NEMA 3R), el cable seleccionado es de cable de cobre monopolar THHW-LS, 90 °C, para 600V, calibre 4/0 AWG, se canaliza en un tubo conduit pared gruesa de 51 mm de diámetro, Siendo el calibre seleccionado 4/0AWG, 2/0 AWG, que son aparte de los conductores de corriente y para el neutro se utiliza cable mono polar 90 °C, calibre 2AWG. Desde el transformador hasta el interruptor principal se encuentra un equipo de medición compacto de base Transoket para el wathhorimetro trifásico de 13 terminales a un nivel de tensión de 600 V., que cumple con la CFE GWH00-11, que consiste en un envolvente para la medición de la corriente desde el transformador, permitiendo el montaje de transformadores de corriente y tabllas de prueba. Se tiene una carga instalada de 180000 watts, con la cual se hará el cálculo de la alimentación por corriente y caída de voltaje, en el que se considera un sistema trifásico, 4 hilos de 220 / 127 V. El cálculo se efectuara mediante las fórmulas siguientes:

$$I = \frac{180000}{1.73 \times 220 \times 0.9} = \frac{180000}{343} = 524,78 \text{ Amperes.}$$

Para determinar la sección del conductor se aplica la siguiente fórmula:

$$S = \frac{2 L I}{E n e\%}$$
$$S = \frac{2 \times 12 \times 524}{127 \times 1} = \frac{12576.0}{127.5} = 98.63 \text{ mm}^2$$
$$\text{Área necesaria} = 100 \text{ mm}^2$$

Se selecciona el conductor de cobre THHW-LS 4/0 AWG, como alimentador primario hasta el interruptor principal ya que por cada hilo tiene una área de 107.20 mm²

CALCULO POR CAIDA DE TENSION: Para el tablero a se tiene una carga instalada de 83729 watts, con la cual se hará el cálculo de la alimentación por caída de voltaje, en el que se considera un sistema trifásico, 4 hilos de 220 / 127 V El cálculo se efectuara mediante la fórmula siguiente: Sustituyendo valores y considerando 2% de caída se tiene:

$$S = \frac{2 L I c}{E n e\%} = \frac{2 \times 40 \times 46.5}{127.5 \times 1} = \frac{3720}{127.5} = 29.17 \text{ mm}^2$$

Para en este caso en que los alimentadores principales o generales para una carga total en combinación de alumbrado y fuerza se toma la caída de tensión mínima que es de 1%. Una

sección transversal de 29.17 mm² de cobre, corresponde a un conductor cableado calibre #2 (que tiene 43.24 mm²), según la tabla número 6 y 7. Por ser un sistema balanceado y tener en cuenta que por el neutro no circula corriente, se conectan tres conductores calibre #2 para las fases y para el neutro un calibre menor es decir, un conductor calibre número #4. Por lo tanto el conductor seleccionado para capacidad de conducción se suministró de energía, se opta por calibre 4/0 AWG. La conexión del transformador hasta los interruptores principales generales cuenta con una longitud promedio de 12MTS., el conductor principal es cable mono polar THHW-LS 90 °C 600V. Siendo el calibre seleccionado 4/0AWG, 2/0 AWG, 3/0AWG que son aparte de los conductores de corriente y para el neutro se utiliza cable mono polar THHW-LS 90 °C calibre 2AWG.

6.2.5.3.1.- CALCULO DE ALUMBRADO PARA LA FÁBRICA EN GENERAL PLANTA BAJA Y PLANTA ALTA.

1.-Las dimensiones de la fábrica son de 32 x 36.6 metros para la planta baja, la altura es de 3.0 metros por cada planta, las paredes son de claro, el techo es de color blanco, el sistema de iluminación recomendado es: mixta con luminarias tipo industrial suspendidas a 0.30 m del techo.

2.-El nivel de iluminación recomendado: 200 Lux.

3.-La superficie del local es de: S=1161.5 m².

4.-El índice del local: H= 3.0-(0.30 + 0.8)= 1.9 metros, tomando en cuenta la altura del plano de trabajo y la suspensión de las lámparas de techo la iluminación es de tipo directa.

$$K = \frac{a \times b}{H(a \times b)} = \frac{32 \times 36.3}{1.9(32 + 36.3)} = \frac{1161.5}{1.9 \times 68.3} = \frac{1161.5}{129.77} = 8.95$$

5.-Coeficiente de reflexión. Para el techo, por ser de color blanco, se puede tomar el 70% y para las paredes de color crema el 50%.

6.-el tipo de lámpara que se utilizara será unidad fluorescente tipo T12. Se considera que para el tipo de trabajo, resulta conveniente el uso de lámparas fluorescentes con una potencia estimada de 60 watts incluyendo el consumo del balastro.

7.-Se intenta, como primera instancia, el tipo de luminaria en suspensión (por el tipo de techo.

8.-Factor o coeficiente de utilización. Se selecciona de acuerdo al índice del local (4.09) al tipo de luminaria seleccionada, al coeficiente de reflexión del techo (70%) y de las paredes (50%), y resulta ser de $\mu = 0.52$.

9.-El tipo de mantenimiento previsto: Medio (M=0.90).

10. Flujo tota para esta nave tenemos que.

$$\Phi T = \frac{E.S}{\mu.M} = \frac{200 \times 1161.5}{0.52 \times 0.90} = \frac{232300}{0.468} = 496367.52 \text{ Lumen}$$

11.-Numero de lámparas. Considerando un tipo de lámpara fluorescente de 60 watts, la iluminación por lámparas es de: $\Phi L = 3500 \text{ Lumen}$.

$$N = \frac{\Phi T}{\Phi L} = \frac{496367.52}{3500} = 141.81 = 142 \text{ lamparas.}$$

Se pueden considerar 4 lámparas. Usando dos lámparas por luminario el número de luminario es de:

$$\text{Num. de luminarias} = \frac{142}{2} = 71 \text{ Luminarios}$$

Se consideran 80 luminarios para la planta baja, por razones de simetría.

12.-la potencia instalada es: $P = 160 \times 60 = 9600 \text{ Watts}$.

La densidad de carga es de: $\frac{9600 \text{ watts}}{1161.5 \text{ m}^2} = 8.26 \text{ watts/m}^2$.

Para calcular el número de circuitos de 15 Amperes a 127.5 volts tiene una capacidad de $15 \times 127 = 1912.5 \text{ watts}$, de alumbrado ya que para la protección de cada circuito se utilizara interruptor termomagnético de un polo 15 Amperes de la marca Square-D. Se consideran 7 circuitos de 1500 watts para la planta baja, el mismo cálculo se realiza para la planta alta. El aislamiento del conductor será de tipo pot TW calibre numero 12 AWG. Y el diámetro de la tubería conduit pared delgada para alojar los alimentadores generales de alumbrado 13 mm, se tiene una carga total instalada de 4000 watts. Los cálculos anteriores se hicieron para la planta baja, de la misma forma.

6.2.5.3.2.- CÁLCULO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS PLANTA BAJA Y ALTA DE OFICINAS.

1.-Las dimensiones de área de oficinas son de 3 x 12 metros, la altura es de 3.0 metros. Colores: En la paredes claro, el techo es de color blanco, el sistema de iluminación recomendado es: mixta con luminarias tipo industrial suspendidas a 0.30 m del techo.

2.-El nivel de iluminación recomendado: 200 Lux.

3.-La superficie del local es de: $S=36 \text{ m}^2$.

4.-El índice del local: $H= 3.0-(0.30 + 0.8)= 1.9 \text{ metros}$, tomando en cuenta la altura del plano de trabajo y la suspensión de las lámparas de techo la iluminación es de tipo directa.

$$K = \frac{a \times b}{H(a \times b)} = \frac{3 \times 12}{1.9(3 + 12)} = \frac{36}{1.9 \times 15} = \frac{36}{28.5} = 1.26$$

5.-Coeficiente de reflexión. Para el techo, por ser de color blanco, se puede tomar el 70% y para las paredes de color crema el 50%.

6.-el tipo de lámpara que se utilizara será unidad fluorescente tipo T8. Se considera que para el tipo de trabajo, resulta conveniente el uso de lámparas fluorescentes con una potencia estimada de 60 watts incluyendo el consumo del balastro.

7.-Se intenta, como primera instancia, el tipo de luminaria en suspensión (por el tipo de techo.

8.-Factor o coeficiente de utilización. Se selecciona de acuerdo al índice del local (4.09) al tipo de luminaria seleccionada, al coeficiente de reflexión del techo (70%) y de las paredes (50%), y resulta ser de $\mu = 0.52$.

9.-El tipo de mantenimiento previsto: Medio ($M=0.70$).

10. Flujo tota para esta nave tenemos que.

$$\Phi T = \frac{E.S}{\mu.M} = \frac{200 \times 36}{0.52 \times 0.90} = \frac{7200}{0.468} = 15384.61 \text{ Lumen}$$

11.-Numero de lámparas. Considerando un tipo de lámpara fluorescente de 60 watts, la iluminación por lámparas es de: $\Phi L = 4000 \text{ Lumen}$.

$$N = \frac{\Phi T}{\Phi L} = \frac{15384.61}{4000} = 3.84 = 4 \text{ lamparas.}$$

Se pueden considerar 4 lámparas. Usando dos lámparas por luminario el número de luminario es de:

$$\text{Num. de luminarias} = \frac{4}{2} = 2 \text{ Luminarios}$$

Se consideran 2, por razones de simetría.

12.-la potencia instalada es: $P = 4 \times 60 = 240 \text{ Watts}$.

La densidad de carga es de: $\frac{240 \text{ watts}}{36 \text{ m}^2} = 6.66 \text{ watts/m}^2$.

Para calcular el número de circuitos de 15 Amperes a 127.5 volts tiene una capacidad de $15 \times 127 = 1912.5 \text{ watts}$, de alumbrado ya que para la protección de cada circuito se utilizara interruptor termomagnetico de un polo 15 Amperes de la marca Square-D.

o. de circuitos derivados = 1 circuito para alumbrado Y contactos

El aislamiento del conductor será de tipo pot TW calibre numero 12 AWG. y el diámetro de la tubería conduit pared delgada para alojar los alimentadores generales de alumbrado 13 mm, se tiene una carga total instalada de 4000 watts. Los cálculos anteriores se hicieron para la planta baja, de la misma forma se realizan para la planta alta de oficinas.



Figura 36.- Proceso de Instalación de Centros de Carga.

6.2.5.3.3.- CALCULO DE LAS ALIMENTACIONES PRINCIPALES PARA LOS TABLEROS DE ALUMBRADO DE LA FÁBRICA

Tablero alumbrado general. La características del alimentador adecuado para el tablero o centro de carga tipo Q20 3F-4H de 220/127 V.C.A. de la marca Square-D para 18 circuitos. Se tiene una carga instalada de 13271 watts como no sobrepasa los 25 metros de longitud se considera un cálculo por corriente considerando también un sistema de alimentación eléctrica de 3F-4H, 220/127 V.C.A. 60 HZ. Por lo tanto tenemos que la corriente que fluye por tales conductores es de 33.23 Amperes por lo tanto el conductor adecuado es cable de cobre mono polar THW-LS 90°C calibre 8 AWG. Según tablas de La norma. Y se alojara en tubo conduit pared delgada de 25 mm de diámetro. Al tenerse una carga total mayor de 8000 watts además, resultar de combinar cargas monofásicas y trifásicas, es necesario un sistema trifásico a cuatro hilos (3f-4h).

$$I = \frac{11400}{1.73 \times 220 \times 0.9} = \frac{11400}{343} = 33.23 \text{ Amperes.}$$

Como en este caso la corriente ya es de un valor considerable y la carga total es resultado de sumar cargas parciales monofásicas y trifásicas, se estima que es difícil utilizar el 100% de la carga total instalada en forma simultánea, en tal virtud se aplica un factor de utilización que normalmente varia de un 60 a 90%, evitando con ello conductores demasiado gruesos sin justificación y que, para este ejemplo explicativo vamos a promediar dicho factor en 75%, razón por la cual la corriente corregida para calcular los conductores eléctricos por caída de tensión será en este caso: $I_c = 33.23 \times 0.75 = 24.92 \text{ Amperes}$. Conductores eléctricos por corriente calibre # 6 lo elegimos porque es un calibre adecuado para una capacidad de 55 Amperes en tubo conduit.

CUADRO DE CARGAS DE ALUMBRADO DE LA SUBESTACION TR1- 225KVA 3F-4H 220/127V 60 HZ																
CIRCUITO	NUMERO	2X74	200W	3000W	1000W	UBICACIÓN	WATTS --FASES			VOLTS	AMPERES --FASES			CONDUCTOR	POLOS	BREAKER
							A	B	C		A	B	C			
INYECCION UNO	C1	8					1200			127V	9.4488189		12AWG POT	1	20A	
INYECCION DOS	C2	8						1200		127V	10.8607114		12AWG POT	1	15	
CNC'S	C3	8							1200	127V		9.4488189	12AWG POT	1	20A	
MOLDES1	C4	8								127V	9.4488189		12AWG POT	1	20A	
MOLDES2	C5	12						1800		127V	14.1732283		12AWG POT	1	20A	
MAINTENIMIENTO	C6	11							1650	127V		12.992126	12AWG POT	1	20A	
ALMACEN	C7	12						1800		127V	14.1732283		12AWG POT	1	20	
INYECCION AL CORTE	C8	10							1500	127V		11.8110236	12AWG POT	1	20	
ALUMBRADO GRAL P.U	C9	9							1350	127V		10.6299213	12AWG POT	1	20A	
ALUMBRADO GRAL P.U	C10	9								127V	12.2183003					
		0							0	127V		0				
		0							0	127V		0				
		0							0	127V		0				
TOTALES							5550	4500	4200	127	45.289	36.845	33.071			

CONSUMO DE POTENCIA EN KILOWATS 11.4 KW

Tabla 10.- Cuadro de cargas para el alumbrado general de la Fabrica.

6.2.5.3.4.- DESCRIPCION DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN, PARA OFICINAS ADMINISTRATIVAS.

Debido a que las oficinas son de un espacio reducido, los equipos tales como computadoras, reguladores y componentes de comunicación son los principales medios para el trabajo de este departamento, por lo tanto el suministro de energía eléctrica para oficinas es muy importante que cuente con elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuito.

La instalación Eléctrica para el área de oficinas administrativas utilizamos un sistema de distribución trifásico 3F-4h, esto con la finalidad de alimentar cargas monofásicas, bifásicas para el sistema de aire acondicionado, de alumbrado y contactos y que el centro o tablero de alumbrado esté debidamente balanceado. El espacio físico a iluminar es de 3 metros de ancho, 12 metros de largo, por 3 metros de alto. El nivel de iluminación recomendado de 200 Lux, por lo tanto tendremos para una superficie de 36 m². El índice del local está determinado las tablas de del anexo número, considerando también un coeficiente de reflexión de 80% para techo, 50% para muros, el coeficiente de utilización será de 0.52 con un factor de mantenimiento recomendado de 0.7. El tipo de lámpara será fluorescente, con luminaria suspendida T8, el flujo total requerido para este local será de 15384.61 Lúmenes, por lo que el número de lámpara será de 4 por simetría será de 4 lámparas y 2 luminarios, la potencia para 4 lámparas de 60 watts será de 240 watts. Por lo tanto se obtendrá un circuito para alumbrado con un interruptor termomagnético un polo un tiro de 1 x 15 Amperes de la marca Square-D. Los contactos son de la marca Ticinio, dúplex tipo polarizado instalados en cajas de plástico de tipo universal, con un total de 7 contactos para 200 watts, 2 contactos para 300 watts y un contacto para 1000 watts. En total se requiere una potencia de 3000 watts, por lo tanto se instalaron dos circuitos derivados eléctricos para alimentación de contactos de 1500 watts con una protección de dos interruptores termomagnético de un polo un tiro de 1 x 30 Amperes de la marca Square-D cada uno, la corriente nominal por cada circuito será de con un coeficiente de utilización de 0.9 para el alumbrado será de 3.02 Amperes y para contactos por cada circuito circularan 9.44 Amperes el conductor adecuado será de cable de cobre tipo pot TW 12 AWG., para 600 V del número 12 AWG para fase y neutro, para el sistema de tierra física se instala un conductor de cobre monopolar THHW-LS 90 C 14 AWG, para 600 V.

6.2.5.3.5.- DESCRIPCION DEL CENTRO DE CARGA GENERAL DE OFICINAS.

La alimentación para el tablero o centro de carga principal para oficina administrativos se encuentra ubicado a la entrada de la empresa, se tiene una carga instalada de 9480 watts, con lo cual se hará el cálculo de la alimentación por caída de voltaje, en el que se considera un sistema trifásico, 3 fases-4 hilos, 220/127 V. como la distancia no sobrepasa los 25 metros se determinara el conducto para el tablero de alumbrado con un cálculo por capacidad y auxiliándonos de tablas de conductores de las normas establecidas se recomiendan para la conducción de corriente de 27 amperes el conductor adecuado es de calibre 10 AWG, estarán alojados en tubo conduit de 19 mm pared delgada desde el interruptor principal. Calculo de alumbrado.

6.2.5.3.6.- DESCRIPCION Y CÁLCULO DE ALIMENTADORES SECUNDARIOS PARA SISTEMA ELECTRICO DE FUERZA DE LA FÁBRICA.

Todos los circuitos para las máquinas de producción de la áreas, requieren de un alambado cuidadoso y la protección de los mismos conductores para asegurar la correcta operación teniendo también cuidado en el cálculo de los conductores de los alimentadores, para evitar pérdidas en el cobre, caídas de tensión así como tener suficiente flexibilidad, considerando también una capacidad de reserva para futuras instalaciones.

La instalación eléctrica del sistema de distribución de energía eléctrica contara con un tablero de distribución tipo I-Line de la marca Square D (Schneider Electric), para la subdistribución de energía eléctrica con un rango de 100 hasta 1200 Amperes, para la protección de área de bandas de producción, este sistema de protección será contra sobrecorriente y sobrecarga, este tipo gabinete utilizara interruptores enchufables, para un sistema trifásico 3F-4H. Para una tensión de operación de 600 V. de tipo sobreponer NEMA3R.



Figura 37.- Portería Eléctrica en Baja Tensión.

6.2.5.3.7.- PROCEDIMIENTO PARA CÁLCULO DE ALIMENTADORES DE CIRCUITOS DERIVADOS DE ÁREA DE MAQUINAS DE INYECCIÓN.

Corriente de Plena Carga en Amperes ¹			
MOTORES MONOFASICOS A CORRIENTE ALTERNA			
HP	115 Volts	230 Volts	440 Volts
1/6	4.4	2.2	—
1/4	5.8	2.9	—
1/3	7.2	3.6	—
1/2	9.8	4.9	—
3/4	13.8	6.9	—
1	16	8	—
1 1/2	20	10	—
2	24	12	—
3	34	17	—
5	56	28	—
7 1/2	80	40	21
10	100	50	26

Tabla 11.- Corriente a plena carga para motores de inducción.

Exponiendo un poco sobre cómo se llevara el cálculo de las características principales de los circuitos derivados y el alimentador para el área de las máquinas de inyección que alimentara a las cargas indicadas siendo las siguientes:

Máquina de inyección número 8, con motor eléctrico trifásico de 15 Hp, a 220V.C.A.

Máquina de inyección número 6, con motor eléctrico trifásico de 15 hp, a 220 V.C.A

Una carga para Moldes y mantenimiento de 15 hp, sistema trifásico para 220 V.C.A.

Maquina 4 y 5 con dos motores eléctricos de 20 hp, trifásicos a 220 V.C.A.

Molino de material primario, cuenta con un motor eléctrico de 20 hp, a 220 V.C.A.

Sistema de enfriamiento de 10 hp, a 220 V.C.A.

Maquina rotativa de 10 hp, a 220 V.C.A.

Se establecerá que para dicho cálculo se requerirán interruptores termomagnetico, elementos térmicos de sobrecarga y conductores de cobre THW-LS, con una temperatura no mayor a 40°C, por lo tanto aquí determinaremos:

La protección del alimentador.

Los conductores del alimentador.

La protección del circuito derivado de cada motor eléctrico que integra dicha máquina de inyección.

Los elementos temidos de sobrecarga de dicho motor eléctrico.

Las capacidades de los medios de desconexión de cada motor.

La secuencia será que la protección del alimentador estará determinada por la siguiente fórmula: $PROTEC. DE ALIMENTADOR = (2.5 \times I_{motor\ mayor}) + \sum I_{de\ los\ otros\ motores}$

Para este caso se suman los motores de maquina 4 y 5, el molino, se contarán con tres motores de 20 hp, determinado que por cada motor arroja una corriente nominal de 56 Amperes, por lo tanto la protección de alimentador se calcula como:

$$PROTEC. ALIMENTADOR = (2.5 \times 168 \text{ Amperes}) + 224 \text{ Amperes} = 644 \text{ Amperes Máximos.}$$

Por lo tanto se usará un interruptor termomagnético de 3 polos 600 amperes, 220 V.C.A. Para calcular el calibre de conductor adecuado para este circuito alimentador la capacidad de conducción de corriente estará determinada por la siguiente ecuación matemática:

$$I = (1.25 \times IPC\ M.\ Mayor + \sum otros\ motores)$$

Por lo tanto tenemos que el cálculo lo determina el siguiente dato:

$$I = 1.25 \times 168 \text{ Amperes} + 224 \text{ Amperes} = 434 \text{ Amperes}$$

Para dicho conductor eléctrico requerido se usará un calibre a la intemperie de 300 M.C.M. usando las tablas que dice que para transportar 434 Amperes pero debido que en esta área nunca están simultáneamente operados todos los motores en un momento determinado se utiliza un circuito alimentador de 3/0 AWG con una capacidad de corriente de 385 Amperes a la intemperie. Para la protección de cada circuito derivado de este alimentador de área de inyección se determinará por la siguiente ecuación:

$$I = 2 \times IPC = 2.5 \times 56 = 112 \text{ Amperes}$$

Por lo que se puede emplear interruptores termomagnéticos de 125 Amperes, en realidad tiene instalados interruptores de 3 polos 100 Amperes. Para los motores de menor capacidad se pueden determinar por la ecuación siguiente considerando un factor de 2.5:

$$I = 2.5 \times I_{motor}$$

En este caso se calcula para un motor de 15 hp, lo cual resulta:

$$I = 2.5 \times 42.0 \text{ Amperes} = 105 \text{ Amperes}$$

Se puede usar un interruptor termo magnético de 3 polos 100 Amperes. Para el cálculo de los conductores de los circuitos derivados se usará la siguiente ecuación matemática:

Para un motor de 20 hp se calcula de la siguiente manera: $I = 1.25 \times IPC$

$$I = 1.25 \times 56 = 70 \text{ Amperes}$$

El conductor de cobre THHW-LS según tablas y que será el adecuado calibre 6 AWG, en realidad se utiliza un calibre del número 4 AWG. De esta forma se calculan los conductores de los demás circuitos derivados. Y para la protección de cada motor en el caso de sobrecarga se determina que el elemento térmico de sobrecarga se determinara por la misma ecuación anterior:

$$I_{ele.termico} = 1.25 \times I_{pc}$$

Para el caso del motor de 20 hp el elemento térmico de sobrecarga es de 70 Amperes.

En todos los circuitos alimentadores eléctricos (bajadas) será necesario un medio de desconexión que permita la apertura manual o automática ante los posibles eventos de sobre corriente y cortocircuito, para esta instalación eléctrica se usaran Interruptores termomagnético de caja moldeada, PowerPact de la marca Square D (Schneider Eléctric), con marcos H y J(15-250Amperes), serán los adecuados para la operación y el buen desempeño de las máquinas de inyección de 15 hp, bajo la normatividad NEMA y UL489. La mayoría de los Interruptores termomagnético serán con marco: HDL36100 y de JDL36250. Para algunas bajadas se usaran gabinetes para los interruptores PowerPact de caja moldeada; H150FMX envolvente certificado bajo la norma NEMA.

También para el sistema de protección de los circuitos alimentadores derivados considerados como bajadas para las maquinas de inyección, inyección al corte, moldes y CNC'S, área de sistemas de enriamiento (chiler's) y en su gran mayoría para la protección de las siguientes carga utilizara Interruptores termomagnético de la marca Siemens de la serie Setron con marco ED/FD, tipo ED, con Intensidades de corriente desde: 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 100, 125, 150, 200, 250. Con capacidad interruptiva simétrica de 10 KA. Cumpliendo la norma NOM-003-SCFI, NMX-J-515-ANCE, NMX-J-266-ANCE.

AREA DE MAQUINAS DE INYECCION. La instalación a que hace referencia tienen por objeto la de proporcionar la producción de toda la programación de los diferentes estilos de suela, el área de inyección consiste en la implementación de suministro eléctrico para operación de bombas hidráulicas impulsadas por motores eléctricos trifásicos de 20 hp, 3 fases, 4 hilos a 220 V.C.A. incluyendo una bomba de agua de 2hp de 2 fase, 2 hilo a 220 V.C.A., tableros de control electro así como también la zonas calefactoras de las máquinas.



Figura 38.- Patio de producción de Suela.



Figura 39.- Alumbrado y Potencia Eléctrica para CNC'S.

Los cálculos de cuadros de fuerza de los circuitos alimentadores se muestran en la tabla que se da en el anexo posterior a este reporte.

6.2.5.4.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA FÁBRICA DE SUELAS.

Subestación eléctrica es el conjunto de dispositivos, aparatos y equipos empleados para el manejo de la energía eléctrica, cuya finalidad primordial es la de transformar, elevar, reducir y convertir. La subestación consta de un transformador de reducción de 13.8 KV-220-127 V., en una capacidad nominal de 225 KVA. Esta subestación entre otras prioridades para el sistema eléctrico de suministro debido al rendimiento de la carga, dando así una confiabilidad., el transformador es tipo trifásico, en enfriamiento a la intemperie, su anexión interna de los devanados de tipo Delta-Estrella, posee un cambiador de derivaciones (Tap's), para la regulación de voltaje a +/- 2.5% de operación sin carga, considerando un factor de potencia obtenemos que de 0.90. Tenemos que:

$$KVA = \frac{170890}{0.85} = VA = 201047 VA = 201.047 KVA$$

$$Factor\ de\ diversidad = \frac{255290}{170890} = 1.49$$

Por lo tanto la capacidad real del transformador considerando un factor de diversidad de 1.51 se tendrá:

$$KVA = \frac{201}{1.4} = 143.5 KVA + 25\% = 143.5 KVA + 36KVA = 180 KVA$$

Teniendo en cuenta que se dejaran reservas del 25% para futuras ampliaciones o aumentos de servicio, así como la capacidad comercial de estos equipos se opta por un transformador de 225 KVA con las siguientes características o especificaciones:

El transformador trifásico cuenta con las siguientes características

CAPACIDAD EN KVA	225 KVA
TENSION PRIMARIA	13.2 KV
TENSION SECUNDARIA	220/127V
IMPEDANCIA DEL TRANSFORMADOR	2.5%

Tabla 12.- Especificaciones de parámetros Eléctricos de Transformador de 225 KVA.

CORRIENTE NOMINAL EN ALTA TENSION. Se suministrara energía eléctrica a un transformador tipo azotea trifásico para 225KVA, se sabe que es para un servicio con carga desde 61KW hasta 250 KW. Para determinar la corriente nominal de en el lado de alta tensión del transformador por la siguiente expresión:

$$I = \frac{(KVA)1}{1,732 * KV} I = \frac{(225 KVA)}{1,732 * 13.2} I = 9.85 \text{ Amperes.}$$

De acuerdo con el tabal número de la norma NOM-001-SEDE-2005 se selecciona el eslabón listón fusible con las siguientes características.

I	25 Amperes
C.I.	8000 Asimétrica
KV	15kv

Tabla 13.- Especificaciones de Grupo de Cortacircuitos de subestación de 225KVA.

ALIMENTADOR PRIMARIO PRINCIPAL EN 220-127 V.C.A.

La alimentación del transformador hasta el ITM principal, en un sistema trifásico de 3F-4H El bus alimentador sale de la boquillas del secundario del transformador con cable de cobre THW-LS 90 °C, de (9 x 4/0 AWG)+ (6 x 2 AWG). Para fases y neutro, canalizado con tubo conduit etiqueta amarilla pared gruesa de 63 mm de diámetro hasta el interruptor principal y pasando por el equipo de medición.

Tabla 14.- Especificaciones de para Acometida Cable Alimentador.

CORRIENTE NOMINAL EN BAJA TENSION.

El sistema de protección principal en el lado del secundario del transformador está determinado por la existencia de un Interruptores Termomagnético de la marca Square-D, de 3 x 600 Amperes con una capacidad Interruptiva de 10KA. Para los circuitos en baja tensión, se utilizó cable de cobre monopolar THW-LS 90°C para 600V 9 x 2/0 + 6 x 2 AWG. para el neutro, el sistema de distribución de energía eléctrica en baja tensión es de 3F-4H, se alojaron en ductos tipo escalera de aluminio, la caída de tensión no excederá el 3%, el neutro se aterrizara sólidamente a tierra en el punto del último registro. La corriente nominal en el lado de baja tensión del transformador de 300 KV es:

$$I = \frac{KVA}{1.732 * KV} = \frac{225 KVA}{1.732 * 0.22KV} = 787.31 \text{ Amperes}$$

A las salidas de las boquillas del lado secundario del transformador, se instaló un interruptor, De acuerdo con el valor de la corriente nominal en el lado de baja tensión y cumpliendo con la tabla de la norma se instaló un interruptor termomagnético de: 3polos y 200 Amperes por 220V y una I.c.c. De 25000 Aperes Simétricos., para la derivación y control y protección de n circuitos alimentadores secundarios de 3F-4H en baja tensión, por lo tanto se instalara T-38mm.El cable seleccionado tiene una capacidad de conducción máxima de 230 Amperes a 30, esta temperatura será de operación promedio. Como puede verse, el calibre tiene una capacidad suficiente para conducir la corriente de plena carga del transformador de 118,09 Amperes.

6.2.5.5.- CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO.

CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO EN EL LADO DE ALTA.

Para el cálculo de la magnitud de corto circuito en el lado de alta tensión

CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO EN LADO DE BAJA TENSION.

A continuación se hará el cálculo de operación normal y corriente de corto circuito que deberá ser capaz de soportar el interruptor general de la subestación en el lado de baja tensión: Con los datos del transformador indicados anteriormente, encontramos la corriente nominal en lado secundario del transformador con un valor de 788 Amperes

DESARROLLO DEL CÁLCULO DE CORTO CIRCUITO.

Para calcular la capacidad interruptiva del equipo de protección lo obtendremos por el desarrollo del cálculo de cortocircuito

De una manera un poco más directa lo calculamos tomando en cuenta y basada en la impedancia del transformador

$$I_{ccSimétrica} = \left[\frac{100}{z\%} \right] \left(\frac{KVA}{\sqrt{3}(KV)} \right) \quad I_{ccSimétrica} = \left[\frac{100}{3.9} \right] \left(\frac{225}{\sqrt{3}(0.22)} \right)$$
$$I_{ccSimétrica} = (25.64) \left(\frac{225}{\sqrt{3}(0.22)} \right) \quad I_{ccSimétrica} = (25.64)(590 \text{ Amperes})$$
$$I_{ccSimétrica} = 15141.73 \text{ Amperes}$$
$$I_{ccSimétrica} = 15.41 \text{ KA}$$

$$I_{ccAsimétrica} = 1.25 \times 15141.73 \text{ Amperes} = 18927.16 = 18.9 \text{ KA}$$

$$V_{fn} = \frac{VL1}{\sqrt{3}} = \frac{13.2 \text{ KV}}{1.73} = 7630 \text{ Volts}$$

$$V = IR = IX$$

$$X_{fuente} = \frac{V}{I} = \frac{7630 \text{ Volts}}{8000 \text{ Amperes}} = 0.95 \text{ ohms / fase}$$

$$X_t = \left[\frac{X_{pux}(\text{KV})^2 1000}{\text{KVA}} \right]$$

$$X_t = \left[\frac{(0.043)(13.2)^2 1000}{225} \right] = \left[\frac{7.49232 (1000)}{225} \right] = 24.97 \text{ ohms}$$

$$Z\%red + Z\%Tt = 0.9537 + 24.97 = 25.92 \text{ ohms}$$



Por lo tanto la corriente de corto circuito subtransitoria: en el lado primario del transformador no considerando la impedancia de los motores:

$$I = V / XT = \frac{7630 \text{ Volts}}{25.9281 \text{ Ohms}} = 294.36 \text{ Amperes.}$$

La corriente de cortocircuito en el lado de alto voltaje es de 294.36 Amperes

La corriente de cortocircuito en el lado del secundario del secundario del transformador:

$$I_{ccSimetrica} = \left[\frac{V_{LP}}{V_{LS}} \right] [I_1] = \left(\frac{13200 \text{ Volts}}{220 \text{ Volts}} \right) (294.36 \text{ Amperes}) = 17.7 \text{ KA}$$

$$I_{ccAsimetrica} = ((1.25)(17.7 \text{ KA})) = 22125 \text{ Amperes}$$

$$I_{ccAsimetrica} = 22.125 \text{ KA}$$

Tomando como datos la magnitud de la capacidad interruptora del grupo de cortacircuitos tenemos que obtenerlos por la siguiente expresión:

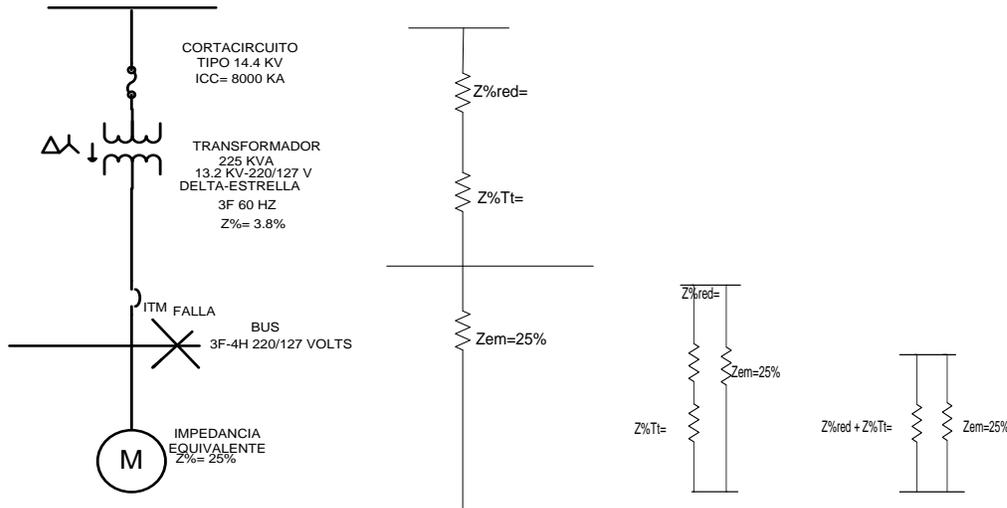
$$S_{Icc} = \sqrt{3} K v I_{c.i.} = (\sqrt{3})(13200)(8000) S_{Icc} = 182\,688\,000 \text{ VAS}_{Icc} = 182,688 \text{ KVA}$$

$$S_{Icc} = 182.6 \text{ MVA.}$$

Por lo tanto tenemos que: Tomando como base para el cálculo:

$$KVAbase = 100000 \text{ KVA} = Sbase$$

$$V_{base} = 13.2 \text{ KV.}$$



Considerando las impedancias del transformador: Ara el trasformador TR2-225 KVA. Según los cálculos nos da

$$\%Z_{eq. total} = \frac{83.33 \times 21.68}{83.33 + 21.68} = \frac{1806.5944}{105,01}$$

$$\%Z_{eq. total} = 17.20\%.$$

Por lo tanto; las corrientes de corto circuito simétrica y asimétrica en el punto de la falla están determinadas por la siguiente expresión:

$$I_{cc \text{ Simetrica}} = \frac{100000}{17.20 \times 1.732 \times 0.22} = \frac{100000}{6.54632} \quad I_{cc \text{ Simetrica}} = 15.275 \text{ KA.}$$

La corriente de corto circuito Asimétrica lo obtenemos por medio de la siguiente ecuación:

$$I_{CC \text{ Asimetrica}} = 19.094 \text{ KA.}$$

6.2.5.6.- CÁLCULO DE SISTEMAS DE TIERRAS.

La resistencia de tierra deberá de ser lo más baja posible, dependiendo de la resistividad del terreno en el cual esta embebido o enterrado el sistema de dispersión. Es de tipo radial, constituida por una varilla copperweld de 3.05 m. de longitud, La puesta a tierra se encuentra conectado y enterrado junto al equipo de medición. La conexión desde el transformador hasta la varilla; esta con alambre de cobre desnudo calibre núm. 4 AWG, con una longitud aproximada de 12m, presentando en conjunto una resistencia total a tierra de:

$$R = (\rho/2\pi L)(Ln\left(\frac{4L}{a}\right) - 1).$$

Donde tenemos que:

$$\rho = 2100\Omega - cm \text{ (Resistividad de el terreno: arena, grava y tierra compactada)}$$

$$L = 295cm \text{ (Longitud enterrada)} a = 3.05m. \text{ (Diametro de la varilla)}$$

$$R = \left(\frac{2100}{2\pi(295)}\right) \left(\left(\ln\left(\frac{4(295)}{1.59}\right)\right) - 1\right) = 5.62\Omega$$

La cual cumple con la sección 2403-2 de la NOM-001-SEDE-1994

6.2.5.7.- CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA PARA LA FÁBRICA DE SUELAS.

En esta empresa se me encomendó el trabajo de reducir los costos de facturación del consumo energético reducir los costos del consumo energético. Para obtener un resultado se tuvo que realizar un estudio de consumo energético la cual me daría los datos que tenía que resolver, con la finalidad de controlar el factor de potencia que son de gran importancia y que se toman en cuenta para el cálculo de consumo para su facturación la carga contratada, solicite que se me proporcionaran los últimos recibos o facturas del consumo energético, realice mediciones del fluido eléctrico tales como los niveles de voltaje, Amperaje, los Kilowatts así como también la frecuencia.

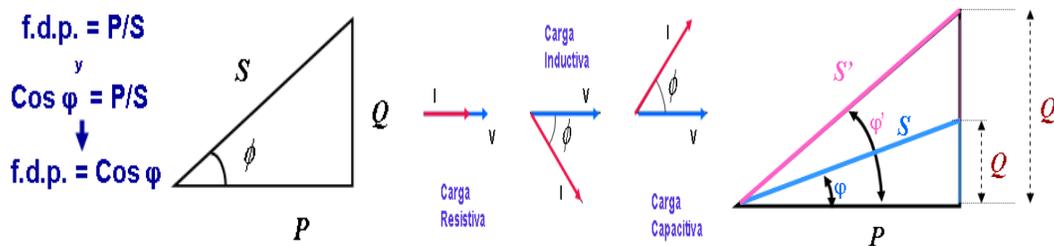


Figura 40.- Triángulo del Factor de Potencia.

La amplia documentación que existe para determinar sin muchos cálculos matemáticos el valor de la carga en KVAR. que requieren el sistema eléctrico de la fábrica con un valor 300 KW desde 0.70 hasta 0.97, el valor de corrección en la intersección con la columna de 95 es de 0.70 por lo que el valor de corrección era de KVAR =KW x 0.70=345.5 KVAR, para el aprovechamiento de la capacidad del transformador de 300 KVA con un factor de potencia de 0.97 tenemos que 300 x 0.7 = 350 Kw, que si corregimos el factor de potencia a un valor de 0.97 instalando capacitores de 300 x 0.97= 475kw resulta un incremento de 35% de incremento de capacidad

TENEMOS UNA FABRICA CUYA CARGA ES DE	180	KW	Y TIENE UN FACTOR DE POTENCIA DE	0.88					
¿ Cuantos KVAR debemos instalarle en capacitores para subir el factor de potencia a :									
				0.97					
								0.97641053	
DATOS:									
DEMANDA MAXIMA EL PROMEDIO DE LOS ULTIMOS TRES RECIBOS DE LA CFE.:	180								
	GRADOS	RADIANES		GRADOS	RADIANES				
FACTOR DE POTENCIA ACTUAL:	0.88	ACOS=	0.49493413	LOS KVAR ACTUALES	28.3300294	0.49420162	0.5387973	96.9835138	KVAR ACTUALES
								0	0
FACTOR DE POTENCIA DESEADO:	0.97	ACOS=	0.24556552		14.0561702	0.24520208	0.25023739	45.042731	KVAR NESESARIOS
POR LO TANTO LOS KVAR REACTIVOS NECESARIOS SON:	51.9407828	KVAR CAPACITIVOS							

Tabla 15.- Simulador en Excel para la corrección del factor de potencia.



Figura 41.- Instalación de Banco Fijo de Capacitores



Figura 42.- Banco fijo de Capacitores.

6.2.6.- TRABAJOS PARA TROSSOS DE PIEL S.A. DE C.V.

Ubicada en León Guanajuato.

6.2.6.1.- ANTECEDENTES:

La empresa, dedicada a la fabricación de calzado, se encarga de fabricar un producto final que requiere, calidad, durabilidad, que sea económico, se consideran aspectos de fabricación sujetos a políticas de calidad y confianza tal que su personal laboral cuente con la capacitación adecuada, también consideran que sus medios de producción sean confiables, que el suministro eléctrico sea continuo, que la maquinaria esté en condiciones favorables de producción para que los paros de trabajo sean mínimo posible.

6.2.6.2.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALUMBRADO DE OFICINAS ADMINISTRATIVAS.

La instalación eléctrica de las oficinas administrativas iniciaron antes de que la empresa "Trossos de Piel S.A. de C.V." cambiara de domicilio, como consecuencia de algunas áreas administrativas no contaba con el espacio físico para desarrollar sus trabajos, esta área consistía en la instalación eléctrica para alumbrado y contactos, de la planta baja y alta.

6.2.6.3.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE FUERZA Y ALUMBRADO DE FÁBRICA DE TROSSOS S.A. DE C.V.

Se me asignaron trabajos de la instalación Eléctrica del edificio que ahora alberga la empresa Trossos de Piel S.A. de C.V., toda la infraestructura eléctrica se trasladó de un domicilio anterior mente ubicado, para ser traído y montado, consistía en una unidad de transformación de 300 KVA, tubería conduit pared gruesa y delgada de diversos diámetros, conectores, cajas derivadores para conexión, ductos eléctricos de lámina de acero troquelado de 10 x 10 cm, cables de cobre con diversos calibres para alimentadores , y para circuitos derivados , de fuerza y alumbrado, así como todos los sistemas de protección, una vez teniendo listo el material y con ayuda de diagramas unifilares y algunos cálculos preliminares se inicia la instalación eléctrica tanto de fuerza como alumbrado.

6.2.6.3.1.- DESCRIPCIÓN DE LA ACOMETIDA.

Para conexión del transformador hasta los interruptores principales cuentan con una longitud promedio de 20 Ms, con Cable de cobre monopolar THHW-LS 90 C°, 600V. calibre de 4/0 AWG, y de calibre 1/0 AWG, para los hilos de corriente y para el neutro se utiliza THW-LS 90 C° de calibre 2 AWG, las bajadas y trayectorias se canalizan con tubo conduit tipo pesado etiqueta amarilla con diámetro de 63mm. Se encuentra un equipo de medición compacto de base Transoket para el waththorimetro trifásico de 13 terminadles a un nivel de tensión de 600 V., que cumple con la CFE GWH00-11. Y para la protección primaria se utilizaran Interruptor Termomagnetico de la marca Siemens, Serie Setron, 3 polos x 700 Amperes, 3 polos x 300 Amperes, 3 polos x 250 Amperes, estos últimos dos de la marca Siemens con capacidad Interruptora de 10K. fabricado en marco LD. Se denominan también interruptores termomagnetico LMXD6 para una corriente de 700 y 800 Amperes, con capacidad interruptiva simétrica de 65 KA, integra un rango de ajuste, este tipo de interruptor cumple con las nomas: NOM-003-SCFI, NMX-J-515-ANCE, NMX-J-266-ANCE. En el lado del secundario del transformador se realizaron puntos de conexión a tierra; el neutro de red de baja tensión deberá ser conectado al sistema de tierras, considerando también que se conectaron o aterrizaron en cada registro de remete del circuito, en todas las uniones de del sistema de tierras se utilizaron conectores de compresión así como también grapas tipo perro en la unión de cada electrodo que se instaló.

6.2.6.4.- CÁLCULO DE ALUMBRADO PARA LA FÁBRICA DE TROSSOS DE PIEL S.A. DE C.V.

Las dimensiones de la planta son de 18 x 45 metros, la altura es de 5.0 metros., las paredes claro, el techo es de lámina color blanco. El sistema de iluminación recomendado: mixta con luminarias tipo industrial suspendidas a 0.30 m del techo. El nivel de iluminación recomendado: 100 Lux. La superficie del local es de: $S = a \times b = 18 \times 48 = 864 \text{ m}^2$. 4.-El índice del local: $H = 5.0 - (1 + 0.8) = 3.2$ metros. Tomando en cuenta la altura del plano de trabajo y la suspensión de las lámparas de techo la iluminación es de tipo directa.

$$K = \frac{a \times b}{H(a \times b)} = \frac{18 \times 48}{3.2(18 + 48)} = \frac{864}{3.2 \times 66} = 4.09$$

5.-Coeficiente de reflexión. Para el techo, por ser de color blanco, se puede tomar el 70% y para las paredes de color crema el 50%. El tipo de lámpara que se utilizara será unidad fluorescente tipo T12. lámparas fluorescentes con una potencia estimada de 60 watts incluyendo el consumo del balastro. El tipo de luminaria en suspensión (por el tipo de techo. Factor o coeficiente de utilización. Se selecciona de acuerdo al índice del local (4.09) al tipo de luminaria seleccionada, al coeficiente de reflexión del techo (70%) y de las paredes (50%), y resulta ser de $\mu = 0.52$. El tipo de mantenimiento previsto: Medio ($M = 0.70$). Flujo tota para esta nave tenemos que.

$$\Phi T = \frac{E \cdot S}{\mu \cdot M} = \frac{100 \times 864}{0.52 \times 0.70} = 237362.637 \text{ Lumen}$$

11.-Numero de lámparas. Considerando un tipo de lámpara fluorescente de 60 watts, la iluminación por lámparas es de: $\Phi L = 4000 \text{ Lumen}$.

$$N = \frac{\Phi T}{\Phi L} = \frac{237362.637}{4000} = 59.3406.$$

Se pueden considerar 60 lámparas. Usando dos lámparas por luminario el número de luminario es de:

$$\text{Num. de luminarias} = \frac{60}{2} = 30 \text{ Luminarios}$$

Se consideran 27, por razones de simetría. La potencia instalada es: $P = 54 \times 75 = 4050 \text{ Watts}$.

La densidad de carga es de: $\frac{4050 \text{ watts}}{864 \text{ m}^2} = 4.68 \text{ watts/m}^2$. Para calcular el número de circuitos de 15 Amperes a 127.5 volts tiene una capacidad de $15 \times 127 = 1912.5 \text{ watts}$, de alumbrado ya que para la protección de cada circuito se utilizara interruptor termomagnetico de un polo 15 Amperes de la marca Square-D.

$$\text{No. de circuitos} = \frac{\text{watts totales}}{\text{watts por circuito maximo}} = \frac{4050W}{1912.5W} = 2.11 = 2$$

$$\text{No. de circuitos derivados} = 2.11 \text{ ó } 2 \text{ circuitos}$$

El número de lámparas por circuito es:

$$\begin{aligned} \text{No de lámp. por circuito} &= \frac{\text{capacidad de circuito en watts}}{\text{watts por lámpara}} = \frac{1912.5W}{75W} \\ &= 25.5 \text{ lámparas} \end{aligned}$$

Que es aproximadamente a 25 Luminarios por circuito Como verificación se puede realizar:

$$\text{La corriente por lámpara} = \frac{75 \text{ watts}}{127 \text{ volts}} = 0.5905 \text{ Amperes.}$$

$$\text{No. de lámpara por circuito} = \frac{\text{corriente por circuito}}{\text{corriente por lámpara}} = \frac{15}{0.5905} = 25.4 \text{ Lámparas.}$$

Del anteriormente calculado, se procedió a la instalación de un tablero de distribución da alumbrado y Fuerza de la marca Square D, para poder alimentar y proteger cargas de alumbrado, contactos, incluyendo carga como motores trifásicos. Este tablero de distribución está aprobado bajo la norma NMX-J118/1, NOM-001-sede-2005. Este tablero de alumbrado será de tipo NQ20 utilizado para alumbrado, con tensión de operación para 600 V. para sistema trifásico de 3F-4H, de 42 circuitos como máximo establecido por la norma NOM-001-SEDE-2005.



Figura 43.- Alumbrado en Área Pespunte de Calzado.

6.2.6.4.1.- DESCRIPCIÓN DE DUCTORES PARA LOS ALIMENTADORES PRINCIPALES.

Conexión a medición en baja tensión. La conexión desde el transformador hasta el interruptor general de es de aproximadamente de 12 metros, el cable de cobre seleccionado es de cable mono polar THHW-LS 90 °C, para 600V, calibre 4/0 AWG, se canaliza en un tubo de 51 mm de diámetro. Por lo tanto el conductor seleccionado para capacidad de conducción se suministró de energía, se opta por calibre 4/0 AWG. La conexión del transformador hasta

los interruptores principales generales cuenta con una longitud promedio de 12MTS., el conductor principal es cable mono polar THHW-LS 90 °C 600V. Siendo el calibre seleccionado 4/0AWG, 2/0 AWG, 3/0AWG que son aparte de los conductores de corriente y para el neutro se utiliza cable mono polar THHW-LS 90 °C calibre 2AWG

6.2.6.4.2.- PROYECTO DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA PARA LA FÁBRICA DE TROSSOS DE PIEL S.A. DE C.V.

Tenemos que:

$$KVA = \frac{291590}{0.85} = 343 \text{ KVA}$$

$$\text{Factor de diversidad} = \frac{391968}{291590.7} = 1.34$$

Por lo tanto la capacidad real del transformador considerando un factor de diversidad de 1.34 se tendrá:

$$KVA = \frac{343}{1.34} = 255.95 \text{ KVA}$$

Teniendo en cuenta que se dejaran reservas para futuras ampliaciones o aumentos de servicio, así como la capacidad comercial de estos equipos se opta por un transformador de las siguientes características o especificaciones. El transformador trifásico cuenta con las siguientes características: será también para una capacidad de 300KVA, con tensión primaria 13.2 KV. Para el lado de alta tensión y para el lado de baja tensión será de 220/127 Volts, a 60 Hz. Con una clase del aislamiento en alta tensión en el lado de alta tensión de 15KV y para las boquillas de la baja tensión será de 1.2 KV. Con un tipo de enfriamiento de clase OA.

Para determinar la corriente nominal de en el lado de alta tensión del transformador por la siguiente expresión:

$$I = \frac{(KVA)1}{1,732 * KV} I = \frac{(300)}{1,732 * 13.2} I = 13.2 \text{ Amperes.}$$

De acuerdo con el tabal número de la norma NOM-001-SEDE-2005 se selecciona el eslabón fusible con las siguientes características, de 30 Amperes, con una capacidad interruptiva Simétrica de 8000 Amperes, para un sistema en media tensión de 15 KV.

La corriente nominal en el lado de baja tensión del transformador de 300 KV es:

$$I = \frac{KVA}{1.732 * KV} = \frac{300}{1.732 * 0.22KV} = 787.32 \text{ Amperes}$$

De acuerdo con el valor de la corriente nominal en el lado de baja tensión y cumpliendo con la tabla de la norma se instalara un interruptor termomagnético de: 3polos y 700 Amperes por 220V y una I.c.c. de 10 000 Aperes Simétricos.

6.2.6.4.3.- ALIMENTADOR PRIMARIO PRINCIPAL EN 220-127 V.C.A.

La alimentación del transformador hasta el ITM principal, en un sistema trifásico de 3F-4H, cuenta con las siguientes características de los parámetros eléctricos según se describen a continuación, el cable seleccionado será cable de cobre monopolar THHW-LS 90 con una capacidad de conducción de corriente permisible no considerando la alta temperatura causadas por las caídas de tensión, el calibre adecuado será de 4/0 AWG. Con una distancia aproximada de 14 metros, la resistencia del conducto según la tabla de la NORM-SEDE-2012 estipula que es de un valor de 0.2067 Ohm/KM., la reactancia es de 0.1673 Ohm/KM, con un factor de potencia de 0.9.

El cable seleccionado tiene una capacidad de conducción máxima de 230 Amperes a 30, esta temperatura será de operación promedio, como puede verse, el calibre tiene una capacidad suficiente para conducir la corriente de plena carga del transformador de 788 Amperes. Para el tablero a se tiene una carga instalada de 83729 watts, con la cual se hará el cálculo de la alimentación por caída de voltaje, en el que se considera un sistema trifásico, 4 hilos de 220 / 127 V El cálculo se efectuara mediante la fórmula siguiente:

$$I = (W)/(\sqrt{3} Ef \cos\theta)$$

En dónde

$$I = \text{Corriente de línea en amperes} = 244.08,$$

$$W = \text{Carga instalada en watts} = 83720,$$

$$\sqrt{3} = \text{Constante} = 1.73,$$

$$Ef = \text{voltaje entre fases} = 220,$$

$$\text{Cos } \theta = \text{Factor de potencia} = 0.9$$

$$\text{Sustituyendo valores: } I = \frac{83720}{1.73 \times 220 \times 0.9} = \frac{83720}{343} = 233.08 \text{ Amp.}$$

Para determinar la sección del conductor se aplica la siguiente fórmula: $S = \frac{2 LI}{En e\%}$

Sustituyendo valores y considerando 2% de caída se tiene:

$$S = \frac{2 \times 218 \times 244}{127 \times 2} = \frac{106384}{254} = 418 \text{ mm}^2$$

$Area\ necesaria = 418\ mm^2$ se requiere un conducto de 900 M.C.M pero como no podemos instalar un conducto de esta área, se seleccionan 2 conductores de 4/0 AWG por fase y 1 conductores de 4/0 para el neutro, en total tenemos un total de 9 conductores de 4/0 para el alimentador primario en baja tensión, y serán alojados en tubos conduit de 63 mm pared gruesa.

6.2.6.4.4.- DESARROLLO DEL CÁLCULO DE CORTO CIRCUITO.

Tomando como datos la magnitud de la capacidad interruptora del grupo de cortacircuitos tenemos que obtenerlos por la siguiente expresión:

$$SIcc = \sqrt{3} Kv Ic. i. = (\sqrt{3})(13200)(8000)$$

$$SIcc = 182\ 688\ 000\ VA\ SIcc = 182,688\ KVA\ SIcc = 182.6\ MVA.$$

Por lo tanto tenemos que: Tomando como base para el cálculo:

$$KVAbase = 100000\ KVA = Sbase\ Vbase = 13.2\ KV.$$

Considerando las impedancias del transformador: Ara el trasformador TR2-225 KVA. Según los cálculos nos da: $\%Z_{eq. total} = \frac{83.33 \times 21.68}{83.33 + 21.68} = \frac{1806.5944}{105,01} \%Z_{eq. total} = 17.20\%$.

Por lo tanto; las corrientes de corto circuito simétrica y asimétrica en el punto de la falla están determinadas por la siguiente expresión:

$$Icc\ Simetrica = \frac{100000}{17.20 \times 1.732 \times 0.22} = \frac{100000}{6.54632} Icc\ Simetrica = 15.275\ KA.$$

La corriente de corto circuito Asimétrica lo obtenemos por medio de la siguiente ecuación:

$$ICC\ Asimetrica = 19.094\ KA.$$

6.2.6.4.5.- CÁLCULO DE SISTEMAS DE TIERRAS.

La puesta a tierra se encuentra conectado y enterrado junto al equipo de medición, la conexión desde el transformador hasta la varilla esta con alambre de cobre desnudo calibre núm. 4 AWG, con una longitud aproximada de 4 metros, presentando en conjunto una resistencia total a tierra de:

$$\rho = 2100\Omega - cm(\text{Resistividad de el terreno: arena, grava y tierra compactada})$$

$$L = 295cm(\text{Longitud enterrada})$$

$$a = 3.05m.(\text{Diametro de la varilla})$$

$$R = \left(\frac{2100}{2\pi(295)}\right)\left(\ln\left(\frac{4(295)}{1.59}\right) - 1\right) = 5.62\Omega$$

6.2.7.- PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE FUERZA Y ALUMBRADO PARA PLANTA INDUSTRIAL LA CAPILLA.

Se requiere un suministro de energía eléctrica en Media Tensión de 13.2 KV por parte de la compañía suministradora de la C.F.E. Acometida aérea con una longitud de 20m, con tramo de conductor eléctrico para una línea tipo aérea de ACSR de 1/0 AWG, con dispositivos de protección tipo cuchilla Fusibles para 14.5 Kv, 100Amperes, listón fusible de 15 Amperes y Apartarrayo para 12 KV, servicio con carga desde 61KW hasta 250 KW dispuesto en la especificación de la C.F.E.



Figura 44.- Transformador de 112.5 KVA de Capilla.

Se desea abastecer de energía eléctrica a un transformador de Tipo Azotea convencional a la Intemperie, con capacidad de 112.5 KVA, 13.2 KV-220/127 V 60 HZ. Con cálculos de la intensidad de la corriente en el lado primario del transformador de 4.92 Amperes y en el lado secundario una corriente nominal de 295 Amperes, con una impedancia de 3.2-4.3 %, para el suministro de energía eléctrica requerida en el lado de baja tensión y distribuir energía eléctrica para el alumbrado y de potencia. El bus alimentador primario sale de la boquillas del secundario del transformador, la conexión del transformador hasta los interruptores principales generales cuenta con una longitud promedio de 12 metros, el conductor principal es cable monopolar THHW-LS 90 °C para 600V. siendo el calibre seleccionado cable de cobre 4/0AWG, que son aparte de los conductores de corriente y para el neutro se utiliza cable de cobre monopolar THHW-LS 90 °C calibre 2 AWG. El bus es canalizado con tubo conduit etiqueta amarilla pared gruesa hasta el interruptor principal. Entre el transformador y el

interruptor principal cuenta con un equipo de medición con las siguientes características Base trifásica MS1007], aprobada por C.F.E. conforme a la especificación CFE GWH00-11, NOM001, NOM-003. para 200 Amperes. Para el sistema de protección principal está determinado por la existencia de dos Interruptores Termo magnético de la marca Siemens, uno de 3 polos para 300 Amperes con una capacidad Interruptiva de C.I. de 10 KA, y otro de 3 polos 250 Amperes y de C.I. de 10 KA., en caso de disturbio de cortocircuito.

6.2.7.1.- INSTALACIÓN DE UN CIRCUITO ALIMENTADOR 3F-4H (PARA PLANTA INDUSTRIAL LA CAPILLA).

Como consecuencia de los constantes cortocircuitos por maniobra de conexión y desconexión de maquinaria del área de respunte, el departamento de bordado de la empresa era víctima de apagones por la apertura de los interruptores de protección condición que perjudicaba a las máquinas, de lo anterior se consideró que era viable la separación del área de respunte con el área de bordado, se determina la instalación de un circuito alimentador secundario para abastecer una carga de energía eléctrica de aproximadamente de 30 KW de demanda para respunte. Con objeto de tener una alimentación de respaldo, se instaló nuevo circuito alimentador que incluye la alimentación y ampliación de capacidad de carga, la trayectoria del circuito alimentador es de aproximadamente 35 metros, corre desde los interruptores principales hasta la carga mencionada anteriormente, lo constituyen tres conductores para corriente con cable monopolar THHW-LS 90 °C 3/0 AWG, 2 AWG, para nutro corrido, cable desnudo para tierra física de 6 AWG y canalizado por ducto eléctrico de la marca Square-D tipo abisagrado con tramos continuos de 1.5m.



Figura 45.- Compresor y Ducteria Eléctrica.

6.2.8.- TRABAJOS REALIZADOS PARA “ELASTÓMEROS DE PLÁSTICOS S.A. DE C.V.”

6.2.8.1.- ANTECEDENTES.

Las constantes interrupciones y elevados picos de tensión, a consecuencia de las paros y arranques de las maquinas paletizadoras, estas perturbaciones transitorias han venido deteriorando los equipos de regulación para la cual protegen a las computadoras, así como los efectos desagradables de la iluminación, dicha carga dependía de un transformador tipo seco de 112,5 KVA, a 440-220y/127 V. pero también es destinado para el suministro eléctrico para el abastecimiento de caga para motores eléctricos trifásicos de inducción para mover e impulsar estas cargas; calentadores de material, revolvedoras de material en tres otras. Por tal motivo se optó por la independendencia de la carga de alumbrado y de contactos de las oficinas instalando otro transformador para uso exclusivo de departamento de oficinas administrativas.



Figura 46.- Interruptor principal de 3 por 400 Amperes, 440 Volts.

6.2.8.2.- DETERMINACIÓN DE LAS PROTECCIONES DEL TRANSFORMADOR DE 15 KVA PARA ALUMBRADO OFICINAS.

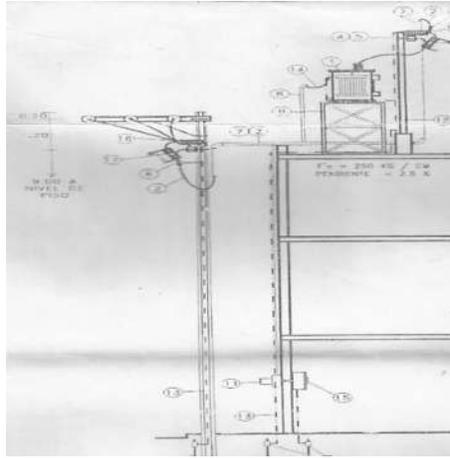


Figura 47.- Estructura Eléctrica de Acometida.

El servicio consta de un interruptor en lado primario del transformador de 3 polos 30 Amperes ya que tiene una capacidad de absorber una corriente nominal de a plena carga de 20 Amperes según calculo dispuesto lo cual según Norma Oficial Mexicana se opta por instalar un interruptor Termomagnético 3 polos por 50 Amperes para la protección del tablero de distribución para contactos y alumbrado para el servicio de oficinas. El Transformador que suministra energía eléctrica a la fábrica es un transformador 300KVA trifásico de aceite con tensión de 13.2 KV-440Y/254 V. 60HZ., para reducir la tensión la cual demanda los servicios de la oficinas generales me vi en la tarea de intercalar un transformador tipo seco con ventilación intemperie con una capacidad de 45 KVA 440-220/127 V 60 HZ. La capacidad en KVA para la carga de 30 amperes en el lado de la carga de 220/127 volts es:

$$S = 1.732 VL I = 1.732 \times 220 \times 30 = 11431 VA.$$

Por lo tanto esta carga requiere un transformador de al menos 15 KVA. La corriente nominal primaria para este transformador tipo seco será:

$$I = \frac{P}{1.732 V} = \frac{45000}{(1.732 \times 440)} = 19.7 \text{ Amperes.}$$

De acuerdo con la tabla número de la Norma Oficial Mexicana NOM-SEDE-001-2012 se requieren tres conductores no 10 AWG. El interruptor termomagnético contra sobre corriente para el transformador no debe tener una capacidad nominal o ser ajustada a más del 125% de la corriente nominal primaria, por lo que se tiene para este equipo: $1.25 \times 19.7 = 24.62 \text{ Amperes}$. Es decir el dispositivo de protección que instalaremos contra sobre corriente debe ser de 25 Amperes, pero para futuro aumento de carga instalaremos un dispositivo de 3 polos 30 Amperes de la Marca Square-D. Los conductores del circuito alimentador principal del transformador, de la expresión matemática anterior. Entonces en lugar del conductor calibre número 10 AWG, de acuerdo con la tabla se requerirá conductor tipo THHW-LS 90 C calibre número 8 AWG, para este caso se instaló un calibre más adecuado como el 6 AWG. El

cálculo de la corriente nominal en el secundario del transformador de 45 KVA es también importante ya que de aquí partimos que tipo de interruptor para la protección de corto circuito

$$I_s = \frac{P}{V} = \frac{45000}{1.732 \cdot 220} = 118.6 \text{ Amperes}$$

Por consiguiente instalaremos un interruptor tipo Termomagnético de aja moldeada de la Marca Square-D de 3 por los 125 Amperes.



Figura 48.- Unidad de Transformación Tipo Seco.45KVA, 440 V-220/127 Volts.

El alimentador de este transformador trifásico tipo seco, lo alimenta a 440 volts, para reducir en el transformador alimenta a un tablero de alumbrado con una carga continua de 30 Amperes por fase. Calculando el tamaño mínimo de los conductores y los dispositivos protección para el suministro en baja tensión a 220-127 V, 60 HZ, se realizan los cálculos:

6.2.8.3.- PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BANCOS DE CAPACITORES.

Se realiza la corrección del Factor de Potencia por considerarse uno de los conceptos que la C.F.E. está penalizando a todas aquellas empresas que consumen altos índices de KVA reactivos de sus respectivas cargas inductivas, en consecuencia los constantes y altos costos del consumo de energía eléctrica de la planta de plásticos está siendo afectada, por lo tanto se tomó la necesidad de llevar a cabo esta corrección de bajo factor de potencia. Se recurrió a la elaboración de un estudio- técnico para determinar que se requería la corrección del factor de potencia, este estudio de igual manera se levantaron las especificaciones de los parámetros eléctricos, así como los datos del consumo energético que especifican los últimos recibos de la facturación eléctrica. Y que la planta contaba con una unidad de banco fijo de capacitor de aproximadamente 20 KVAR. pero debido a su verificación se encontró que este dispositivo estaba deshabilitado y totalmente destruido alguno de los capacitores conectados internamente, por la cual se recurrió a realiza el cálculo para la adquisición de nuevo equipo y

optar por un sistema de operación automática individual y poder compensar los reactivos que las maquinas extrusoras absorbían. Para mejorar el factor de potencia se optó a que operara con una carga máxima de 150 KW, y a un factor de potencia mejorado de 0.96, considerando las recomendaciones de la normatividad existente. Este concepto opera aproximadamente a 96% de los cálculos preliminares que se obtuvieron se requerían aproximadamente 40 KVAR de reactivos que se compensaran para un sistema en baja tensión de 440 V., 60 HZ. y se optó por la adquisición de 5 banco fijos, los equipos que se instalaron fueron de tipo interior, a 440v 3f a 60HZ en conexión delta y con 10 KVAR por cada unidad, la operación e instalación fue por operación automática individual por relevador y contactor para cada máquina que se le tuviera que arrancar independientemente. Para realizar el proyecto de corregir el factor de potencia recurrimos a realiza el cálculo por métodos matemáticos y también por verificación de las tablas para la obtención de la constante de multiplicación y así obtenemos los KVAR necesarios, los datos principales los sacamos de los recibos de la factura eléctrica. Sin la utilización de tablas podemos realizar el cálculo para mejorar el factor de potencia, tenemos una carga promedio en demanda de 116 KW, con un factor de potencia de 0.87, queremos por lo tanto los KVA reactivos necesarios parel bajo factor de potencia, de tal manera que queremos aumentar el factor de potencia a 0.96 del triángulo de potencias desprendemos que tenemos las siguientes expresiones matemáticas para el cálculo:

$$\varphi_1 = \cos^{-1} 0.87$$

$$\varphi_1 = 29.54$$

$$\tan \varphi_1 = 0.566 = C/KW$$

$$C = (116)(\tan \varphi_1) C = 65.65kvar$$

$$\varphi_2 = \cos^{-1} 0.95$$

$$\varphi_2 = 18.19$$

$$\tan \varphi_2 = 0.3286 = A/KW$$

$$A = (116)(\tan \varphi_2) A = 38.11kvar$$

$$B = C - A$$

$$B = 65.65KVAR - 38.11KVAR B = 27.54KVR$$

TENEMOS UNA FABRICA CUYA CARGA ES DE	116	KW	Y TIENE UN FACTOR DE POTENCIA DE	0.87					
¿ Cuantos KVAR debemos instalarle en capacitores para subir el factor de potencia a :									
				0.96					
								0.97641053	
DATOS:									
DEMANDA MAXIMA EL PROMEDIO DE LOS ULTIMOS TRES RECIBOS DE LA CFE.:	116								
	GRADOS	RADIANES		GRADOS	RADIANES				
FACTOR DE POTENCIA ACTUAL:	0.87	ACOS=	0.51559401	LOS KVAR ACTUALES	29.5126009	0.51483093	0.56571839	65.6233331	KVAR ACTUALES
							0	0	
FACTOR DE POTENCIA DESEADO:	0.96	ACOS=	0.28379411		16.2443748	0.28337409	0.29121098	33.7804733	KVAR NESESARIOS
POR LO TANTO LOS KVAR REACTIVOS NECESARIOS SON:	31.8428598	KVAR CAPACITIVOS							

Tabla 16.- Simulador en EXCEL para la corrección del Factor de Potencia.



Figura 49.- Bancos Automáticos de Capacitores.

6.2.9.- TRABAJANDO PARA “INGENIERÍA ELÉCTRICA DEL BAJÍO S.A. DE C.V.”

6.2.9.1.- ANTECEDENTES.

Trabaje para la empresa “Ingeniería Eléctrica del Bajío S.A. de C.V.” que ofrece servicios en el giro de la construcción de infraestructura eléctrica y mantenimiento de transformadores y subestaciones eléctricas, al servicio de la iniciativa privada, comercial e industrial, como electricista se realizaron trabajos de campo tales como mantenimiento y operación de transformadores y subestaciones Eléctricas tipo compactas, poste a la intemperie, distribución tipo convencional. Esta empresa como proveedor deberá realizar los trámites correspondientes para libranza y requerimientos administrativos en la localidad que se vayan a desarrollar los trabajos y el costo se deberá reflejar en la propuesta económica en un concepto en el total de los trabajos a desarrollar.

Trabajos a realizar dentro del taller. Los pasos a seguir para el mantenimiento que realizamos dentro del taller de "Ingeniería eléctrica del bajo S.A. de C.V." consiste en la elaboración de pruebas que se realizan y estas son Resistencia óhmica de los devanados, Resistencia Eléctrica de los devanados, Rigidez dieléctrica de aceite.

Se recaban los datos necesarios para poder especificar la Capacidad en KVA de los transformadores, numero de fases, Sobreelevación de temperatura, altitud de operación, frecuencia tensión y conexión primaria, y secundaria, tipo de enfriamiento, líquido aislante, con a sin gargantas, accesorios especiales.

Mantenimiento interno de los transformadores. Cuando se trataba de realizar los mantenimientos a los transformadores, jamás debíamos tocarlos cuando estaba en servicio de operación en, ya que estos aparatos son peligrosos por los voltajes elevados que se generan o por inducción electromagnética. en varias ocasiones sus devanados secundarios y sus tanque no son debidamente aterrizados a tierra y por cualquier rotura de su aislamiento del mismo transformador, puede inducir corriente eléctrica hacia el tanque y si esta se encuentra aislada de tierra También para la operación de cuchillas de media tensión 13,2 KV por lo general se usaba pértiga a base de fibra de vidrio para la operación de conectar y desconectar la canillas portafusibles, se tenía que realizar cuando teníamos que reponer los listones portafusibles. Sacábamos el aceite de los barriles. Se quita la tapa principal del transformador, boquillas de baja tensión y se saca con polipasto el núcleo y las bobinas. Se desarma el núcleo y se sacan las bobinas, se cuentan las vueltas de las bobinas una por una para ponerle las nuevas.

Se montan en un molde en la devanadora y se empieza a hacer la bobina de alta o baja, se arma otra vez todo y se realizan pruebas con el TTR se conecta el cambiador y la baja tensión y se prueba completo. Se hornea todo el transformador y se limpia el tanque por dentro, se cambian empaques de boquillas y tapas, se mete a su tanque y se arma, se le pone aceite de nuevo y se arma y se prueba de nuevo con corriente para checar sus voltajes y se instala de nuevo El neutro del transformador incluyendo el tanque y las partes metálicas con conexión a tierra física con una resistencia de tierra en tiempo de lluvias de 5 ohm y en tiempo de secas de 10 ohm y que será aterrizado.

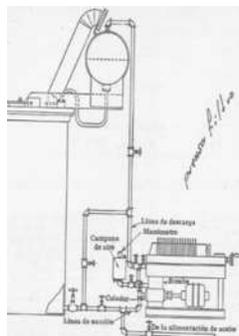


Figura 50.- Máquina Filtradora de Aceite Dieléctrico para Transformadores.

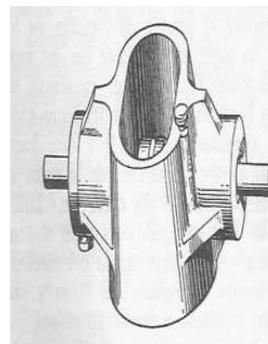


Figura 51.- Receptáculo para Medir la Rigidez Dieléctrica.

6.2.9.2.- SERVICIOS DE MANTENIMIENTO A SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN TIPO INDUSTRIAL ARA: " NOVATECH PAGANI S.A. DE C.V."

El servicio que se realiza para esta empresa dedicada al giro de la fabricación de productos de plástico, consiste en el mantenimiento general de la subestación eléctrica industrial tipo intemperie, y una subestación unitaria compacta tipo interior, el mantenimiento de sus componente tales como; la acometida, las cuchillas de paso, verificación de las puestas a tierra, los apartarrayos, el interruptor tripolar de operación sin carga, la limpieza de los fusible de potencia, el tablero de protección de baja tensión, y el transformador. Incluye la limpieza de los Aislamientos, de los tableros de control y distribución, Inspección del propio transformador, se realizaron las pruebas Fisicoquímicas para conocer las propiedades químicas del aceite dieléctrico.

Estas subestaciones compactas operan en la red de distribución de 13.2 KV para operación conjunta con transformador tipo subestación y los tableros de distribución, ya que son de frente muerto evitando así el contacto involuntario de los operarios con las partes vivas, dichas subestaciones tienen aplicación en niveles de tensión de 13.8, 23, y 38 KV en corrientes de 400 o 600 Amperes, son diseñadas de acuerdo a las normas nacionales NOM-J-68. NMX-J-323. El procedimiento para la operación de las subestaciones tipo compactas que se realizaron en campo fue primeramente contar con equipo de trabajo adecuado, realizar las maniobras de apertura de los desconectores tripolares tipo Aduti, contar con equipo de trabajo tales como vestimenta dieléctrica y calzado dieléctrico, casco, guantes dieléctricos esto con la finalidad de no tener contacto con partes energizadas de los mismos equipos eléctricos, cabe recalcar que dichos procedimientos se realizan con toda la serenidad del mundo ya que con esto se logra realizar un trabajo que esté acorde a una secuencia lógica de la ejecución de dicho trabajo o maniobra logrando así evitar errores catastróficos que nos puede causar o estar expuesto a una descarga eléctrica u perturbación transitoria de falla causada por un corto circuito, mediante el cual se puede dañar seriamente el equipo eléctrico o extremadamente al peligro de muerte del operario.

Después de realizar las maniobras de apertura de los desconectares tripolares en alta tensión se procede a tener en cuenta que antes de abrir la cuchillas de operación sin carga debe obligadamente abrirse previamente el seccionador de operación de carga ya que lo habíamos comentado anteriormente.

Para cerrar la cuchilla de operación sin carga debe verificarse y asegurarse que el seccionador de operación con carga este en posición de abierto.

También antes de tener contacto con las partes internas de la subestación compacta tales como el seccionador, cuchilla fusibles, apartar rayos, aisladores, o barras conductoras, asegúrese primeramente de descargar a tierra mediante las cuchillas de puesta a tierra integrada en el seccionador con Carga o independiente con un sistema de aterrizaje a tierra física

Se realizan trabajos de Filtrado de aceite para los transformadores de la subestaciones unitaria compacta, de intemperie y las de tipo poste, los trabajos que se me encomendaba

también fueron, el mantenimiento de las maquinas filtradoras, así como su operación, tales maquinas filtradoras tienen la misión de filtrar el aceite dieléctrico que contienen los tanques del transformador ya que este aceite dieléctrico sirve para la correcta refrigeración de los devanados de los transformadores así como su correcto aislamiento de los devanados internos, como se afirma arriba el proceso de filtrado, es un sistema de bombeo a través de una serie de elementos que hacen que el aceite dieléctrico sea succionado por la bomba y fluya a través por tubos y manguera de la maquina filtradora hacia la válvula de drenaje del transformador. El tiempo que duran las máquinas de filtrado trabajando para la circulación es de un periodo de 1 a 2 horas después de este proceso se deja que se quede en reposo el aceite dieléctrico en la parte interna del transformador.

Si los resultados de las pruebas de la rigidez dieléctrica de aceite dieléctrico del transformador resultan con un alto grado de humedad u otro contaminante presente, estos tienen que ser removidos a través de una maquina tipo filtro prensa. Este equipo para la eliminación de la humedad utiliza como medio un papel filtro para el secado del aceite, el procedimiento de filtrado con este equipo de filtro prensa se realiza a través de la circulación del aceite desde el fondo del transformador hasta la parte superior impulsado dicho aceite a través de una bomba hidráulica, el filtrado puede ser realizado más rápido y eficiente pasando el aceite del transformador, a través del filtro prensa de esta forma el líquido pasará varias veces por el filtro prensa, si es necesario filtrado adicional, el proceso puede ser repetido, conforme la humedad vaya desapareciendo.

6.2.10.- SERVICIOS DE MANTENIMIENTO A LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA TIPO INDUSTRIAL ABIERTA PARA: CONDUMEX S.A DE C.V. DE SAN JUAN DEL RIO QUERÉTARO.

También dentro de los trabajos importantes que realizamos foráneamente fueron para la empresa Condumex que se encuentra ubicado en la ciudad de San Juan del Rio, en el estado de Querétaro, para servicios anuales de mantenimiento a la subestación eléctrica en alta y baja tensión con voltajes de suministro de 115 KV para la subestación de distribución de dicha planta la cual suministraba a una subestación de distribución particular en alta tensión con niveles de tensión de 23 Kv-440 volts, 23 KV- 220/127 volt a 60 Hz. con 5 unidades de transformación con capacidades de los transformadores desde 500kva hasta 1500 KVA. Y la empresa que realizaba el mantenimiento del lado de alta tensión era " TECSA SA DE CV" de Querétaro, esto de acuerdo a los niveles de tensión que se manejaban, los niveles de operación que manejábamos en baja tensión eran de 440 V 60hz, 220 V 60 HZ y para seguir la secuencia de operación que teníamos que seguir en la maniobra y mantenimiento.

CAPITULO 7

AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL EN SUELAS SUPPLYS

S.A. DE C.V.

7.1.- ANTECEDENTES.

A partir de que la infraestructura Eléctrica o el sistema de distribución en baja tensión estaba concluida me dedique al mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de los máquinas y equipos de producción enfocándome a los sistema de control eléctrico. En ciertas plantas donde se fabrica calzado, no cuentan con la maquinaria para que personal que labora en respectiva área realice su trabajo de una manera fácil, es por eso que recurrimos a la habilitación y rehabilitación de máquinas que son de gran ayuda en periodos de aumentos de trabajo en el que el personal tenga disponibilidad de tales equipos.

7.2.- INSTALACIÓN DE CONTROL ELÉCTRICO DE UNA MAQUINA DE INYECCIÓN TIPO PRENSA NUMERO 10.

Dado las exigencias de producción y la demanda de suelas para la fabricación de calzado, se le solicito al departamento de mantenimiento la fabricación de una prensa de inyección, los componentes de esta máquina en construcción consta del sistema de potencia, la bancada, dos cañones con sus respectivas zonas calefactoras, las prensas hidráulicas y el tablero de control eléctrico, la operación de la maquina es manual y automática, en cuanto al tablero de control se realizó el diagrama eléctrico para su operación, con objeto de verificar los componentes que fueron instalados para su operación. En este trabajo se procedió a la habilitación total del cableado del tablero eléctrico de control así como sus partes móviles y zonas calefactoras de la unidad de inyección, el tipo de operación de la maquina es manual y automática, con control eléctrico por medio de un módulo de Controlador Lógico Programable(PLC) de la marca Siemens, se alambraron todos sus componentes de control como lo son; el arrancador de la bomba del aceite, los controladores de temperatura(pirómetros), los contactares para las zona de calentamiento ,los termopares, el tablero de panel del operador así como también el cableado de entradas y salida digitales de modulo(PLC), así como la verificación y carga hacia el módulo de programa que da las instrucciones para el control de ciclo de trabajo de inyección y por medio de la aplicación de SIMATIC STEP S7-1200 que nos permite programar y monitorear las diferentes rutinas de operación durante su funcionamiento, consta de un sistema de potencia para el trabajo de los pistones en posición horizontal, dos prensas articuladas, botones selectores, botoneras para el control de los ciclos de operación de esta máquina. Para que las máquinas de inyección puedan continuar con el funcionamiento adecuado debe verificarse el sistema de refrigeración y la temperatura el agua que se requiere

que este en las condiciones favorable para la circulación y el enfriamiento en el periodo de sostenimiento del ciclo de trabajo se de inyección, se requiere que las unidades condensadoras de enfriamiento estén aportando la eficiencia que se requiere, pues en realidad las condensadoras deberán cumplir con la estabilidad de temperatura, para la correcta operación, el control eléctrico lo constituye un tablero tipo gabinete tipo industrial, se implementó la instalación de sus todos sus componentes eléctricos: los pirómetro, termopares , zonas de fusibles, bases zócalos para los relevadores, y el cableado del PLC SIMATIC S7-1200 de la marca Siemens , con sus respectivos salidas de tipo relevador proyectadas para su funcionamiento.



Figura 52.- Máquina de Inyección de Suelas NUM.10.



Figura 53.-Tablero Eléctrico de Maquina de Inyección.

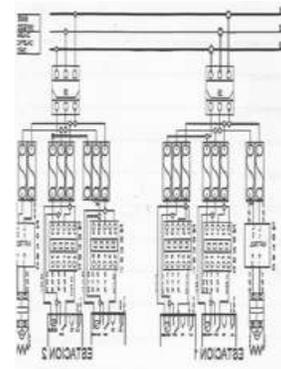


Figura 54.- Diagrama Eléctrico de Zona de Calefactoras.

7.3.- PROGRAMACIÓN DE PLC A UNA MÁQUINA PARA CONFORMAR CALZADO IMPLEMENTANDO.

Dadas las necesidades de la empresa y que algunas máquinas se van volviendo obsoletas e improductivas, ya que son controladas con sistemas de control electrónico fabricadas a base de compuertas lógicas y microprocesadores , atreves del tiempo estos componente se van deteriorando y empieza a fallar continuamente, por tal situación se procedió a desarticular todo el control eléctrico e implementarle un módulo PLC, para la correcta operación de esta máquina, se desarrolló la programación del módulo para el funcionamiento de las dos estaciones de trabajo, de igual manera se instaló el controlador, con sus respectivas entradas y salidas



Figura 55.- Módulo de Micro PLC Zelio para Máquina de Inyección.

7.4.- REHABILITACIÓN DEL CABLEADO DE CONTROL MANUAL Y AUTOMÁTICO DE UNA MÁQUINA ROTATIVA DE INYECCIÓN

A esta máquina me he dado la tarea de rehabilitación del tablero eléctrico, manual y automático para su correcta operación, consta de un sistema de potencia para el trabajo de los pistones en posición vertical, cuatro prensas articuladas con sus respectivos tableros de control a base de, botones selectores, botoneras para el control de los ciclos de operación de esta maquina



Figura 56.- Tablero de Maquina Rotativa de Inyección de Suela.

7.5.- INSTALACIÓN DEL CABLEADO PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA DE INYECCIÓN TIPO PRENSA COLOR AZUL

En este trabajo se requiere de diseñar el control eléctrico, en manual y automático del diagrama eléctrico de una prensa con operación eléctrico, y neumático, la maquina después de su construcción consta de un pistón neumático vertical, una unidad, una electroválvula.



Figura 57.- Máquina Prensa Azul.

7.6.- RECABLEADO Y PROGRAMACIÓN DEL MODULO PLC ZELIO PARA EL CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA ROTATIVA AUTOMÁTICA PARA PEGAR CALZADO.

La empresa Trossos de Piel S.A. de C.V.", se tiene una máquina que operaba continuamente en sus condiciones normales de operación, por algún tiempo dicha maquina comenzó a presentar fallas de control Eléctrico y mecánico, fallas que se convirtieron en condiciones inseguras para el operador resultando inútiles para trabajar, en tales circunstancias se decidió, la rehabilitación y el cableado total y la implementación del módulo de PLC para el control.



Figura 58.- Máquina Automática de Pegar Calzado.

ANTECEDENTES Y DIAGNOSTICO

La actual máquina de pegar con operación automática y manual controlada por dos tarjetas electrónicas, estas presentaban fallas Eléctricas de Control llevándola a la destrucción total de dos piezas denominadas conchas, como consecuencia la maquina dejo de ser eficiente y segura para la operación, con la desarticulación de las dos conchas, estas presentaron fisuras y fractura en zonas de amortiguamiento en la parte posterior a la unión con las mangueras Neumáticas. Finalmente se llevó a la reparación total de dicha zona de las piezas, por medio de soldadura en aluminio.

ACTIVIDAD A REALIZAR PARA LA REHABILITACION

Se toma la decisión de extraer el control total de la maquina desarticulando las dos tarjetas electrónicas y el cableado que la integra, como la fuente, entradas y salidas de control hacia las tarjetas y las bobinas, gran parte de su operación de la tarjeta estaba compuesta por una fuente de 24 V. 60 HZ, 24 V. DC de entrada para el procesamiento de señales

Para la rehabilitación de la máquina se implementó la instalación de dos módulos (PLC) de la marca Zelio para la operación automática de determinada máquina, alojados en riel Din de 35mm, para su operación se requiere un suministro de energía de 110 / 250 V. 60 HZ. Para las entradas y salidas de 110 V. Se realizan las rutinas de programación que se recargaran a los dos módulos para su operación esto en automático y manual.

CAPITULO 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

8.1.- CONCLUSIONES.

Durante el trabajo de mi experiencia profesional he ganado terreno en varias Áreas del Sector Eléctrico tale como Proyectos de instalaciones eléctricas Industriales, ahorro de Energía Eléctrica, corrección de factor ce potencia, Electrónica Industrial, Así como Automatización Industrial con la implementación de módulos (PLC), Áreas importantes como mecánica industrial, Hidráulica, Neumática, todas esta áreas te forman y te dan una seguridad de ejecutar trabajos, con los más altos estándares de calidad y eficiencia de operación apegado a código y normas.

También se da por entendido que cada proyecto que se inicia te incorporas retos y situaciones en las cuales definitivamente debes de contar con la orientación y conocimientos que se obtienen, te darán las herramientas necesarias para concluir de la mejor manera tus proyectos.

En una instalación eléctrica, de alumbrado, fuerza y control, debemos considerar siempre; la seguridad, eficiencia de operación, a fin de garantizar el buen funcionamiento de todos los equipos eléctricos conectados.

8.2.- RECOMENDACIONES.

Creemos convenientemente Proyectar Instalaciones Eléctricas y otras áreas afines relacionadas y estrechamente vinculados con la Ingeniería Eléctrica, con los más altos estándares de calidad, sujetos a normas actualizadas y verificadas y códigos elementales.

Las recomendaciones pertinentes que todo Ingeniero Electricista no debe de abandonar es la actualización de sus lineamientos de trabajo, que cuente con los materiales y herramientas adecuadas, una constante comunicación con colegas para una buena retroalimentación de experiencias, tomado en cuenta la Seguridad, la limpieza del trabajo desarrollado, una buena apariencia y que resulte económico, la correcta eficiencia de operación a fin de garantizar el buen funcionamiento.

Los proyectos eléctricos por muy pequeños que sean deberán cumplir con las Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, NOM-SEDE-001-2012

Es importante planear y elaborar un buen proyecto eléctrico antes de construir o instalar, que se considere los aspectos arquitectónicos y de las instalaciones eléctricas, hidrosanitarias y de gas antes de construir de lo contrario, terminada la obra civil, será necesario hacer ranuras en

muros y losas, procedimiento que ocasiona daños a la estructura, garantizando también la canalización y la protección de los diferentes elementos de la instalación eléctrica.

Para la corrección del factor de potencia, se recomienda tomar algunas precauciones, conviene más " sub corregir" que sobre-correr", si los capacitores seleccionados son demasiados grandes, podrían ocasionar ciertos problemas, incluyendo altos transitorios y sobre voltajes, por lo tanto es recomendable tratar de mejorar el factor de potencia a más no de un 95%, ya que mejorarlo en un exceso mayor en un 95% por lo tanto no resulta económico.

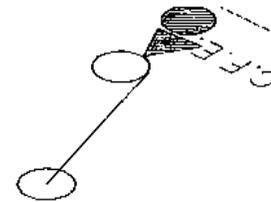
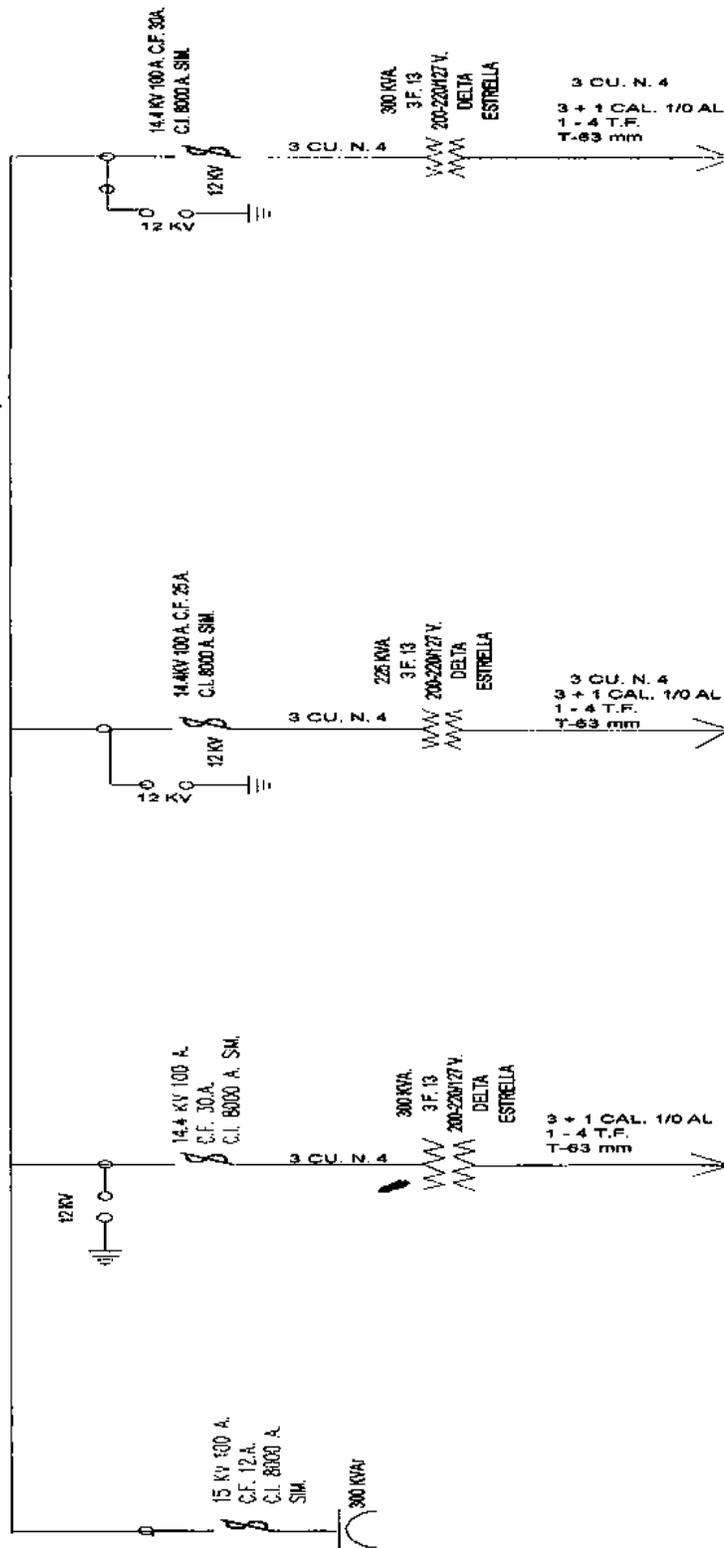
Para el Manejo y mantenimiento y operación de las subestaciones tipo compactas es obligatoriamente necesario del uso, de los instructivos del equipo y de la subestación que lo integran, Manual de operación de los equipos, Manual de operación de la subestación compacta, Instructivo de ensamble y de reporte de prueba de rutina del laboratorio.

En todo momento al realizar maniobras, por muy insignificantes que sean seguir los lineamientos de seguridad y protección sugeridas por las normas oficiales tanto nacionales como internacionales, así como también las normas sugeridas por los fabricantes al tratar de manipular los equipos eléctricos tanto de alta y baja tensión con los variados niveles de tensión que operan dichas cargas o equipos para proporcionar al usuario el suministro de energía eléctrica tomando en cuenta la seguridad, calidad, continuidad y economía de las instalaciones eléctricas instaladas y que se encuentren en operación estable.

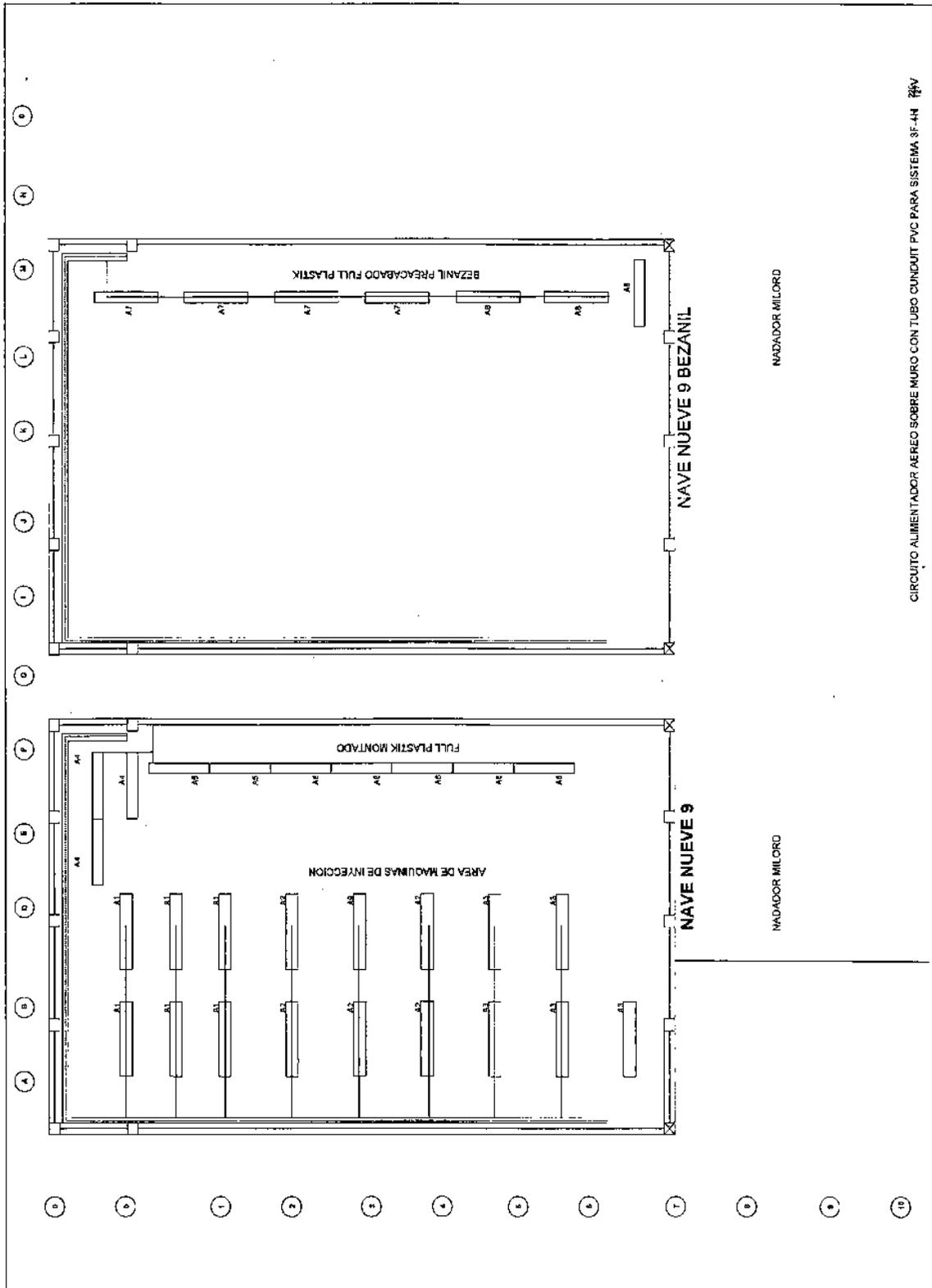
BIBLIOGRAFÍA

- [1] EL ABC DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES, HENRRIQUE HARPER, LIMUSA
- [2] ELECTRICIDAD PRÁCTICA, POR PEDRO CAMARENA M. EDITORIAL E.M.E.
- [3] REDES ELECTRICAS, JACINTO VIQUEIRA LANDA, REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA S.A.
- [4] FUNDAMENTOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE MEDIANA Y ALTA TENSIÓN, ENRIQUEZ HARPER, 2ª EDICION, LIMUSA
- [5] NORMAS DE DISTRIBUCION, CONTRUCCION, LINEAS AEREAS C.F.E.
- [5] ELECTRICAS PRÁCTICAS, ING. BECERRIL. DIEGO ONESIMO, 12ª EDICION.

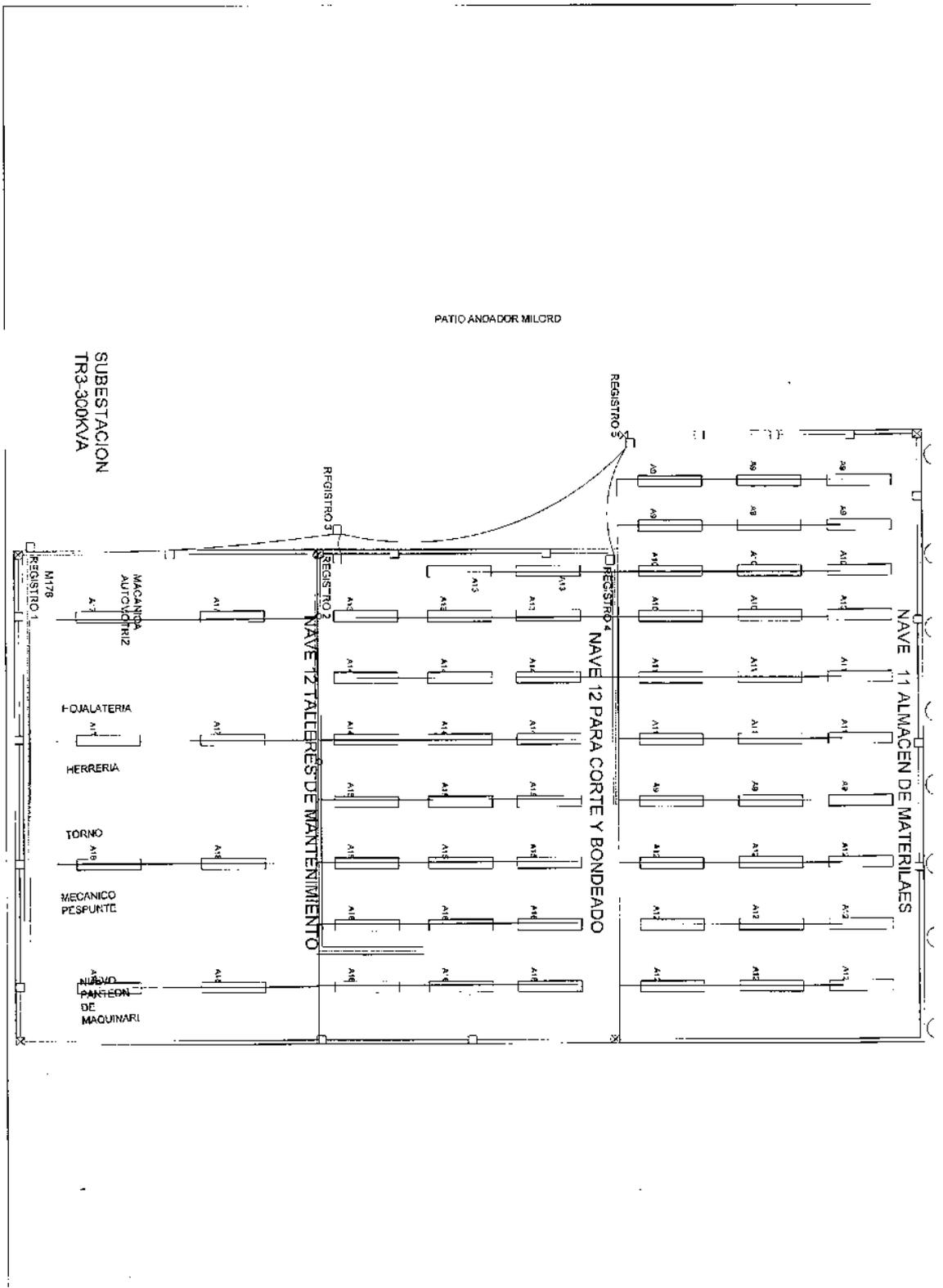
LINEA EXISTENTE ACSR 1/0 3 F, 13.2 KV SUM C.F.E. DENTRO DE LA PROPIEDAD DEL USUARIO



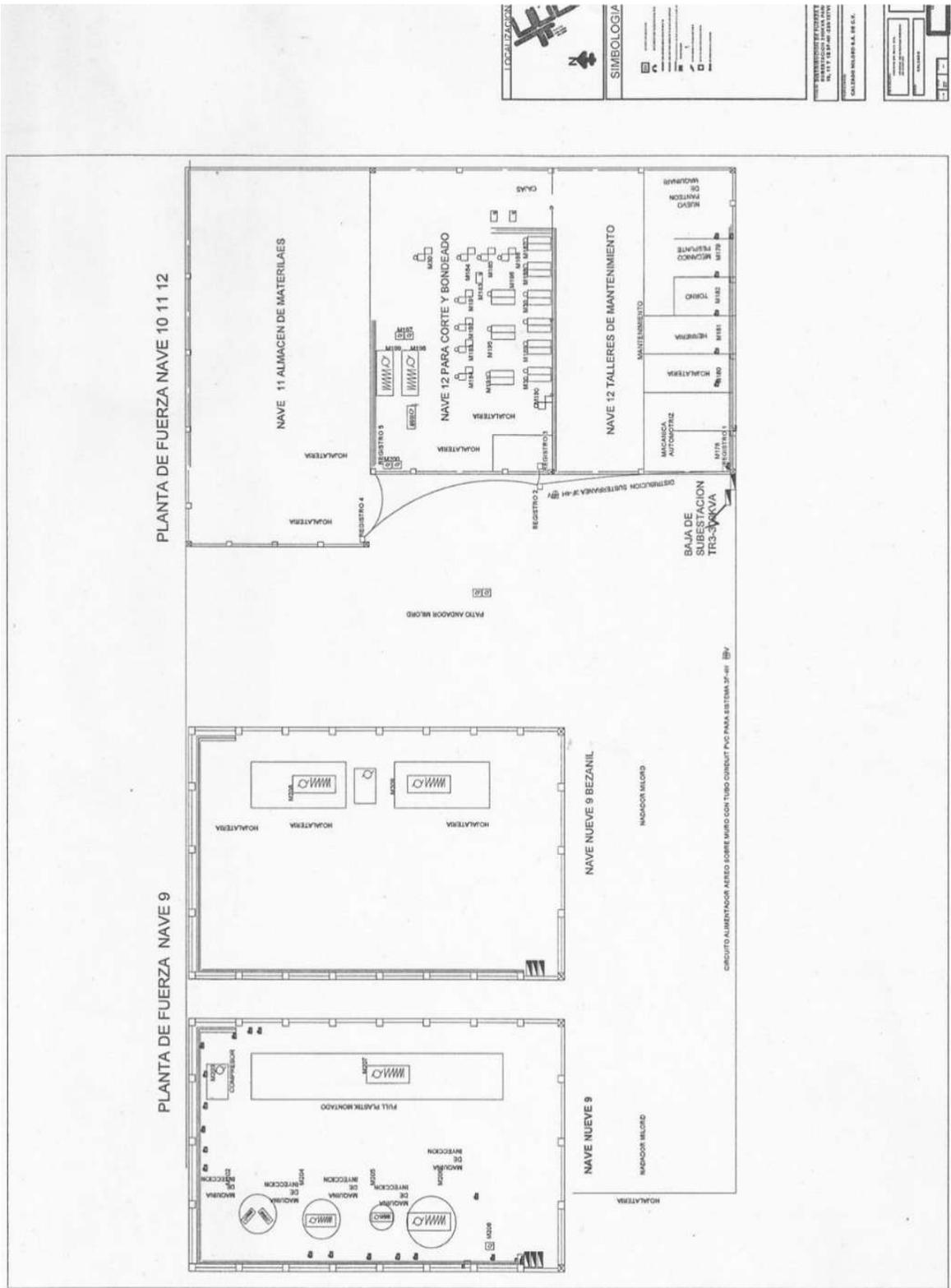
ANEXO 2.- DIAGRAMA UNIFILAR EN MEDIA TENSIÓN 13.8 KV.



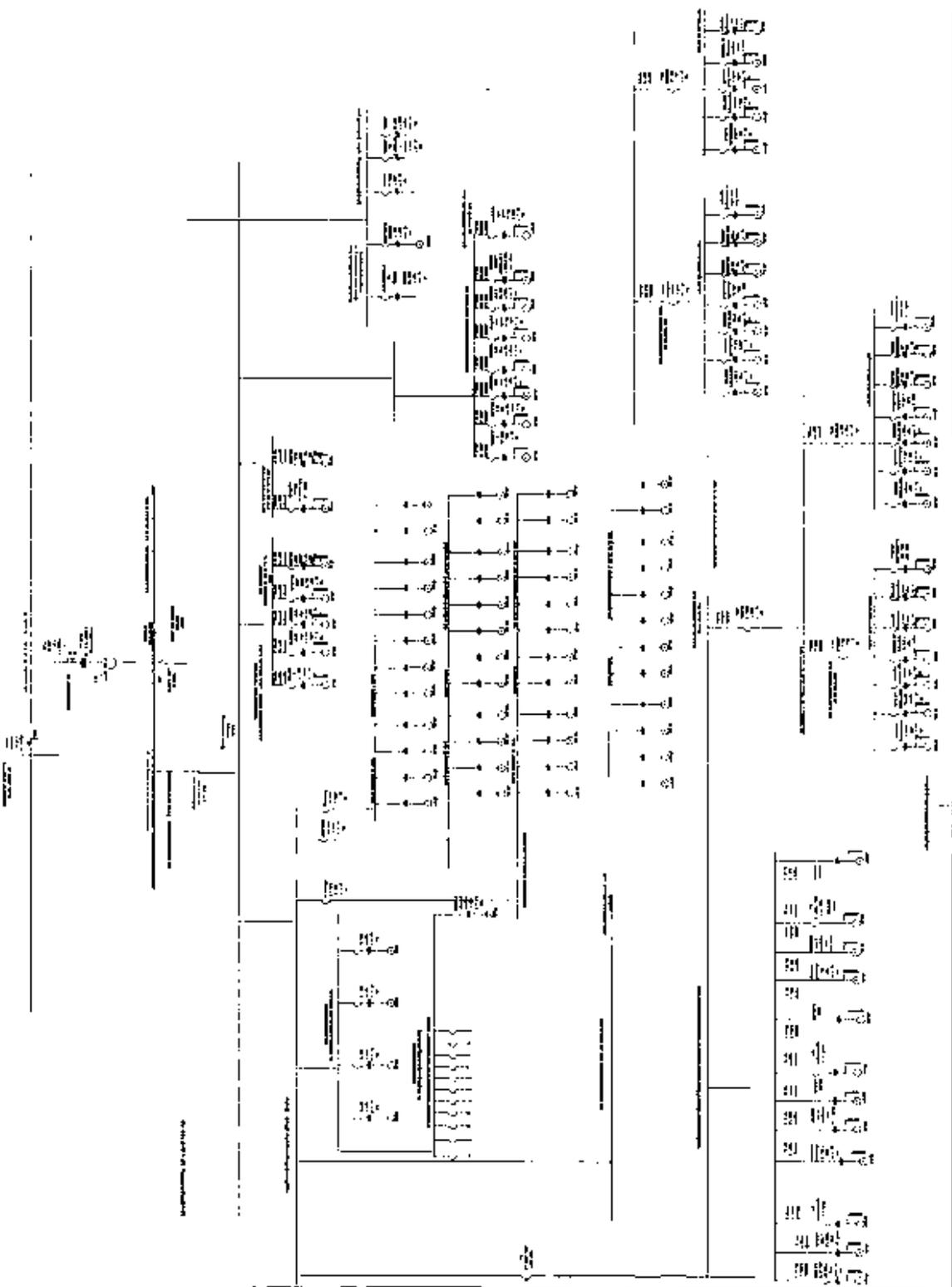
ANEXO 3.- NAVE 9: PLANO DE SISTEMA DE ALUMBRADO.



ANEXO 4.- PLANO DE ALUMBRADO PARA NAVES 10, 11 Y 12.



ANEXO 5.- PLANO DE FUERZA PARA NAVE 9, 10, 11 Y 12.



ANEXO 8.- DIAGRAMA UNIFILAR TROSSOS DE PIEL S.A. DE C.V.

INDICE DE CUARTO APROXIMADO

LOCAL		ALTURA DE LA LAMPARA DESDE EL PISO EN METROS															
ANCHO MPS.	LARGO MPS.	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	4.0	4.6	5.0	5.8	7.0	8.2	10.0	13.0	16.0	19.2
7.6	9.1	3.0	2.5	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6				
	12.2	3.4	2.8	2.4	2.1	1.8	1.6	1.5	1.2	1.1	0.9	0.8	0.6	0.5			
	18.2	3.9	3.2	2.7	2.4	2.1	1.9	1.7	1.4	1.2	1.1	0.9	0.7	0.6			
	24.2	4.2	3.5	2.9	2.5	2.2	2.0	1.8	1.5	1.3	1.2	0.9	0.8	0.6	0.5		
	30.0	4.4	3.6	3.1	2.7	2.4	2.1	1.9	1.6	1.4	1.2	1.0	0.8	0.7	0.5		
	36.5	4.6	3.8	3.2	2.8	2.4	2.2	2.0	1.7	1.4	1.3	1.0	1.8	0.7	0.5		
	42.5	4.7	3.9	3.3	2.8	2.5	2.2	2.0	1.7	1.6	1.3	1.0	0.9	0.7	0.5		
9.1	9.1	3.3	2.7	2.3	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.7	0.6	0.5			
	12.2	3.8	3.1	2.6	2.3	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6			
	18.2	4.4	3.6	3.1	2.7	2.4	2.1	1.9	1.6	1.4	1.2	1.0	0.8	0.7	0.5		
	24.2	4.8	4.0	3.4	2.9	2.6	2.3	2.1	1.7	1.5	1.3	1.1	0.9	0.7	0.5		
	30.0	5.1	4.2	3.6	3.1	2.7	2.4	2.2	1.8	1.6	1.4	1.1	0.9	0.8	0.6	0.5	
	36.5	5.3	4.4	3.7	3.2	2.8	2.5	2.3	1.9	1.7	1.5	1.2	1.0	0.8	0.6	0.5	
	42.5	5.5	4.5	3.8	3.3	2.9	2.6	2.3	2.0	1.7	1.5	1.2	1.0	0.8	0.6	0.5	
10.6	12.2	4.2	3.4	2.9	2.5	2.2	2.0	1.8	1.5	1.3	1.1	0.9	0.8	0.6	0.5		
	18.2	4.9	4.0	3.4	2.9	2.6	2.3	2.1	1.8	1.5	1.3	1.1	0.9	0.7	0.6		
	24.2	5.4	4.4	3.7	3.2	2.9	2.6	2.3	1.9	1.7	1.5	1.2	1.0	0.8	0.6	0.5	
	30.0		4.7	4.0	3.4	3.1	2.7	2.5	2.1	1.8	1.6	1.3	1.1	0.9	0.6	0.5	
	36.5		4.9	4.2	3.6	3.2	2.8	2.6	2.2	1.9	1.7	1.3	1.1	0.9	0.7	0.5	
	42.5		5.1	4.3	3.7	3.3	2.9	2.7	2.2	1.9	1.7	1.4	1.1	0.9	0.7	0.6	
	12.1	12.2	4.4	3.6	2.4	2.7	2.4	2.1	1.9	1.6	1.4	1.2	1.0	0.8	0.7	0.5	
18.2		5.3	4.4	3.7	3.2	2.8	2.5	2.3	1.9	1.7	1.5	1.2	1.0	0.8	0.6	0.5	
24.2			4.9	4.1	3.6	3.2	2.8	2.5	2.1	1.8	1.6	1.3	1.1	0.9	0.7	0.5	
30.0			5.2	4.4	3.8	3.4	3.0	2.7	2.3	2.0	1.7	1.4	1.2	0.9	0.7	0.6	0.5
36.5			5.5	4.6	4.0	3.5	3.2	2.8	2.4	2.1	1.8	1.5	1.2	1.0	0.8	0.6	0.5
42.5				4.8	4.1	3.7	3.3	3.0	2.5	2.1	1.9	1.5	1.3	1.0	0.8	0.6	0.5
15.2		15.2		4.6	3.8	3.3	3.0	2.6	2.4	2.0	1.7	1.5	1.2	1.0	0.8	0.6	0.5
	21.2		5.3	4.5	3.9	3.4	3.1	2.8	2.3	2.0	1.8	1.4	1.2	1.0	0.7	0.6	0.5
	30.0			5.1	4.4	3.9	3.5	3.2	2.7	2.3	2.0	1.6	1.4	1.1	0.8	0.7	0.5
	42.5			4.9	4.3	3.9	3.5	2.9	2.5	2.2	1.8	1.5	1.2	0.9	0.7	0.6	
	54.3			5.1	4.6	4.1	3.7	3.1	2.7	2.4	1.9	1.6	1.3	1.0	0.8	0.6	
	60.1			5.3	4.7	4.2	3.8	3.2	2.8	2.4	2.0	1.6	1.7	1.0	0.8	0.6	
	18.2	18.2		5.5	4.6	4.0	3.5	3.2	2.8	2.4	2.1	1.8	1.5	1.2	1.0	0.8	0.6
24.2				5.3	4.6	4.0	3.6	3.3	2.7	2.4	2.1	1.7	1.4	1.1	0.9	0.7	0.5
30.0					5.0	4.4	3.9	3.6	3.0	2.6	2.3	1.8	1.5	1.2	0.9	0.8	0.6
42.5					5.0	4.4	4.0	3.4	2.9	2.6	2.1	1.7	1.4	1.0	0.8	0.7	
54.8					5.2	4.7	4.2	3.5	3.1	2.7	2.2	1.8	1.5	1.1	0.9	0.7	
60.1					5.5	4.9	4.4	3.7	3.2	2.8	2.3	1.9	1.5	1.2	0.9	0.7	
24.3		24.2				5.3	4.7	4.2	3.8	3.2	2.8	2.4	2.0	1.6	1.3	1.0	0.8
	42.5						5.3	4.8	4.1	3.5	3.1	2.5	2.1	1.7	1.3	1.0	0.8
	60.1							5.4	4.6	3.9	3.5	2.8	2.3	1.9	1.4	1.1	0.9
30.0	30.0						5.2	4.8	4.0	3.4	3.0	2.4	2.0	1.6	1.2	1.0	0.8
	45.6								4.8	4.1	3.7	2.9	2.5	2.0	1.5	1.2	1.0
	60.1								5.3	4.6	4.1	3.3	2.7	2.2	1.7	1.3	1.1
36.5	36.5								4.8	4.1	3.7	2.9	2.5	2.0	1.5	1.2	1.0
	48.5								5.5	4.7	4.3	3.4	2.8	2.3	1.7	1.4	1.1
	60.1									5.2	4.6	3.7	3.1	2.5	1.9	1.5	1.2

ANEXO 9.- TABLA DE ÍNDICE DE CUARTO APROXIMADO.

Tabla para seleccionar el número de conductores que se pueden alojar en una canalización

AMPERES		A LIBRE	ÁREA TOTAL mm ²		ÁREA DE CONDUCTORES AISLAMIENTO TW o THW 600V mm ²												/Nm
TW	THW	AWG	DESNUDO	TW - THW	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
15	15	14	2.082	8.29	5.94	16.58	24.87	33.16	41.45	49.74	58.03	66.32	74.61	82.90	91.10	99.48	8.63
20	20	12	3.310	10.63	7.89	21.26	31.89	42.52	53.15	63.78	74.41	85.04	95.67	106.30	116.93	127.56	5.38
30	30	10	5.260	13.98	12.30	27.96	41.94	55.92	69.90	83.88	97.86	111.84	125.82	139.80	153.78	167.76	5.39
40	45	8	8.367	25.68	21.14	51.56	77.04	102.72	128.40	154.08	179.76	205.44	231.12	256.80	282.48	308.16	2.13
55	65	6	13.300	49.24	34.19	98.48	147.72	196.96	246.20	295.44	344.68	393.92	443.16	492.40	541.64	590.88	1.34
70	85	4	21.150	65.58	55.19	131.16	196.74	262.32	327.90	393.48	459.06	524.64	590.22	655.80	721.38	786.96	0.8431
95	115	2	33.620	87.57	76.94	174.74	262.11	349.48	436.85	524.22	611.59	698.96	786.33	873.70	961.07	1048.44	0.531
125	150	1/0	55.480	145.91	123.44	287.82	431.73	575.64	719.55	863.46	1007.37	1151.28	1295.19	1439.10	1583.01	1726.92	0.333
145	175	2/0	77.430	169.86	147.55	339.72	509.58	679.44	849.30	1019.16	1189.02	1358.88	1528.74	1698.60	1868.46	2038.32	0.271
165	200	3/0	85.01	200.96	176.62	401.92	602.88	805.84	1008.80	1211.76	1414.72	1617.68	1820.64	2023.60	2226.56	2429.52	0.215
195	230	4/0	107.20	239.86	212.94	479.72	719.58	959.44	1200.00	1440.00	1680.00	1920.00	2160.00	2400.00	2640.00	2880.00	0.171
215	255	250 KCM	126.64	294.92	250.00	599.84	884.76	1179.7	1474.64	1769.52	2064.4	2359.28	2654.16	2949.04	3243.92	3538.8	0.144
240	285	300	152.00	358.62	300.00	677.24	1015.9	1354.5	1693.1	2031.7	2370.3	2708.9	3047.5	3386.1	3724.7	4063.3	0.120
260	310	350	177.35	382.17	350.00	764.34	1146.5	1528.7	1910.9	2293.1	2675.2	3057.4	3439.5	3821.7	4203.9	4586.0	0.103
280	335	400	202.71	424.77	400.00	849.54	1274.3	1699.1	2123.9	2548.6	2973.4	3398.2	3822.9	4247.7	4672.4	5097.2	0.090
320	380	500	253.35	507.46	500.00	1014.9	1522.4	2029.8	2537.2	3044.6	3552.0	4059.4	4566.8	5074.2	5581.6	6089.0	0.072
355	420	600	303.99	613.11	600.00	1226.2	1839.5	2452.8	3066.1	3679.4	4292.7	4906.0	5519.3	6132.6	6745.9	7359.2	0.060
400	475	750	360.01	660.52	750.00	1321	1981.5	2642.1	3302.6	3964.1	4625.6	5287.1	5948.6	6610.1	7271.6	7933.1	0.048
455	545	###	506.58	843.69	843.69	1669.4	2504.1	3358.8	4173.5	5008.1	5842.8	6677.5	7512.2	8346.9	9181.6	10016.3	0.036

TUBO CONDUIT		SECCIÓN TRANSVERSAL mm ²											
diámetro mm	diámetro pulg	Poli ducto flexible		PVC		Conduit de hierro		Área total = IC-53% 2C-31% 3C-40%				DUCTO CUADRADO	
		UGERO	PC-SADO	Flextrad.	P. Delgada	P. Gruesa	40%	50%	diámetro en mm.	cm	mm ²	40% mm	
3.0	1/2	246.06	198.56	215.4	196.19	292.5	116.72	87.69	13	21.35	6.5x6.5	4.225	1690
3.0	19/32	404.71	359.68	441.15	305.8	392.55	157.02	117.76	19	26.67	10x10	10000	4000
3.0	3/4	635.47	576.80	725.85	551.56	624.67	249.87	187.4	25	33.4	15x15	22500	9000
4.26	3/4	1029.22	978.68	1154.59	979.07	1056.9	422.76	317.06	32	42.14	20x20	40000	16000
4.26	38/32	1405.50	1355.17	1555.28	1329.8	1423.6	569.4	426.5	38	48.26	25x25	62500	25000
4.87	51/32	2315.74	2197.87	2436.69	2185.6	2316.5	926.52	694.9	51	60.52	30x30	90000	36000
4.87	64/32			5567.87		3439.4	1375.8	1031.8	64	75.02	36x36	129600	51840
6.09	76/32			5475.99		5290.4	2216.1	1587.1	76	88.9	40x40	160000	64000
6.09	101/32			9280.02		8938	3575.2	2681.4	101	114.3	48x48	230400	92160

TABLA PARA UTILIZACIÓN DE CABLES "CONDUIT" Y DUCTOS

ANEXO 10.- TABLA DE NÚMERO DE CONDUCTORES QUE SE PUEDEN ALOJAR EN UNA CANALIZACIÓN.

Corriente Permissible en Amperes
Para Conductores de Cobre Aislados

Calibre AWG o KCM	Número de Hilos	Diámetro del Conductor (mm)	Espesor del Aislam. (mm)	Diámetro Ext. Cable c/Aislam.	Sección Transversal desnudo c/Aislam.	TIPO THW (60°C)		TIPO THW (75°C)		TIPO THHW (90°C)		
						EN	EN	EN	EN	EN	EN	
20	1	0.813	0.76	2.33								
18	1	1.024	0.76	2.54								
16	1	1.290	0.76	2.81								
14	1	1.628	0.76	3.57								
12	1	2.052	0.76	4.11								
10	1	2.588	0.76	4.11								
8	1	3.264	1.14	5.54								
20	7	0.92	0.76	2.44								
18	7	1.16	0.76	2.68								
16	7	1.46	0.76	2.98								
14	7	1.85	0.76	3.36	2.082	8.29	15	20	15	20	25	30
12	7	2.33	0.76	3.84	3.307	10.63	20	25	20	25	30	40
10	7	2.93	0.76	4.45	5.260	13.98	30	40	30	40	40	55
8	7	3.70	1.14	5.98	8.367	25.68	40	55	45	65	50	70
6	7	4.67	1.52	7.71	13.300	49.24	55	80	65	95	70	100
4	7	5.88	1.52	8.92	21.180	65.58	70	105	85	125	90	135
2	7	7.42	1.52	10.45	33.620	87.37	95	140	115	170	120	180
1/0	19	9.15	2.03	13.21	53.480	143.91	125	195	150	230	155	245
2/0	19	10.27	2.03	14.33	67.430	169.86	145	225	175	265	185	285
3/0	19	11.53	2.03	15.59	85.010	200.96	165	260	200	310	210	330
4/0	19	12.95	2.03	16.51	107.20	239.86	195	300	230	360	235	385
250	37	14.62	2.41	19.44	126.70	294.92	215	340	255	405	270	425
300	37	17.29	2.41	20.82	152.00	338.62	240	375	285	445	300	480
350	37	18.49	2.41	22.11	177.30	382.17	260	420	310	505	325	530
400	37	20.67	2.41	23.31	202.70	424.77	280	455	335	545	360	575
500	37	22.67	2.79	25.49	253.40	507.46	320	515	380	620	405	660
600	61	25.34	2.79	28.26	304.00	613.11	355	575	420	690	455	740
750	61	29.27	2.79	30.92	380.00	660.52	400	655	475	785	500	845
1000	61	29.27	2.79	34.84	506.70	834.69	455	780	545	935	585	1000

Nota: Son valores aproximados y están sujetos a tolerancias de manufactura

Factores de Corrección

Por Agrupamiento		Por Temperatura	
Número de Conductores	Multiplique por	Temperatura Ambiente °C	Multiplique por
1 - 3	1.00	0 - 30	1.00
4 - 6	0.80	31 - 40	0.90
7 - 24	0.70	41 - 45	0.85
25 - 42	0.60	46 - 50	0.80
más de 42	0.50		

ANEXO 11.- CORRIENTE PERMISIBLE

Corrección de Factor de Potencia
Factor de Multiplicación por Carga en KW para obtener K V A - Capacitivos Necesarios
Para Corregir al Factor de Potencia Deseado

Factor de Potencia Existente %	Factor de Potencia Corregido					
	100 %	95 %	90 %	85 %	80%	75%
50	1.732	1.403	1.247	1.112	0.982	0.850
52	1.643	1.314	1.158	1.023	0.893	0.761
54	1.558	1.229	1.073	0.938	0.808	0.676
55	1.518	1.189	1.033	0.898	0.768	0.636
56	1.479	1.150	0.994	0.859	0.729	0.597
58	1.404	1.075	0.919	0.784	0.654	0.522
60	1.333	1.004	0.848	0.743	0.583	0.451
62	1.265	0.936	0.780	0.645	0.515	0.383
64	1.201	0.872	0.716	0.581	0.451	0.319
65	1.168	0.839	0.683	0.548	0.418	0.286
66	1.139	0.810	0.654	0.519	0.389	0.257
68	1.078	0.749	0.593	0.458	0.328	0.196
70	1.020	0.691	0.535	0.400	0.270	0.138
72	0.964	0.635	0.479	0.344	0.214	0.082
74	0.909	0.580	0.424	0.289	0.159	0.027
75	0.882	0.553	0.397	0.262	0.132	
76	0.855	0.526	0.370	0.235	0.105	
78	0.802	0.473	0.317	0.182	0.052	
80	0.750	0.421	0.265	0.130		
82	0.698	0.369	0.213	0.078		
84	0.646	0.317	0.161			
85	0.620	0.291	0.135			
86	0.594	0.265	0.109			
88	0.540	0.211	0.055			
90	0.485	0.166				
92	0.426	0.097				
94	0.363	0.034				
95	0.329					

57.236 KVA

ANEXO 12.- TABLA PARA CÁLCULO DE FACTOR DE POTENCIA.

