

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD



**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE RESPALDO UTILIZANDO UN GRUPO
ELECTRÓGENO PARA EL TALLER METALMECÁNICO TORNOS PH C.A
UBICADO EN BARCELONA, ESTADO ANZOÁTEGUI”**

Realizado por:

Br. Pedro Ramón Rojas Rivas

C.I. 16.817.708

Trabajo de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Oriente como
requisito parcial para optar al título de **Ingeniero Electricista**.

Puerto la Cruz, Julio de 2010

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD



**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE RESPALDO UTILIZANDO UN GRUPO
ELECTRÓGENO PARA EL TALLER METALMECÁNICO TORNOS PH C.A
UBICADO EN BARCELONA, ESTADO ANZOÁTEGUI”**

Revisado y aprobado por:

Ing. Melquíades Bermúdez

Asesor Académico

Ing. José Guillermo Villarroel

Asesor Industrial

Puerto la Cruz, Julio de 2010

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD



**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE RESPALDO UTILIZANDO UN GRUPO
ELECTRÓGENO PARA EL TALLER METALMECÁNICO TORNOS PH C.A
UBICADO EN BARCELONA, ESTADO ANZOÁTEGUI”**

Trabajo de Grado aprobado por el departamento de Electricidad de la
Universidad de Oriente

Jurado Calificador:

Prof. Ing. Melquíades Bermúdez

Asesor Académico

Prof. Ing. Hernán Parra

Jurado Principal

Prof. Ing. Manuel Maza

Jurado Principal

Puerto la Cruz, Julio de 2010

RESOLUCIÓN

De acuerdo al artículo 41 del reglamento de trabajos de grado de la Universidad de Oriente:

“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo participará al Consejo Universitario”.

DEDICATORIA

Las metas se consiguen con constancia, anhelo y un poco de sacrificio, esta es mi primera en el camino profesional, la cual quiero dedicar a:

Dios todopoderoso y la Santísima Virgen del Valle, quienes me guiaron por el camino de la luz y la fe, ayudándome a llegar a la cima del éxito.

Mis padres Petra y Pedro, dos pilares fundamentales en mi vida, las personas que más amo en este mundo, por guiarme al camino correcto con dedicación total, amor y sacrificio, este triunfo es de ustedes.

Mi hermana Patricia, sin su apoyo moral y ejemplo a la constancia y el logro habría sido imposible alcanzar este sueño.

Mis amigos con su fuerza y apoyo incondicional, me levantaban a continuar para el logro de esta meta, por siempre gracias !!!..

Y por que no, a todas y cada una de esas personas que en el anonimato y en su momento, contribuyeron para lograr éste triunfo.

...que Dios les bendiga por siempre!

¡Un millón de Gracias!

Pedro

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar de manera muy especial mi más sincero agradecimiento.

A Dios Todopoderoso, primeramente, por darme la vida y fuerza, por nunca dejarme caer, seguir luchando, por cuidarme y bendecirme a mí y a mi familia, todo esto necesario para culminar con éxito mi meta propuesta.

A mis padres Petra y Pedro por toda su ayuda, apoyo y sabiduría, son parte fundamental de este triunfo. Sé que siempre contaré con ustedes.

A mi hermana Patricia, por toda la ayuda brindada, tu ejemplo me a llevado a donde estoy.

A mi asesor académico y Profesor Ingeniero Melquíades Bermúdez sin su ayuda, orientación y consejos no hubiese sido posible la realización de este proyecto, en todo momento conté con usted como profesor y amigo, considérelo un éxito suyo también. Su enseñanza ha sido muy valiosa, gracias por su gran colaboración profesional.

A mi amiga y el pilar fundamental de este logro, Profesora Mileny de Axthammer, sin tus conocimientos y guía total a este trabajo, habría sido imposible la culminación, no tengo como pagarte, que dios te de siempre sabiduría y luz a ti y los tuyos, muchas gracias.

A mi asesor Industrial Ingeniero José Guillermo Villarroel, por darme la oportunidad tan valiosa y brindarme todo sus conocimientos en la realización de este trabajo de grado, no tengo como pagarte amigo!..

Al Profesor Santiago Escalante por toda la confianza y ayuda que me brinda y me brindó durante toda mi carrera, por tomar en cuenta a los estudiantes y tratamos como una gran familia que somos con él de guía. Lo respeto y aprecio mucho. Gracias!.

En especial, las gracias a la ilustre Universidad de Oriente por brindarme la oportunidad de desarrollarme como profesional y alcanzar mis sueños.

Al cuerpo de profesores del Departamento de Electricidad de la Universidad de Oriente, por su continua contribución al crecimiento académico, personal y profesional, que continuamente enseñan el valor de la construcción y transmisión de conocimientos.

A las personas que laboran en el departamento de electricidad de esta casa de estudios, las gracias a ustedes también.

A la empresa Taller Metalmecánico TORNOS PH C.A por permitirme realizar este trabajo de grado en sus instalaciones, gracias.

Al personal del Taller Metalmecánico TORNOS PH C.A, por ofrecerme un excelente trato durante mi permanencia en la empresa y por haberme dado la ayuda que necesité para la realización de esta investigación.

A mis más cercanos amigos, que todos por igual ni un solo momento descansaron y dejaron de darme el gran apoyo y aliento que tanto necesite para el logro de esta anhelada meta, mi carrera profesional.

A toda mi familia por darme el cariño, la confianza y la seguridad que me motiva a seguir adelante todos los días.

Y a todas las personas que de una u otra forma hicieron posible la culminación de este trabajo de grado, quiero expresarle mi más humano agradecimiento.

Todos son parte fundamental de este éxito. Dios los bendiga a todos y cada uno.

A todos,

De corazón muchas Gracias...!

Pedro Ramón Rojas Rivas
"Orgulloso de ser Udistá"

RESUMEN

En este trabajo se presenta una propuesta de un sistema de respaldo utilizando un Grupo Electrónico para el Taller Metalmecánico Tornos PH C.A, comenzando con la evaluación, y las posibles recomendaciones para el sistema eléctrico actual de dicha empresa, tomando en cuenta normas de electricidad y seguridad exigidas por el Código Eléctrico Nacional (CEN), normas PDVSA, Manual de la C.A La Electricidad de Caracas, entre otras. Este proyecto tiene como propósito establecer las especificaciones técnicas que debe cumplir el sistema de respaldo propuesto, para el suministro de energía eléctrica a cargas denominadas esenciales para el proceso continuo de fabricación mecánica ante una interrupción del servicio eléctrico externo. Con estas premisas se destaca que la carga que va al sistema eléctrico de respaldo es 45% del total del establecimiento. El grupo electrónico seleccionado es marca SDMO modelo J100UC3IV de capacidad 125kVA con motor John Deere Diesel 4045HFS83 4 cilindros, generador eléctrico marca Leroy Somer LSA442VS45, cabina de insonorización y tanque de combustible de 190 Litros. El tablero de transferencia automática seleccionado es marca COMELECINCA modelo TTA400 con conmutador motorizado ABB y controlador digital Lovato Electric. La realización de los planos fue mediante el programa Microsoft Office Visio Professional 2003.

INDICE GENERAL

RESOLUCIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	ix
INDICE GENERAL.....	x
INDICE DE TABLAS	xviii
INDICE DE FIGURA	xxi
INTRODUCCIÓN	xxiii
CAPÍTULO I.....	27
PROBLEMA Y SUS GENERALIDADES	27
1.1 Planteamiento Del Problema	27
1.2 Objetivos	30
1.2.1 Objetivo General	30
1.3 La Empresa.....	31
1.3.1 Descripción	31
1.3.2 Ubicación Geográfica.....	31
1.3.3 Misión	32
1.3.4 Visión	32
1.3.5 Objetivos De La Empresa	32
1.3.6 Dimensiones De Taller Metalmecánico Tornos PH C.A	33
1.3.7 Antecedentes	33
1.3.8 Herramientas Para Desempeño De Actividades En La Empresa.....	34
1.4 Definición De Terminos.....	34
1.4.1 Torno Universal	34

1.4.2 Esmeril De Banco	35
1.4.3 Amortajadora.....	35
1.4.4 Acepilladora	35
1.4.5 Sierra Vaivén Eléctrica	35
1.4.6 Taladro Radial.....	36
1.4.7 Fresadora Universal	36
CAPÍTULO II	37
MARCO TEORICO	37
2.1 Antecedentes De La Investigación.....	37
2.2 Base Teórica.....	39
2.2.1 Generalidades	39
2.2.2 Instalación Eléctrica	41
2.2.3 Tipos De Instalaciones Eléctricas	41
2.2.3.1 Instalación Industrial	42
2.2.3.2 Instalación Comercial.....	42
2.2.3.3 Instalación Residencial	42
2.2.4 Elementos Que Constituyen Una Instalación Eléctrica	43
2.2.4.1 Acometida.....	43
2.2.4.2 Contador Eléctrico	44
2.2.4.3 Interruptor Principal De Servicio	44
2.2.4.4 Tablero Principal	44
2.2.4.5 Circuitos Ramales.....	45
2.2.5 Conductores Eléctricos.....	46
2.2.6 Identificación De Los Conductores Eléctricos.....	47
2.2.7 Calibres De Los Conductores Eléctricos.....	47
2.2.8 Aislamiento En Los Conductores Eléctricos.....	48
2.2.9 Canalizaciones Eléctricas.....	50
2.2.10 Componentes Empleados En Canalizaciones Eléctricas.....	51
2.2.10.1 Cajetines, Cajas De Paso Y Tapas.....	51

2.2.10.2 Tuberías.....	52
2.2.10.2.1 Tubo Conduit Rígido De Acero Galvanizado.....	53
2.2.10.2.2 Tubo Conduit Rígido De Aluminio	55
2.2.10.2.3 Tubo Conduit Flexible	55
2.2.10.2.5 Alojamiento De Conductores En Tuberías Conduit.....	57
2.2.10.3 Ductos y Canales.....	58
2.2.10.4 Tanquillas	59
2.2.10.5 Bancadas de Tuberías.....	60
2.2.11 Dispositivos De Protección Y Maniobra.....	60
2.2.11.1 Interruptor	60
2.2.11.2 Interruptores Automáticos	61
2.2.11.3 Fusibles	62
2.2.11.4 Sistemas de Puesta a tierra.....	63
2.2.11.4.2 Resistencia de Sistemas de Puesta a Tierra.....	65
2.2.11.4.2.1 Resistencia de Tierra	65
2.2.11.4.2.2 Resistencia de un Electrodo	65
2.2.11.4.2.3 Valores de Resistencia Recomendados	66
2.2.11.4.3 Medición de la Resistencia de un Sistema de Puesta a Tierra	67
2.2.11.4.4 Arreglos De Sistemas De Puesta A Tierra	67
2.2.11.4.5 Medición De La Resistividad Del Terreno	67
2.2.11.4.6 Resistividad En Sistemas De Puesta A Tierra	68
2.2.12 Conexión A Tierra De Los Sistemas Y Equipos Eléctricos.....	69
2.2.13 Motores Eléctricos	69
2.2.14 Tipos De Motores Eléctricos.....	70
2.2.14.1 Motores De Corriente Alterna	70
2.2.14.1.1 Trifásicos	70
2.2.14.1.1.1 Motor Sincrónico	70
2.2.14.1.1.2 Motor de Inducción o Asincrónico.....	70

2.2.14.1.2 Monofásicos (Sincrónico y Asincrónico).....	71
2.2.14.1.2.1 Sincrónico	71
2.2.14.1.2.2 Motor Asincrónico	71
2.2.15 Constitución Del Motor Trifásico	71
2.2.16 Circuito Derivado De Un Motor En General.	72
2.2.17 Diseño de instalaciones eléctricas para un establecimiento industrial	74
2.2.18 Potencia Aparente (S)	74
2.2.19 Sistemas De Respaldo	75
2.2.20 Tipos De Sistemas De Respaldo	75
2.2.20.1 Alimentación Por Baterías De Acumuladores	75
2.2.20.2 Alimentación Por Un Generador O Por Un Grupo De Ellos	76
2.2.21 Grupos Electrógenos (GE)	77
2.2.22 Criterios Para La Selección Y Dimensionamiento De GE.....	78
2.2.23 Diferencia entre STAND BY y PRIME POWER.....	79
2.2.24 Modelos de Grupos Electrógenos (GE)	80
2.2.25 Transferencia Automática	80
2.2.26 Tablero de transferencia Automática (TTA).....	81
CAPÍTULO III	84
MARCO METODOLÒGICO	84
3.1 Generalidades.....	84
3.2 Tipo de Investigación	84
3.3 Área de estudio.....	86
3.4 Técnica e instrumento de Recolección de datos.....	87
3.5 Procedimiento y análisis de los datos	87
3.6 Equipos y Herramientas usadas	88
3.6.1 Equipos.....	88
3.6.2 Herramienta computacional	88

CAPÍTULO IV.....	89
CRITERIOS DE DISEÑO.....	89
4.1 Generalidades.....	89
4.2 Criterios de diseño para el sistema eléctrico.....	90
4.2.1 Criterios de diseño para circuitos de iluminación.....	91
4.2.2 Criterio de diseño para circuitos de tomacorrientes de uso general	91
4.2.3 Criterios de diseño para cálculos de circuitos ramales y	
alimentadores.....	92
4.2.4 Criterios De Diseño Para Conductores Eléctricos	93
4.2.4.1 Criterio de Intensidad Máxima Admisible o de	
Calentamiento.....	93
4.2.4.2 Criterio de la Caída de Tensión	94
4.2.5 Criterios de diseño para cálculos del circuito dedicado para motores	
eléctricos.....	96
4.2.5.1 Selección De Conductores	96
4.2.5.2 Protecciones Para Motores Eléctricos	98
4.2.6 Criterios De Diseño Para El Sistema De Puesta A Tierra.....	98
4.2.7 Selección de Canalización.....	100
4.2.7.1 Sistemas metálicos de Bandejas Portacables	100
4.2.8 Selección de Protecciones.....	104
4.5 Criterios de diseño para cálculo de la capacidad del grupo	
electrógeno.....	106
CAPÍTULO V.....	107
Descripcion del sistema elÉctrico en estudio.....	107
5.1 Generalidades.....	107
5.2 Características (Valores De Placa) De Los Equipos En El	
Taller	114
5.2.1 Torno universal. Marca TECNOIMPES. Modelo 1090659.....	115
5.2.2 Torno universal. Marca VDF. Modelo V3K.....	115

5.2.3 Torno universal. Marca JASHONE. Modelo M215-285-E	116
5.2.4 Torno universal. Marca DORIA. Modelo 230	116
5.2.5 Torno universal. Marca ARIS RVX- 401. Modelo 8RVX5P262 .	117
5.2.6 Torno universal. Marca ARIS RVX- 401. Modelo 88RVX11270	117
5.2.7 Amortajadora. Marca LAZZATI. Modelo 203	117
5.2.8 Máquina de soldar. Marca Prodelec Eutectic Castolim. Modelo GS 425 NM 80	118
5.2.9 Acepilladora. Marca The Cincinnati Shaper Co. Modelo GS539.	118
5.2.10 Sierra Vaivén eléctrica. Marca FAEL. Modelo TYP OH 253	119
5.2.11 Sierra Vaivén eléctrica. Marca CO. ME. NO 400.....	119
5.2.12 Esmeril de banco. Marca METABO. Modelo 7211 – D.....	120
5.2.13 Esmeril de banco. Marca Black and Decker	120
5.2.14 Taladro radial. Marca saCASER.....	120
5.2.15 Taladro de banco. Marca ROCKWELL. Modelo EFI 2p	121
5.2.16 Taladro de banco. Marca saCASER.....	122
5.2.17 Fresadora universal No.2. Marca TRADEMARK. Modelo DL- VHRU-G2.....	122
5.2.18 Fresadora universal No.3. Marca CUGIP. Modelo FV 36.....	123
5.2.19 Fresadora cabezal fijo No.3. Marca CUGIP. Modelo FV 32.....	123
5.2.20 Compresor de aire eléctrico. Marca COMET S.A. Modelo C1215OTF	124
5.2.21 Ventilador General	124
5.2.22 Aire acondicionado de la oficina. Marca YORK. Modelo ASM24DAD1	124
5.2.23 Bombillos Incandescentes	125
5.3 Estudio De Cargas	127
5.3.1 Cálculos De Circuitos De Iluminación	128
5.3.1.1 Circuito De Iluminación Oficinas, Baños Y Almacén....	128
5.3.1.2 Circuito De Iluminación En Área De Producción.....	129

5.3.2 Circuitos De Tomacorrientes De Uso General.....	129
5.3.2.1 Cálculo El Calibre Del Conductor De Los Circuitos Ramales.....	131
5.3.3 Circuito Dedicados Para Máquinas-Herramientas En El Taller....	135
5.3.4 Capacidad Del Tablero De Cargas Esenciales Y Normales.....	140
5.3.4.1 Tablero para cargas esenciales (TCE)	140
5.3.4.2 Tablero Para Cargas Normales (TCN).....	141
5.4 Canalización A Través De Bandejas Portacables.....	148
5.4.1 Curvas A Utilizar	153
5.4.2 Accesorios	154
5.5 Dimensionamiento De Canalizaciones Eléctricas.....	159
5.6.1 Protección Para Motores Eléctricos	163
5.7 Sistema De Puesta A Tierra Para Equipos	166
CAPITULO VI.....	169
SELECCIÓN DEL GRUPO ELECTROGENO.....	169
6.1 Opción Seleccionada	169
6.2 Cálculo De La Capacidad Del Sistema Eléctrico De Respaldo Teniendo En Cuenta El Tipo De Aplicación Y Cargas Esenciales	171
6.3 Ubicación Del Grupo Electrónico (GE)	175
6.4 Cálculo del alimentador del GE al tablero de cargas esenciales	183
6.4.1 Dimensionamiento del ducto para colocar en bancada.....	184
6.4.2 Diseño de la Bancada	185
6.5 Selección Del Tablero De Transferencia Automática.....	185
6.6 Especificaciones Técnicas De Los Equipos.....	195
6.6.1 Conductores Eléctricos.....	196
6.6.2 Tablero de Electricidad	196
6.6.3 Protecciones De Circuitos	197
6.6.4 Cómputos Métricos	199

CONCLUSIONES	206
RECOMENDACIONES	208
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	209
ANEXO A.....	¡Error! Marcador no definido.
METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:.....	213

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Jiménez, 2009, p.19. Tipos de aislaciones	49
Figura 2.5. Macias, 2005, p. 5. Tubo flexible	56
Tabla 2.2. Jiménez, 2009, p.48. Valores típicos de resistividad.....	68
Tabla 5.1. Valores de placa torno universal. Marca TECNOIMPES	115
Tabla 5.2. Valores de placa torno universal. Marca VDF	116
Tabla 5.3 Valores de placa torno universal. Marca ARIS. Modelo 8RVX5P262	117
Tabla 5.4 Valores de placa torno universal. Marca ARIS.Modelo 88RVX11270	117
Tabla 5.5.Valores de placa del motor eléctrico para realizar mecanizado ..	118
Tabla 5.6.Valores de placa del motor eléctrico para mover bandeja de trabajo	118
Tabla 5.7. Valores de placa máquina de soldar	118
Tabla 5.8. Valores de placa del motor eléctrico de la Acepilladora.....	119
Tabla 5.9. Valores de placa Sierra Vaivén eléctrica. Marca FAEL.....	119
Tabla 5.10. Valores de placa Esmeril de banco. Marca: METABO.....	120
Tabla 5.11. Valores de placa del motor del mandril	121
Tabla 5.12. Valores de placa del motor para mover bandera hacia los lados	121
Tabla 5.13. Valores de placa taladro de banco. Marca ROCKWELL.....	121
Tabla 5.14. Valores de placa	122
Tabla 5.15. Valores de placa	123
Tabla 5.16. Valores de placa de aire acondicionado. Marca YORK	125
Tabla 5.17. Valores eléctricos de las máquinas-herramientas trifásicas.....	126
Tabla 5.18. Valores eléctricos medidos del ventilador	127
Tabla 5.19. Circuito de iluminación de oficinas, baños y almacén.....	128

Tabla 5.20. Circuitos de iluminación en área de producción.....	129
Tabla 5.22. Valores de los circuitos ramales de tomacorrientes para determinar calibre del conductor, donde $V= 120\text{ V}$, $f.p=0,95$, $\Delta V = 3\%$	134
Tabla 5.23. Selección del calibre de conductores de los circuitos de tomacorrientes de uso general en el área de producción	135
Tabla 5.24. Valores para seleccionar calibre del conductor del circuito dedicado de las máquinas-herramientas, donde $V= 208\text{ voltios}$, $\Delta V=5\%$, y $f.p=0,95$	138
Tabla 5.25. Selección del calibre del conductor para circuitos dedicados de las máquinas-herramientas.....	139
Tabla 5.26. Balance de fases para tablero de cargas esenciales (TCE)	142
Tabla 5.27. Porcentaje de diferencia respecto al promedio por fase	142
Tabla 5.28. Corriente de reserva por fase del tablero de cargas esenciales.....	143
Tabla 5.29. Corriente de reserva por fase del tablero de cargas esenciales.....	143
Tabla 5.30. Balance de fases para tablero de cargas normales (TCN)	145
Tabla 5.31. Porcentaje de diferencia respecto al promedio por fase	145
Tabla 5.32. Corriente de reserva por fase del tablero de cargas normales	146
Tabla 5.33. Cálculo de la acometida.....	146
Tabla 5.34. Ancho de la bandeja porta cables tramo AB y BC	150
Tabla 5.35. Ancho de la bandeja porta cables tramo CD.....	151
Tabla 5.36. Ancho de la bandeja porta cables tramo CE y CF	152
Tabla 5.37. Ancho seleccionado para tramos de la bandeja portacables ...	152
Tabla 5.38. Diámetro en tubería comercial de tipo EMT liviana galvanizada para cable multiconductor a usar.....	161
Tabla 5.39. Diámetro en tubería comercial de tipo EMT liviana galvanizada para cable monoconductor a usar.....	161

Tabla 5.40. Tamaño comercial de tubo conduit EMT a usar para canalización de bandeja portacables para llegada a equipo	162
Tabla 5.42. Selección de protecciones para los circuitos ramales.....	163
Tabla 5.43. Selección de las protecciones para los motores eléctricos	165
Tabla 5.44. Selección de protecciones para las máquinas de soldar	166
Tabla 5.46. Calibre del conductor para tierra de equipos	168
Tabla 6.1 Valores característicos del GE	174
Tabla 6.4. Características de interruptores para protección de circuitos	198
Tabla 6.5 Cómputos métricos del proyecto.....	199

INDICE DE FIGURA

Figura 2.1. Penissi, 1989, p.16. Cajetines y cajas de empalmes con tapa ...	52
Figura 2.2. Penissi, 1989, p.23. Empalme en tubería EMT utilizando anillo .	53
Figura 2.3. Macias, 2005, p. 4. Accesorio para unión especial	54
Figura 2.4. Macias, 2005, p.8. Accesorios para canalización con tubo conduit	55
Figura 2.6. Macias, 2005, p. 7. Tubos rígidos de PVC.....	57
Figura 2.7. Macias, 2007, p.12. Modelo de ducto metálico.....	58
Figura 2.8. Harper, 2007, p. 312. Interruptor termomagnético	62
Figura 2.9. Jiménez, 2009, p.35 Componentes de sistema de puesta a tierra.....	65
Figura 2.10. Jiménez, 2009, p.36 Esfera de influencia de electrodo simple .	66
Figura 2.11. Jiménez, 2009, p.48. Suelo de varios estratos o capas.....	69
Figura 2.12. Farrera, 2007, p.18. Constitución del motor trifásico	72
Figura 2.13. Harper, 2007, p. 296. Diagrama general del circuito derivado de un motor.....	73
Figura 2.14. León, 2009, p.56. Sistema de Energía Ininterrumpida.....	76
Figura 2.15. León, 2009, p.54. Generador eléctrico.....	77
Figura 2.16. Abad y Grefa, 2008, p.17. Generador Diesel Caterpillar.....	80
Figura 2.17. Tablero de Transferencia Automática Marca Enermol.....	82
Figura 5.2. Tramo recto tipo escalera	153
Figura 5.3. (A) Curva horizontal 90° (B) Curva horizontal Tee Ladder.....	153
Figura 5.4. Tipos de reducciones.....	154

Figura 5.5. Cables puentes de unión.	155
Figura 5.6. Tapa para extremo final de canalización	155
Figura 5.7. Tornillo tipo carruaje	156
Figura 5.8. Amarre de cables utilizando tie-rap.....	156
Figura 5.9. Unión de secciones con plancha de empalmes.....	156
Figura 5.10. Soporte para tubo conduit y con puente para tierra.....	157
Figura 5.11. Tipo de abrazadera a emplear.....	157
Figura 5.12. Soporte de pared	157
Figura 5.13. Localización de los soportes en tramos rectos	158
Figura 5.14. Localización recomendada de soportes en curva horizontal 90°	158
Figura 5.15. Localización recomendada de soportes en curva Tee Ladder	159
Figura 6.1. Grupo Electrónico Marca John Deere 125kVA.....	173
Figura 6.2 Fuente Power Generation Cummins. Aislador tipo resorte	179
Figura 6.3. Diagrama de transferencia automática. Fuente propia	187
Figura 6.4. Comelecinca Power Systems, C.A Tablero de Transferencia Automática.....	188
Figura 6.5. Comelecinca Power Systems, C.A. Vista interna de Tablero de Transferencia Automática serie TTA.....	189
Figura 6.6. Comelecinca Power Systems, C.A. Dimensiones del Tablero de Transferencia Automática Serie TTA Modelo TTA-400	189
Figura 6.7. Módulo marca Lovato Electric modelo ATL10	192
Figura 6.8. Tipo de conmutador a utilizar para la transferencia	193
Figura 6.9. Dimensiones conmutador marca ABB	193
Figura 6.10. Comelecinca Power Systems, C.A. Diagrama de conexión de potencia y control.....	194

INTRODUCCIÓN

A través de los tiempos, el hombre se ha valido de diferentes formas de energía que le han permitido su subsistencia, crecimiento y desarrollo. Entre estas formas se encuentra la energía eléctrica, que representa una gran e indiscutible importancia en el desarrollo de las sociedades actuales. La energía eléctrica a través de innumerables maneras brinda servicios diversos, recreación, entretenimiento y comodidades; sin ella la iluminación, comunicación, telefonía, radio, no existirían y el campo de las industrias no sería lo que es en la actualidad. La alta dependencia de la civilización actual a este tipo de energía, es tal, que se ha vuelto indispensable y fundamental, en este sentido, cada día en el mundo entero, muchos científicos buscan diversos recursos y maneras para producir electricidad.

Países desarrollados como Estados Unidos, España, Japón, China, entre otros, dedican esfuerzos y recursos económicos para la producción y distribución de la energía eléctrica, invirtiendo millones de dólares para aumentar su capacidad de potencia y hacer que su sistema para la comercialización de electricidad tenga una alta confiabilidad y seguridad, motivado al alza de su población, y campo empresarial.

Venezuela es uno de los países con mayor grado de electrificación en América Latina; más del 94% de la población dispone del servicio a través del Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Gran parte del SEN es abastecido por Centrales hidroeléctricas, siendo las de mayor importancia las ubicadas al Sur-oriente del país (estado Bolívar) representado principalmente por la Represa de Guri, en el Río Caroní.

Actualmente el SEN no cuenta con la capacidad para satisfacer la demanda, esto evidentemente origina serios problemas en los sistemas de generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, trayendo consigo interrupciones del servicio eléctrico en gran parte del país, afectando innumerables sectores, entre estos: residencial, empresarial, comercial y hospitalario y por ende en el progreso económico de la nación. Según información aportada por la Corporación Eléctrica Nacional (CORPOELEC) hasta la fecha, la demanda promedio ha sobrepasado la oferta total efectiva, obligando a la industria eléctrica a implementar estrategias que permitan disminuir las fallas en la prestación del servicio eléctrico, es por ello que esta realizando programas de racionamiento de dicho suministro en la mayoría de los estados del país.

Eventualidades en el servicio eléctrico como fallas eléctricas ocurrentes en cualquier instante y racionamientos programables, hacen que la confiabilidad en el sistema disminuya considerablemente, comprometiendo la disponibilidad de electricidad en todo el país.

Muchas son las empresas que en la actualidad dependen del suministro de electricidad para llevar a cabo procesos continuos de producción para poder funcionar y salir adelante. De existir problemas en la red eléctrica y no contar con un sistema de respaldo para solventar el problema a corto plazo, se puede perder el trabajo de muchas horas con el hecho de quedar repentinamente sin el servicio eléctrico, ¿qué hacer en ese momento?, ¿sólo esperar la reactivación de la energía eléctrica?. Es algo que se debe analizar, pues es parte importante en el crecimiento y desarrollo.

Esta situación que se vive en la actualidad afecta considerablemente a los usuarios de este servicio, particularmente el estado Anzoátegui no escapa a esta realidad, donde es evidente las eventualidades en la prestación del servicio eléctrico. En el caso de Taller Tornos PH C.A ubicado en la capital de este estado, no es ajeno a este inconveniente, y plantea las

siguientes interrogantes: ¿Qué alternativa permitiría solucionar el problema de interrupciones en el suministro eléctrico en esta empresa?, ¿Qué sistema de respaldo proporcionará la potencia eléctrica necesaria para la continuidad de actividades en el área de producción?.

Por todo lo antes expuesto, esta investigación se circunscribe en proponer un sistema de respaldo utilizando un Grupo Electrónico para el Taller Metalmecánico Tornos PH C.A, como alternativa de solución a la problemática detectada, permitiendo así la continuidad en el proceso de fabricación en la empresa ante una eventualidad en el suministro eléctrico.

El siguiente estudio consiste en dar a conocer el actual comportamiento del sistema eléctrico de la empresa, sus mejoras técnicas, y proponer un sistema eléctrico de respaldo que permita suplir la carga eléctrica (kVA) requerida para la conexión de las cargas esenciales, necesarias para que la empresa pueda mantenerse en operación ante alguna contingencia en el suministro de energía por parte de la red externa. Siendo éste uno de los objetivos principales del presente trabajo de grado; además de presentar opciones y recomendaciones para el desempeño eficiente del sistema eléctrico en la infraestructura.

Un sistema de respaldo es una fuente independiente de energía, que garantiza de manera confiable y segura el funcionamiento de cargas o equipos críticos durante un tiempo específico, ante alguna falla en el suministro normal de energía a un establecimiento.

Esta investigación está estructurada en seis capítulos, orientados a expresar los diferentes momentos de la misma.

En el Capítulo I, denominado el Problema y sus Generalidades, está conformado por el planteamiento del problema, los objetivos, la justificación de la investigación, descripción de la empresa y definición de términos.

En el Capítulo II, corresponde al Marco Teórico, donde se presentan los antecedentes y se analizan bases teóricas fundamentales.

En el Capítulo III, se describe la metodología que se emplea para el desarrollo del trabajo, directamente relacionado con la elaboración de una propuesta en modalidad Proyecto Factible a partir de una investigación de campo, descriptiva y aplicada.

En el Capítulo IV, se presentan los criterios de diseño tomando en cuenta el Código Eléctrico Nacional (CEN), las normas PDVSA, Manual de la C.A La Electricidad de Caracas para el diseño del sistema de respaldo a proponer.

En el Capítulo V, se describe el sistema eléctrico y las características de las cargas eléctricas presentes en el taller, y a la vez se plantean mejoras en circuitos ramales haciendo uso de normas técnicas nacionales e internacionales.

En el Capítulo VI, se establecerá las especificaciones técnicas del sistema de respaldo, (características del grupo electrógeno), se selecciona el equipo para la transferencia automática de dicho sistema, y culminando con la evaluación de aspectos técnicos, económicos y ambientales de la implementación del sistema propuesto.

En la parte final de este trabajo se exponen una serie de conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y algunos anexos. Se espera cubrir todos los aspectos relacionados con esta investigación y que sirva de motivación y apoyo para futuras investigaciones.

CAPÍTULO I

PROBLEMA Y SUS GENERALIDADES

1.1 Planteamiento Del Problema

La evolución y avances científicos tecnológicos han transportado al ser humano a ser cada día más dependiente de éstos. Uno de estos avances importantísimos para la humanidad lo constituye la energía eléctrica, pues sin ella, se volvería a la época primitiva.

De allí, la energía eléctrica representa el pilar fundamental para el desarrollo de las sociedades, puesto que está presente en todo proceso de producción y nacimiento de todo lo que tiene que ver con la vida, es decir, la vida misma depende de la energía eléctrica, por lo tanto, hay que conservarla y preservarla. Es por ello, que muchos países dedican esfuerzos y recursos económicos para la producción y distribución de la energía eléctrica, invirtiendo millones de dólares para aumentar tanto su capacidad de generación como la confiabilidad del sistema con el que se presta dicho servicio, motivado esto al alza de su población, y campo empresarial.

Hoy en día, en los procesos productivos de las empresas la electricidad es de vital importancia; resulta difícil poder funcionar y tener éxito para una empresa si existen fallas en el suministro de energía y de no contar con una alternativa para solventar el problema a corto plazo, se puede perder el trabajo de muchas horas con el hecho de quedar repentinamente sin el servicio eléctrico.

En Venezuela, el Sistema Eléctrico Nacional actualmente no cuenta con la capacidad para satisfacer la demanda, originado directamente por un alto consumo progresivo de electricidad, uso no racional de la energía, tomas ilegales no sancionadas, condiciones ambientales adversas, la falta de políticas de ahorro energético; y fundamentalmente por la falta de planificación e inversiones públicas en el sector; ocasionando problemas en los sistemas de generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, obligando a la empresa de electricidad a realizar programas de racionamiento de dicho suministro en la mayoría de los estados del país.

Los racionamientos de electricidad ocasionan pérdidas económicas en el sector residencial, comercial e industrial. En el caso particular del Taller Tornos PH C.A, ubicado en el estado Anzoátegui, no escapa de esta realidad cuando se evidencia: daños en aparatos, instrumentos y maquinarias eléctricas, disminución de la producción, incumplimiento de los pedidos, desinterés por parte de quienes hacen posible el proceso productivo en el taller, entre otros. Todos estos problemas inciden en el normal funcionamiento de la empresa, y por ende en la producción y economía de la misma.

El Taller Metalmecánico Tornos PH. C.A. es una empresa que realiza tratamiento a los metales con el fin de darles formas adecuadas para su uso tanto en elementos estructurales como piezas mecánicas. Esta empresa se dedica directamente a reconstruir maquinarias industriales, fabricar repuestos y equipos de óptima calidad mediante máquinas herramientas como: tornos universales, fresadoras, acepilladoras, máquinas de soldar, entre otras.

Por todo lo antes expuesto, este trabajo se circunscribe en proponer un sistema de respaldo utilizando un grupo electrógeno para el taller

metalmecánico Tornos PH C.A, siendo esto de gran importancia porque constituye una solución a la problemática detectada.

Para esta propuesta, se proyecta un sistema seguro y confiable caracterizado por un generador eléctrico impulsado por motor a combustión interna. Para lograr este estudio, se desarrollará en primer lugar una descripción del sistema eléctrico y las características de las cargas eléctricas presentes en el taller; en segundo lugar, se establecerá las especificaciones técnicas del sistema de respaldo de acuerdo a los criterios de servicio y cargas esenciales; en tercer lugar, se realizarán cálculos de conductores, canalizaciones y protecciones del sistema propuesto; en cuarto lugar, se seleccionará el equipo para la transferencia automática del sistema de respaldo; en quinto lugar, se evaluarán aspectos técnicos, económicos y ambientales de la implantación del sistema de respaldo; y por último, se establecerán conclusiones y recomendaciones que permitan un eficiente rendimiento del sistema propuesto.

Para este estudio de ingeniería se tomaron en cuenta lineamientos teóricos para establecer criterios de diseño y procedimientos como también normas de electricidad y seguridad exigidas por el Código Eléctrico Nacional, normas PDVSA y el Manual de la C.A L.a Electricidad de Caracas, entre otras.

Este trabajo tiene como alcance el diseño completo de un sistema de respaldo como fuente independiente de energía, que proporcione automáticamente energía eléctrica confiable, durante un tiempo específico a cargas esenciales para un proceso continuo de fabricación en el área de producción de la empresa ante una eventualidad en el suministro eléctrico por parte de la compañía de electricidad.

Como limitaciones en este proyecto tenemos, por razones económicas la carga a respaldar por el sistema propuesto será la de mayor importancia en el área de producción, y la elección de equipo y materiales a utilizar se hará de acuerdo a los disponibles en el mercado nacional.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Elaborar una propuesta de un sistema de respaldo utilizando un grupo electrógeno para el Taller Metalmecánico Tornos PH C.A ubicado en Barcelona, estado Anzoátegui.

1.2.2 Objetivos específicos

- Describir el sistema eléctrico y las características de las cargas eléctricas presentes en el taller metalmecánico Tornos PH C.A.
- Establecer las especificaciones técnicas del sistema de respaldo de acuerdo a los criterios de servicio y cargas esenciales.
- Realizar cálculos de conductores, canalizaciones y protecciones del sistema de respaldo.
- Seleccionar el equipo para la transferencia automática del sistema de respaldo de acuerdo a la disponibilidad en el mercado.

- Evaluar los aspectos técnicos, económicos y ambientales de la implantación de la solución.

1.3 La Empresa

La empresa donde se desarrolló el presente trabajo es Taller Tornos PH C.A, empresa metalmecánica para la elaboración de equipo, instrumentos, herramientas y repuestos mecánicos.

1.3.1 Descripción

El Taller Metalmecánico Tornos PH. C.A., fundado en el año 1975 es una asociación de dos hermanos, Saúl Agostini y Carlos Agostini. Es una empresa ubicada en Barcelona estado Anzoátegui, que realiza tratamiento a los metales con el fin de darles formas adecuadas para su uso tanto en elementos estructurales como piezas mecánicas. Esta empresa se dedica directamente a reconstruir maquinarias industriales, fabricar repuestos y equipos de optima calidad mediante máquinas herramientas como: tornos universales, fresadoras, acepilladoras, maquinas de soldar, entre otras.

1.3.2 Ubicación Geográfica

La empresa dispone de una única sede ubicada en Barcelona capital del estado Anzoátegui, específicamente en Barrio Colombia, Calle La manzana cruce con Calle Barcelona N°. 9, adyacente a la Av. Fuerzas Armadas.

1.3.3 Misión

Crear y operar una empresa metalmeccánica competitiva, respetable y confiable, con conciencia ambientalista, reconocida por fabricar, construir y/o producir piezas en acero con un alto grado de precisión.

1.3.4 Visión

Excelencia en producir y/o construir repuestos en el ramo de fabricación mecánica de alta calidad para su clientela en general.

1.3.5 Objetivos De La Empresa

Taller Metalmeccánico Tornos PH C.A, orienta sus objetivos, tanto como una empresa constituida para ofrecer un proceso de calidad en cuanto a fabricación mecánica, como para establecerse en el mercado como una empresa líder y competitiva, basándose, para ello en el logro de objetivos propios de constitución. Entre los objetivos como empresa fabricante, se propone:

- Fabricar y construir piezas mecánicas, repuestos y equipos de optima calidad.
- Garantizar en todo momento la seguridad del personal, la integridad y confiabilidad de las instalaciones y la protección del ambiente.
- Desarrollar y mantener una estrecha relación con la comodidad e instituciones, en las áreas en las cuales opera la empresa.
- Ser reconocidos como lideres en lo referente al mercado competitivo.

1.3.6 Dimensiones De Taller Metalmecánico Tornos PH C.A

Frente: 18metros (m)

Largo: 32 m

Fondo: 18 m

Altura: 8 m

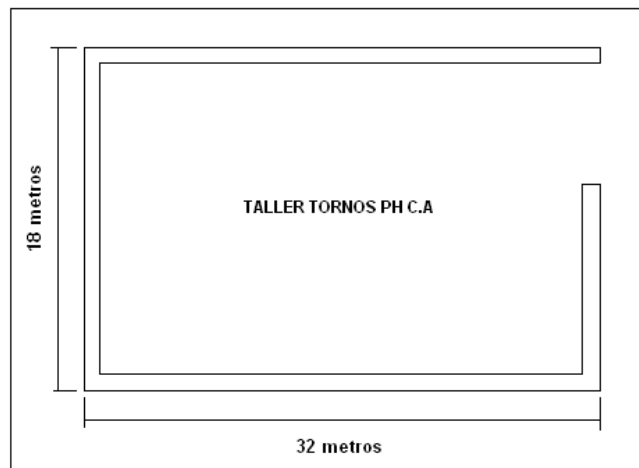


Figura 1.1. Dimensiones de Taller Tornos PH C.A. Fuente propia

1.3.7 Antecedentes

El Taller Metalmecánico Tornos PH C.A, se planteó una propuesta de un sistema de respaldo utilizando un grupo electrógeno para la continuidad de operaciones en el área de fabricación ante una eventualidad en la alimentación por parte de la compañía de electricidad; para ello se hace la evaluación del sistema eléctrico de la infraestructura, y se establecerán recomendaciones que logren un desempeño eficiente de dicho sistema.

1.3.8 Herramientas Para Desempeño De Actividades En La Empresa

- Seis (6) Tornos universales
- Una Amortajadora
- Dos (2) Máquinas de soldar
- Una Acepilladora
- Dos (2) Sierras vaivén eléctricas
- Dos (2) Esmeriles de banco
- Un Taladro radial
- Dos (2) Taladros de banco
- Dos (2) Fresadoras universales
- Una Fresadora universal cabezal fijo
- Un Compresor de aire eléctrico
- Un Ventilador general
- Una Prensa hidráulica. Marca SIWAW. Capacidad 100 toneladas. Fabricación brasilera
- Un Montacarga. Marca HYSTER COMPANY. Modelo 05D8248M
- Tres (3) carruchas hidráulicas
- Dos (2) equipos de oxicorte, con bombona de oxígeno y gas
- Entre otras herramientas eléctricas portátiles tenemos: trozadora, esmeril, taladros.

1.4 Definición De Terminos

1.4.1 Torno Universal

Es una máquina-herramienta para mecanizar piezas por revolución quitando material en forma de viruta mediante dispositivos de corte hechos

de acero al carbono, acero rápido, acero rápido al cobalto, widia, entre otras. Los tornos son muy utilizados para hacer herramientas, matrices o piezas de precisión para maquinaria.

1.4.2 Esmeril De Banco

Es un equipo que permite hacer filo a herramientas en forma cuadrada y aguda, reparar, mechas y punzones; afilar herramientas de corte. La mayoría de estos esmeriles tienen un motor eléctrico que impulsa dos ruedas de manera simultánea. Estas ruedas son granos de material abrasivo (por ejemplo oxido de aluminio) unidos a alta temperatura.

1.4.3 Amortajadora

Es una máquina-herramienta que permite a través de dispositivos filosos efectuar cortes genéricos, tallado de ranuras (muescas) rectas en diferentes perfiles en piezas metálicas.

1.4.4 Acepilladora

Es una máquina-herramienta que mediante movimientos longitudinales permite el alisado de superficies con cepillo a metales sacando viruta y logrando una superficie uniforme.

1.4.5 Sierra Vaivén Eléctrica

Es un equipo que permite a través de una hoja metálica dentada realizar cortes exactos transversales a materiales metálicos.

1.4.6 Taladro Radial

Es un equipo que a través de un motor eléctrico de velocidad variable da movimientos circulares a un dispositivo mandril el cual sujeta una mecha cortante para realizar agujeros determinados a una pieza metálica.

1.4.7 Fresadora Universal

Es una máquina-herramienta constituida por una serie de cuchillas o buriles que, con movimiento circular, sirve para efectuar cortes genéricos en superficies planas o perfiles irregulares, utilizándose para mecanizar dientes de engranes rectos y helicoidales, escariadores, roscas, también para graduar con precisión medidas regularmente espaciadas.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes De La Investigación

De acuerdo a las bibliografías revisadas referentes al tema, se encontraron estudios que sirven de referencia a la problemática planteada. Entre ellos se tienen:

Rondón (2005), realizó una investigación titulada “Estudio del sistema eléctrico del Llenadero de la Refinería P.L.C para la operación de emergencia”, la cual concluyó: durante un corte total de energía, un generador auxiliar Diesel puede garantizar el suministro de energía a equipos que así lo ameriten; por no contar en las instalaciones del Llenadero de algún tipo de sistema de emergencia que pueda ejecutarse en caso de que este tipo de fenómeno ocurra, el objetivo principal en este proyecto se basó en proponer una solución, previo estudio de ingeniería para establecer un procedimiento de emergencia que permita alimentar o mantener operativa las cargas mas críticas asociadas a los diferentes productos despachados a través del Llenadero por medio de la utilización de un generador auxiliar.

Ortiz (2007), en su tesis de grado titulada “Propuesta para la modernización de la subestación y el sistema eléctrico de emergencia del Internado Judicial José Antonio Anzoátegui de Barcelona, estado Anzoátegui”, concluyó: el sistema propuesto para las instalaciones es distribución radial simple en bancadas a nivel de tensión 480 Voltios (V), cada edificación o instalación consta de transformadores secos 480V - 208V.

Se desarrolla un nuevo centro de carga para alimentar futuras edificaciones. La escogencia del equipo para la carga de emergencia total está entre los rangos comerciales de 350 y 400 kVA. El intervalo de tiempo para la incorporación de las cargas al sistema de Generación de Emergencia es de 4 segundos entre ellas. Es necesario un plan de mantenimiento preventivo y correctivo que impida que instalaciones de este tipo lleguen al punto en que su confiabilidad sea nula, garantizando seguridad y comodidad tanto para el personal que labora como para los internos.

Abad y Grefa (2008), en su tesis de grado titulada “Diseño e Implementación de un tablero para la transferencia automática de energía y sincronización de generadores de emergencia para el centro comercial El Condado”, concluyeron: la transferencia automática de energía y sincronismo de generadores se hace mediante el uso del equipo controlador EGCP-2, se hace el dimensionamiento de los equipos de fuerza como el conmutador, las barras conductoras y los disyuntores, considerando también los contactos auxiliares y mandos motorizados utilizados. Se describe el montaje e instalación de los equipos de fuerza y control en el tablero de acuerdo a las normas NEC, las consideraciones de puesta a tierra de los dispositivos, los elementos de protección con los que cuenta el sistema de transferencia están de conformidad con los estándares ANSI y mención de las pruebas pre-operacionales, las consideraciones previas para el buen desempeño de éstas, la configuración de parámetros para el arranque y la comprobación de funcionamiento del sistema.

León (2009), en su tesis de grado titulada “Estudio técnico y económico de la factibilidad de implementar un sistema eléctrico de emergencia en INELECTRA, sede Teramo, Sector El Peñonal”, concluyó: el sistema eléctrico de emergencia a escoger es el motogenerador por poseer

la capacidad necesaria para el Centro Empresarial Teramo. La capacidad del generador se estima en 40 kVA. El generador se dimensiona con una autonomía de cuatro horas, ya que es el tiempo que dura el combustible, después de estas cuatro se tiene que abastecer nuevamente, el sistema continuo de emergencia es para cargas críticas prioritarias. Un aproximado de carga que va al sistema eléctrico de emergencia es de un 40 % del total del edificio.

Parra (2009), realizó una investigación titulada “Automatización del sistema de transferencia de carga de ZARAMELLA AND PAVAN CONSTRUCTION COMPANY, S.A.”, donde se concluyó: La tensión a la cual la carga será transferida es de 480V. Principalmente se rediseña el tablero de transferencia manual a través de lógica cableada para obtener respuestas automáticas y controladas, sin intervención del operador. Para así minimizar el índice de pérdidas y accidentes. Se hacen el respectivo estudio de carga y de cortocircuito como también de los distintos componentes que formarán parte del sistema automático de transferencia.

2.2 Base Teórica

Se hace necesario mostrar un breve resumen de aspectos teóricos más sobresalientes que guardan relación con el trabajo bajo estudio.

2.2.1 Generalidades

Con el paso del tiempo, en muchas partes del mundo los sistemas de generación de energía de respaldo o auxiliares ha recaído en plantas termoeléctricas principalmente. En la actualidad han sido muchos los avances notables que ha tenido la tecnología específicamente en el uso de

energías alternativas para la generación teniendo en cuenta no ocasionar daño alguno a los recursos naturales utilizados, es decir, obtener de estos el mayor provecho posible conservando sus propiedades y destino natural dentro del planeta; prueba de ello es el uso de la energía eólica mediante el empleo de aerogeneradores y/o microturbinas, y la energía solar usando paneles fotovoltaicos, entre otras. Como meta se busca obtener plantas de generación en las cuales se utilicen como fuente primaria los recursos que proporciona la naturaleza siendo estos abundantes en diferentes zonas del planeta y con un alto potencial energético.

Un sistema de respaldo eólico o solar implica una inversión económica considerable y contar con señales naturales de incidencias de vientos en árboles (de acuerdo a estaciones meteorológicas cercanas que aseguren magnitudes de velocidad de viento importantes) o luz solar directa respectivamente. Cuando no existe alguna de estas condiciones, se recomienda el uso adecuado de generadores a base de combustible (grupos electrógenos) cumpliendo con las medidas correspondientes para el control de gases contaminantes al medio ambiente, y mas al tratarse de instalaciones industriales, instalaciones que dan servicios a líneas de producción, juegan un papel importante y un desempeño estable cumpliría con el propósito en un 100% de disponibilidad de los mismos, en cualquier momento que así lo requiera.

En este mismo orden de ideas, es una realidad la importancia de Venezuela como potencia energética global. La producción en estos momentos recae en grandes generadores ubicados en centrales eléctricas a partir de la utilización de tecnologías hidráulicas y del uso de combustible. Migrar a un esquema mixto, mediante la adopción de alta tecnología para generación de energías alternativas, que sin dejar de ser eficientes,

favorezcan el cuidado del medioambiente y constituyan una forma de inversión en el desarrollo del capital social, formara parte de una alternativa para nuevas formas de generación eléctrica, y así disminuir su dependencia actual a centrales hidroeléctricas.

2.2.2 Instalación Eléctrica

En su obra Jiménez (2009), denomina instalación eléctrica “al conjunto de elementos que permiten transportar, distribuir y hacer uso de la energía eléctrica en forma segura y confiable, desde el punto de suministro hasta los usuarios de esta energía” (p.13).

En concordancia con lo anteriormente descrito, las instalaciones eléctricas por muy sencillas o complejas que parezcan, es el medio mediante el cual los hogares y las industrias se abastecen de energía eléctrica de una manera segura y eficiente para el funcionamiento de los aparatos domésticos o industriales respectivamente, que necesiten de ella. Es indispensable que toda instalación se ejecute cumpliendo con las normativas eléctricas pertinentes al caso, y además cuente con materiales certificados que respondan a las exigencias técnicas de cada instalación para garantizar el buen y duradero funcionamiento de la misma.

2.2.3 Tipos De Instalaciones Eléctricas

Al respecto, Jiménez (2009) expresa: “si se toma en consideración el tipo de consumidor, el cual es servido, las características de las cargas, los volúmenes de energía involucrados, las instalaciones eléctricas pueden ser divididas en tres grupos:

2.2.3.1 Instalación Industrial

Comprende a los grandes consumidores de energía eléctrica, tales como las industrias del acero, químicas, petróleo, papel, entre otros; que alimentan a equipos de mediana o gran potencia, como motores, hornos, entre otros; que generalmente reciben el suministro eléctrico en alta tensión.

2.2.3.2 Instalación Comercial

Es un término colectivo para sistemas de energía existentes dentro de grandes complejos comerciales, tales como edificios de gran altura, bancos, supermercados, escuelas, aeropuertos, hospitales, puertos, entre otros. Este tipo de sistemas tiene sus propias características, como consecuencia de las exigencias especiales en cuanto a seguridad de las personas y de los bienes, por lo que generalmente requieren de importantes fuentes de respaldo en casos de emergencia.

2.2.3.3 Instalación Residencial

Alimenta de energía eléctrica a casas y centros urbanos, pero con una densidad de carga pequeña. Son sistemas en los cuales es muy importante el adecuado dimensionamiento y selección de los equipos y artefactos eléctricos domésticos” (pp.13 -14).

En relación a esto, Harper (2007) plantea que una instalación industrial “va desde pequeños talleres hasta instalaciones medianas y grandes, en estos últimos casos por lo general se requiere de alimentación en alta tensión trifásica, usando una o mas subestaciones eléctricas para la reducción a los voltajes de utilización y la distribución apropiada” (p.286).

En este sentido, el diseño de una instalación eléctrica industrial debe acatar normativas eléctricas referentes al caso, y además contar con materiales certificados en función directa de la seguridad, continuidad y calidad de la instalación. Básicamente en una industria, la instalación debe asegurar una máxima eficiencia en el suministro, distribución y control de energía; una falla eléctrica puede provocar graves pérdidas humanas, materiales y económicas.

2.2.4 Elementos Que Constituyen Una Instalación Eléctrica

Una instalación eléctrica está constituida por varios elementos, entre los más importantes tenemos: acometida, contador eléctrico, interruptor principal de servicio, tablero principal, circuitos ramales y alimentadores. A continuación se describe algunos de ellos:

2.2.4.1 Acometida

Al respecto, el manual para el diseño de instalaciones eléctricas en residencias de la C.A. La Electricidad de Caracas, manifiesta que la acometida:

Es una derivación desde la red de distribución de la empresa de servicio eléctrico hacia la vivienda del consumidor. Termina en el interruptor principal de servicio instalado después del contador eléctrico, y es éste el punto donde se entrega la energía eléctrica al cliente (p.1).

En este mismo orden de ideas, la acometida es una línea que conecta la red eléctrica de alimentación (propiedad de la compañía suministradora) y el sistema de medición (usuario). Esta puede ser según sea el caso

acometida aérea o subterránea. El conductor de la acometida deberá tener suficiente capacidad portadora de corriente para manejar la carga y deberán ser aislados para la tensión de servicio.

2.2.4.2 Contador Eléctrico

Es un aparato que tiene como propósito cuantificar el consumo de energía eléctrica de acuerdo con las condiciones del contrato de compra-venta fijado por la compañía de electricidad.

2.2.4.3 Interruptor Principal De Servicio

Referente a esto, el manual para el diseño de instalaciones eléctricas en residencias de la C.A. La Electricidad de Caracas señala: “el interruptor principal de servicio instalado después del contador eléctrico, y es éste el punto donde se entrega la energía eléctrica al cliente” (p.1).

En este sentido, este dispositivo es necesario para preservar los equipos e instalaciones eléctricas de posibles fallas que pudieran ocurrir en los equipos mismos, o en otra parte del sistema incluyendo el de la red de distribución de la compañía de electricidad.

2.2.4.4 Tablero Principal

Al respecto, el manual para el diseño de instalaciones eléctricas en residencias de la C.A. La Electricidad de Caracas expresa:

El centro vital de la instalación eléctrica interior es el tablero principal de distribución, colocado cerca del medidor, y tiene tres funciones: (a) Distribuir

la energía eléctrica que entra por la acometida entre varios circuitos ramales según las necesidades del hogar. (b) Proteger cada circuito ramal contra cortocircuitos y sobrecarga. (c) Proveer la posibilidad de desconectar de la red cada uno de los circuitos o toda la instalación interior (p.1).

En su obra, Penissi (1989), denomina un tablero como:

Un panel o grupo de unidades de paneles, diseñados para ensamblaje de un sistema de barras, con interruptores o sin ellos. Pueden ser los interruptores automáticos o no contra sobrecorriente. Estos interruptores se usan también para operación de los circuitos de iluminación, tomas de uso general o fuerza. El tablero podrá estar formado por un gabinete autosoportante o bien en una caja embutida en pared o tabiques. El acceso al mismo será siempre por el frente donde habrá una tapa cubre barras y protecciones, además una puerta con bisagra que puede o no tener cerradura (p.48).

Partiendo de estas consideraciones, cuando el lugar donde se proyectará la instalación costa de gran superficie o de varios pisos es recomendable subtableros de distribución, los cuales se conectan al tablero principal por medio de conductores alimentadores adecuados.

2.2.4.5 Circuitos Ramales

Al respecto, en el manual para el diseño de instalaciones eléctricas en residencias de la C.A. La Electricidad de Caracas se expresa que los circuitos ramales están “formados por dos o tres conductores de cobre aislados, parten de los tableros de distribución y transportan la energía eléctrica hasta los puntos de utilización” (p. 2).

El manual para el diseño de instalaciones eléctricas en residencias de la C.A. La Electricidad de Caracas los clasifica de la siguiente forma:

Circuitos de alumbrado, para luces y algunos artefactos de poca potencia.

Circuitos de tomacorrientes, para artefacto portátiles de poca o mediana potencia. Los artefactos se conectan por medio de tomacorrientes y enchufes.

Circuitos Individuales, para alimentar artefactos de mayor potencia y que por ciertas razones tienen su circuito ramal separado. Los circuitos individuales poseen un interruptor de desconexión en el tablero de distribución (p. 3).

2.2.5 Conductores Eléctricos

Según Harper (2007), “la mayoría de los conductores usados en la actualidad para instalaciones eléctricas comerciales, industriales o residenciales, son de cobre o aluminio. Una propiedad importante a considerar de estos materiales, desde el punto de vista de las instalaciones eléctricas es su resistencia o resistividad” (pp.26-27).

En este mismo orden de ideas, Jiménez (2009) plantea:

Se aplica este concepto a los cuerpos capaces de conducir o transmitir la electricidad. Un conductor eléctrico está formado primeramente por el conductor propiamente, usualmente de cobre, éste puede ser alambre, es decir, una sola hebra o un cable formado por varias hebras o alambres

retorcidos entre sí. El cobre constituye el elemento principal en la fabricación de conductores por sus notables ventajas mecánicas y eléctricas (p.16).

2.2.6 Identificación De Los Conductores Eléctricos

En su obra, Jiménez (2009), señala que según el CEN, los conductores eléctricos aislados deberán ser identificados con marcas permanentes en su superficie a intervalos no mayores de 60 cm. En casos de cables multipolares se identificarán con cintas, o por etiquetas, en casos especiales. Los conductores usados para el neutro, serán blancos o grises, para la puesta a tierra de equipos se utilizará color verde con franjas amarillas (p.21).

Los conductores activos monopolares o multipolares se distinguirán del hilo neutro o de puesta a tierra y podrán ser negros, rojos, azules o amarillos, preferentemente. En todo proyecto en el área de especificaciones del mismo, deberá señalarse el Código de Colores a utilizar, el cual será de estricto cumplimiento (Jiménez, 2009, p.21).

2.2.7 Calibres De Los Conductores Eléctricos

El origen de la denominación de los calibres de los conductores eléctricos reconocidos en la Norma COVENIN 200 (CEN), provienen de AWG (American Wire Gauge), que significa Sistema de Calibres Americanos. En los países Europeos y en la gran mayoría de América Latina los conductores se identifican por su sección en milímetros cuadrados. En Venezuela se identifican los tamaños de los conductores por su sección correspondiente a números que van de menor a mayor como se indican a continuación: 24, 22, 20, 18, 16, 14, 12, 10, 8, 6, 4, 2, 0, 00, 000, 0000, (estos cuatro últimos se abrevian así 1/0, 2/0, 3/0, 4/0; continúa con: 250, 300, 350, 400, 450, 500,

600, 700, 750, 800, 900, 1000, 1250, 1500, 1750 y 2000 MCM (Mil Circular Mil)) (Jiménez, 2009, p.20).

Los conductores se seleccionan a criterios de capacidad de conducción de corriente (ampacidad) y máxima caída de voltaje permisible. Para instalaciones comerciales e industriales, el mínimo calibre de conductor usado es el número 14 AWG, aún cuando para fines prácticos se recomienda el número 12 AWG (Harper, 2007, p.27).

2.2.8 Aislamiento En Los Conductores Eléctricos

En su obra, Jiménez (2009), señala “el objetivo del aislamiento en un conductor es evitar que la energía eléctrica que circula por él, entre en contacto con las personas o con objetos, ya sean éstos ductos, artefactos u otros elementos que forman parte de una instalación” (p.18).

Los diferentes tipos de aislamiento de los conductores están dados por su comportamiento térmico y mecánico, considerando el medio ambiente y las condiciones de canalización a que se verán sometidos los conductores que ellos protegen, resistencia a los agentes químicos, a los rayos solares, a la humedad, a altas temperaturas, llamas, entre otros. Entre los materiales usados para el aislamiento de conductores podemos mencionar el PVC o cloruro de polivinilo, el polietileno o PE, el caucho, la goma, y el nylon.

Para indicar el tipo o propiedad de los materiales aislantes, se utilizan letras que corresponden, en general, a la primera letra de una palabra inglesa asociada con esa característica. Por ejemplo, la letra T significa termoplástico (Thermoplastic). En la tabla 2.1 se da una lista de las más comunes.

Para uso industrial se emplean conductores de baja tensión para 600V. En canalizaciones eléctricas de iluminación y fuerza, los aislantes más utilizados son TW, THW y TTU. Para saber el tipo de ambiente habrá que considerar en qué condiciones está la canalización que aloja los conductores o bien si estos van a la vista.

Tabla 2.1. Jiménez, 2009, p.19. Tipos de aislaciones

Tipos de aislaciones		
T	(Thermoplastic)	Material termoplástico
H	(Heat resistant)	Resistente al calor (heat)
W	(Weather-resistant)	Resistente a la humedad
A	(Asbestos)	Asbesto. Este material está prohibido en la actualidad
M	(Mineral oil)	Resistente a los aceites
N	(Nylon)	Resistente a los aceites
NM	(Non-Metalic)	Cobertura exterior de nylon
R	(Rubber)	Cobertura exterior de nylon (no metálica)
S	(Silicon rubber)	Goma
FEP	(Teflon)	(Goma siliconada)
TFE	(Teflon)	FET y TFE representan dos formulaciones del Teflón
PVC	(Polyvinyl Chloride)	Cloruro de polivinilo
UF/USE	(Underground Feeder/UndergroundServiceEntrance)	Cables que permiten ser enterrados bajo tierra

2.2.9 Canalizaciones Eléctricas

En su obra Harper (2007), manifiesta que las canalizaciones eléctricas “sirven para proporcionar protección mecánica a los conductores, ya que los aísla físicamente y confina cualquier problema de calor o chispas producidas por fallas en aislamiento” (p. 53).

Las canalizaciones eléctricas se pueden instalar en forma embutida y a la vista. Para la primera forma se utilizan tuberías metálicas conocidas en el mercado como EMT o bien plástica recubierta siempre con concreto o material de friso. En el caso de tuberías a la vista, por lo general se colocan en forma paralela o adosada a paredes y techos; ancladas a los mismos por medio de elementos de fijación tales como abrazaderas o estructuras de soporte, especialmente diseñadas para cada caso, como pie de amigo o similares. Para este tipo de instalaciones eléctricas a la vista se utilizan tuberías metálicas rígidas conocidas en el mercado como tipo “Conduit” (Penissi, 1989, p.15).

Por lo antes señalado, se puede afirmar que las canalizaciones son dispositivos que se emplean en las instalaciones eléctricas para contener a los conductores de manera que queden protegidos contra deterioro mecánico y contaminación, y que además protejan a las instalaciones contra incendios por arcos eléctricos que se presentan en condiciones de cortocircuito. La canalización permite que una instalación eléctrica ofrezca seguridad, eficiencia, economía y accesibilidad para poder realizar sin dificultades labores de operación y mantenimiento.

2.2.10 Componentes Empleados En Canalizaciones Eléctricas

Existe una gran variedad de elementos-componentes para canalizaciones en instalaciones eléctricas, algunos son de uso común y otros sólo se usan en aplicaciones específicas. A continuación se presentan algunos de estos:

- Cajetines, cajas de paso y tapas
- Tuberías
- Ductos y canales
- Tanquillas
- Bancadas de tuberías
- Casetas
- Accesorios adicionales: tomacorrientes, tomacorrientes especiales, tomas para iluminación, llaves de interrupción.

2.2.10.1 Cajetines, Cajas De Paso Y Tapas

En su obra Penissi (1989), señala que:

Tanto los cajetines como las cajas de paso son intercaladas o ubicadas al final de un circuito eléctrico, con el objeto de realizar en ella derivaciones, empalmes de conductores eléctricos, o bien la conexión de los mismos a dispositivos de protección, maniobra, tales como interruptores para iluminación, toma corrientes, interruptores termomagnéticos, etc. (ver figura 2.1) (p.15).

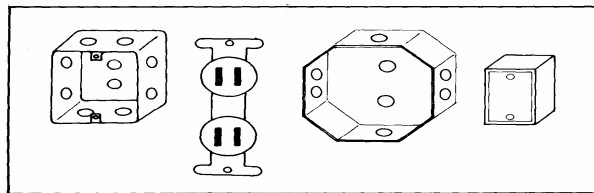


Figura 2.1. Penissi, 1989, p.16. Cajetines y cajas de empalmes con tapa

En su obra Harper (2007), señala que las cajas o cajetines:

En el fondo son terminadas de manera tal que los conductores que entren queden protegidos contra la abrasión (deterioro por rozamiento o corte de partes no pulidas o con rebabas). En general, para cualquier tipo de caja, las aberturas no usadas se deben de tapar de manera que su protección mecánica sea prácticamente equivalente a la red de la caja o accesorio” (p. 65).

Las tapas son diseñadas para cubrir o sellar la boca de cajetines o cajas de paso. Existen tipos de tapas de diseño especial, construidas para cubrir tableros y paneles de protección o de maniobra (Penissi, 1989, p.16).

2.2.10.2 Tuberías

El medio de canalización a través de tuberías puede ser empotradas o a la vista. Para el caso que la tubería se encuentre embutida en paredes, techos o piso la más utilizada del tipo metálico es el tubo EMT. Esta tubería de fabricación nacional viene en dos versiones: pintadas con esmalte al horno o bien galvanizadas. La segunda es un poco más costosa por el proceso del tratamiento en el acabado, pero garantiza mayor durabilidad. Suelen utilizarse también en algunos casos el tubo EMT a la vista, según las necesidades de estética y el diámetro.

El CEN ha normalizado la longitud de este tipo de tuberías en 3 metros y se dispone de diámetros: $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1, 1 $\frac{1}{2}$, 2, 3, 4, 5 y 6 pulgadas. La forma de conexión de un tubo con el siguiente se realiza utilizando anillos con diámetro mayor que el exterior de la tubería y que se ajustan con dos tornillos (Ver figura 2.2).

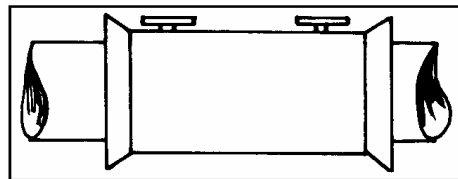


Figura 2.2. Penissi, 1989, p.23. Empalme en tubería EMT utilizando anillo

El tubo conduit de uso muy común en instalaciones industriales, sirve para contener y proteger los conductores eléctricos usados en las instalaciones. Estos tubos pueden ser de aluminio, acero o aleaciones especiales. Los tubos de acero a su vez se fabrican en los tipos pesado, semipesado y ligero, distinguiéndose uno de otro por el espesor de la pared.

2.2.10.2.1 Tubo Conduit Rígido De Acero Galvanizado

Harper (2007), plantea:

El tubo conduit rígido de acero galvanizado (también conocido como tubo de pared delgada) es el medio de canalización más adaptable, se fabrica de acero con un recubrimiento de zinc (galvanizado). Por experiencia se sabe que aún en las peores condiciones (a la intemperie), toma alrededor de 30 años para que se deteriore, cuando están a la intemperie y se pinta, el

tiempo de deterioro puede ser mayor si están embebidos en lozas de techo o muros, su duración puede ser aún mayor (p.53).

En este sentido, no se recomienda el uso de tubo conduit rígido de acero galvanizado en lugares en los que, durante su instalación o después de ésta, se encuentre expuesto a daños mecánicos. Tampoco debe usarse directamente enterrado o en lugares húmedos, así como en lugares clasificados como peligrosos.

Referente a esto Macias (2005), plantea:

El diámetro máximo recomendable para esta tubería es de 51 mm (2 pulgadas) y debido a que la pared es muy delgada, en estos tubos no debe hacerse roscado para atornillarse a cajas de conexión u otros accesorios, de modo que los tramos deben unirse por medio de accesorios de unión especiales (p.4) (ver figura 2.3 y 2.4).

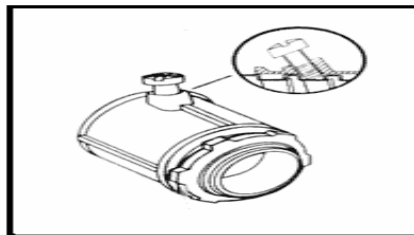


Figura 2.3. Macias, 2005, p. 4. Accesorio para unión especial

2.2.10.2.2 Tubo Conduit Rígido De Aluminio

En su obra Harper (2007), expresa:

El aluminio como material tiene ventajas sobre el acero en ambientes corrosivos, esta característica justifica en ciertos casos el uso de tubo conduit de aluminio, además de que en ningún caso requiere de ser pintado, lo que hace que no necesite prácticamente mantenimiento. Para fines de construcción, debido a que el aluminio es más ligero que el acero, lo hace también más fácil de manipular, la diferencia está en el precio, cuya relación varía dependiendo de las condiciones del mercado (p.53).

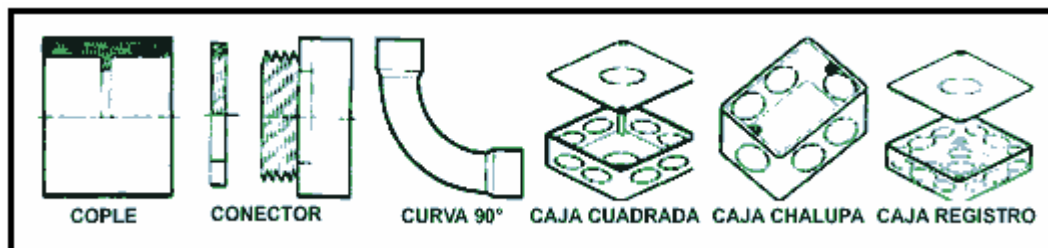


Figura 2.4. Macias, 2005, p.8. Accesorios para canalización con tubo conduit

2.2.10.2.3 Tubo Conduit Flexible

En su obra Harper (2007), señala que, el tubo conduit flexible, “también conocido en el mercado como greenfield, se usa por lo general para algunas aplicaciones específicas en tramos cortos, por ejemplo para llegadas a las cajas de conexión de motores eléctricos” (p.54) (ver figura 2.5).

Se recomienda su uso en lugares secos y donde no se encuentre expuesto a corrosión o daño mecánico. Puede instalarse embutido en muro o ladrillo, así como en ranuras. No se recomienda su aplicación en lugares en los cuales se encuentre directamente enterrado o embebido en concreto. Su

uso se acentúa en las instalaciones de tipo industrial como último tramo para conexión de motores eléctricos. En el uso de tubo flexible el acoplamiento a cajas, ductos y gabinetes se debe hacer utilizando los accesorios apropiados para tal objeto. Asimismo, cuando este tubo se utilice como canalización fija a un muro o estructura, deberá sujetarse con abrazaderas que no dañen al tubo, debiendo colocarse a intervalos no mayores a 1.50 metros.

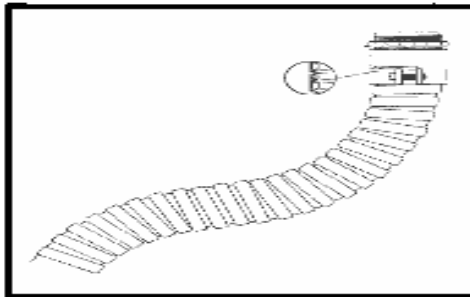


Figura 2.5. Macias, 2005, p. 5. Tubo flexible

2.2.10.2.4 Tubo Conduit Rígido De Plástico (PVC)

Según Harper (2007), plantea:

El tubo conduit hecho de cloruro de polivinilo (PVC) es muy usado en instalaciones eléctricas residenciales por su costo y facilidad de manejo, puede trabajar en atmósferas corrosivas o con líquidos. Se fabrican con diámetros de 1/2 pulgada o 4 pulgadas y con longitud de 3 y 6 metros, en rollos con extremos planos o roscados (ver figura 2.6) (p. 54).

Se clasifican como tubos conduit no metálicos, éste debe ser autoextinguible, resistente a la compresión, a la humedad y a ciertos agentes químicos. Su uso se permite en:

- Instalaciones ocultas.

- Instalaciones visibles donde el tubo no se encuentre expuesto a daño mecánico.
- Ciertos lugares donde se encuentren agentes químicos que no afecten al tubo y a sus accesorios.
- Locales húmedos o mojados instalados de manera que no les penetren los líquidos y en lugares donde no les afecte la corrosión que pudiera existir (Macias, 2005, p. 6).



Figura 2.6. Macias, 2005, p. 7. Tubos rígidos de PVC

2.2.10.2.5 Alojamiento De Conductores En Tuberías Conduit

Normalmente los conductores se encuentran alojados ya sea en tubos conduit o en otro tipo de canalizaciones. Los conductores se encuentran limitados en su capacidad de conducción de corriente debido al calentamiento, ya que se tienen limitaciones para la disipación del calor y también porque el aislamiento mismo representa limitaciones de tipo térmico. Debido a estas restricciones térmicas, el número de conductores dentro de un tubo conduit se limita de manera tal que permita un arreglo físico de conductores de acuerdo a la sección del tubo conduit o de la canalización, facilitando su alojamiento y manipulación durante la instalación.

2.2.10.3 Ductos y Canales

Estos elementos que se emplean en una canalización eléctrica, son conocidos en el mercado como tipo “bandeja”, las hay abiertas o cerradas modelo escalera con fondo de metal expandido o simplemente metálico. Se emplean por lo general en instalaciones industriales, donde se requiera hacer modificaciones en las instalaciones a bajo costo, de acuerdo a las necesidades en el tren de un proceso manufacturero; para lo cual hay que realizar cambios de motores y de su ubicación conforme a un programa industrial (Ver figura 2.7) (Penissi, 1989, p.25).

Así mismo, Penissi (1989) afirma: en obras civiles se construyen en subestaciones, en industrias o similares, canales en piso con paredes y fondo de concreto, con tapa metálica, o bien con marco y contra-marco metálico de concreto. Estos canales deberán ser diseñados con la pendiente mínima necesaria y con drenajes para facilitar el escurrimiento del agua que pueda entrar al mismo (p.25).

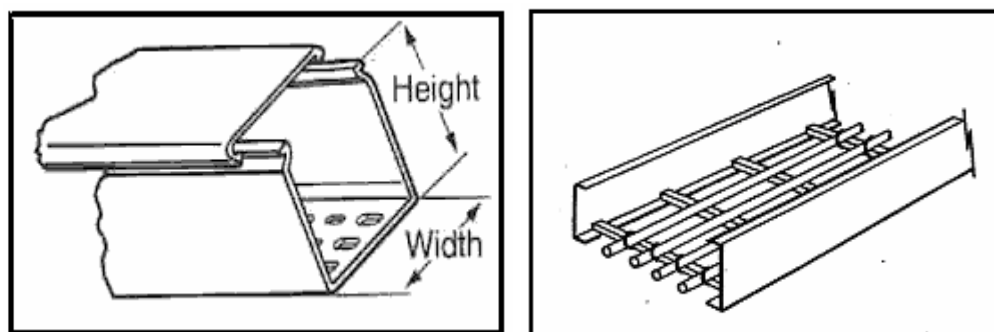


Figura 2.7. Macias, 2007, p.12. Modelo de ducto metálico

Los ductos ofrecen muchas ventajas en comparación con la tubería conduit, ofrecen mayor espacio para el alojamiento de conductores, también son más fáciles de cablear. En un mismo ducto se pueden tener circuitos

múltiples, así se aprovecha mejor la capacidad conductiva de los cables al tenerse una mayor disipación de calor.

- El empleo de ductos en instalaciones industriales, de laboratorios, edificios de viviendas o edificios de oficinas tienen ciertas ventajas como:
- Facilidad de instalación.
- Se vende en tramos de diferentes medidas, lo que hace su instalación más versátil.
- Son 100% recuperables: al modificarse una instalación se desmontan y pueden ser usados nuevamente.
- Fáciles de abrir y conectar derivaciones.
- Ahorro en herramienta y en mano de obra para la instalación.
- Facilitan la ampliación de las instalaciones.

2.2.10.4 Tanquillas

En su obra Penissi (1989), señala que una tanquilla “es un pequeño recipiente perteneciente a un sistema de canalización subterránea, provisto de una abertura en la cual alcanza un hombre a realizar trabajos de instalación, mantenimiento o desconexión de redes eléctricas”. Las tanquillas “suelen construirse con paredes de concreto, fondo limpio de concreto recubierto con piedra picada No.2 que permita el drenaje del agua que ocasionalmente pudiera penetrar en la misma. La tapa se puede construir con marco y tapa metálica de lámina estriada, o bien, con contra-marco y marco metálico relleno con concreto” (p.26).

2.2.10.5 Bancadas de Tuberías

Se denomina así al banco de uno o varios ductos o tuberías de hierro, asbesto, plástico, etc, alojados en una zanja o canal. En algunos casos pueden estar recubiertos con tierra compactada o bien se prefiere recubrimiento de concreto de baja resistencia. Cada tubería guarda una distancia mínima entre ellas de 5 cm y separadas de las paredes de la zanja 7.5 cm (Penissi, 1989, p.28).

En un diseño eléctrico se determina el número y tamaño de las tuberías, adicionalmente al resultado del número calculado, suele agregarse tuberías de reservas para futuras expansiones.

2.2.11 Dispositivos De Protección Y Maniobra

Un dispositivo de protección es necesario en toda instalación eléctrica para preservar los equipos e instalaciones eléctricas de posibles fallas que pudieran ocurrir en los equipos mismos, o en otra parte del sistema, incluyendo el de la red de distribución de la compañía de electricidad. (Penissi, 1989, p.43)

Entre algunos de estos dispositivos se tiene: interruptores, Interruptores automáticos, fusibles, tableros, cuadro de medidores, y sistema de puesta a tierra. A continuación características de algunos de ellos:

2.2.11.1 Interruptor

Se define como interruptor el aparato que se utiliza para abrir o cerrar un circuito eléctrico. Existe un modelo de interruptor con fusible incorporado,

que se conoce en el mercado nacional como tipo “Ticino” y es utilizado a nivel residencial para la operación de equipos de aire acondicionado, bombas, calentadores de agua, etc. Vienen para una tensión de 120V, 240V de 1, 2 y 3 polos, con capacidades hasta 40 amperios o más (Penissi, 1989, p.44).

2.2.11.2 Interruptores Automáticos

Son dispositivos diseñados para operar el circuito en circunstancias anormales de corriente, sin que sufra daño el mismo. Los interruptores termomagnéticos también conocidos como “breaker” son dispositivos diseñados para conectar y desconectar un circuito por medios no automáticos y desconectar el circuito automáticamente para un valor predeterminado de sobrecorriente, sin que se dañe a sí mismo cuando se aplica dentro de sus valores de diseño (ver figura 2.8). Son de tipo monopolar, bipolar y tripolar de 15 A, 20 A, 30 A, 40 A, 55 A, entre otros.

La característica particular de los interruptores termomagnéticos es el elemento térmico conectado en serie con los contactos, que tiene como función proteger contra condiciones de sobrecarga gradual. La corriente que pasa a través del elemento térmico conectado en serie origina su calentamiento. Cuando se produce un excesivo calentamiento como resultado de un incremento en la sobrecarga, unas cintas bimetálicas operan sobre los elementos de sujeción de los contactos desconectándolos automáticamente. Las cintas bimetálicas están hechas de dos metales diferentes, unidas en un punto una a otra (Harper, 2007, p.304).

Consta también de un dispositivo magnético constituido por un electroimán, para soportar cortocircuitos. Poseen tres sistemas de

desconexión: manual, térmico y magnético. Cada uno puede actuar independientemente de los otros, estando formada su curva de disparo por la superposición de ambas características, magnética y térmica.

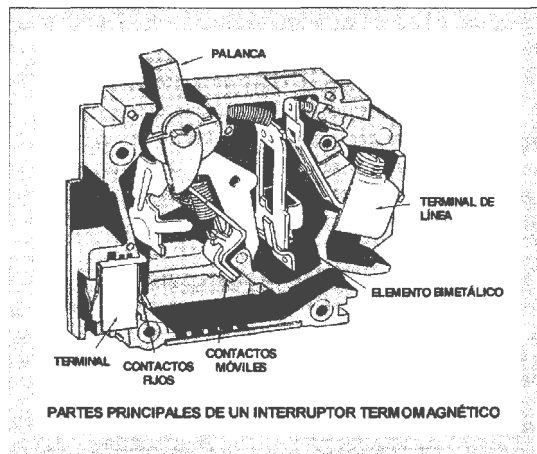


Figura 2.8. Harper, 2007, p. 312. Interruptor termomagnético

El comportamiento de los termomagnéticos está regido por la curva característica correspondiente al mismo, es por ello que se debe adaptar en cada caso el aparato correspondiente a las peculiaridades del circuito que se pretenda proteger. Entre algunas curvas características tenemos: Curva B, Curva C, Curva D, Curva MA, Curva Z, Curva UNESA (ICP), entre otras.

2.2.11.3 Fusibles

Los fusibles son dispositivos de sobrecorriente que se destruyen por sí mismos cuando interrumpen el circuito, están contruidos de metal fusionable a temperaturas relativamente bajas y calibrados de tal manera que se fundan cuando se alcance una corriente determinada, debido a que los fusibles se encuentran en serie con la carga, estos abren el circuito cuando se funden (Harper, 2007, p.304).

Si se compara los fusibles con los termomagnéticos, se observa que estos últimos presentan una mayor seguridad y prestaciones ya que interrumpen circuitos con más rapidez y capacidad de ruptura que los fusibles normales. Después, a la hora de restablecer el circuito, no se precisa ningún material ni persona experta, basta presionar un botón o mover un resorte que se halla perfectamente aislado y visible. Por contra, un fusible requiere el gasto de compra de un cartucho nuevo, su colocación en la base, sometida a tensión y una persona lo bastante capacitada para efectuar estas operaciones.

2.2.11.4 Sistemas de Puesta a tierra

Se denomina puesta a tierra, a la conexión física que se realiza entre las partes no conductoras de un equipo eléctrico y tierra. Esto se realiza con el fin de limitar la tensión en las partes metálicas de los equipos para evitar que alcancen valores peligrosos para la vida de un ser humano. En caso de falla del aislamiento de un equipo el hecho de conectarlo a tierra, crea un camino de baja impedancia para el drenaje de la corriente. Así mismo el hecho de aterrizar un equipo impide que se acumulen cargas electrostáticas en el equipo que eventualmente podría provocar una explosión en ambientes de cierta peligrosidad explosiva (Penissi, 1989, p.55).

En este mismo orden de ideas, Jiménez (2009) señala que, poner a tierra un circuito o equipo significa conectar un punto de ese circuito o equipo a la masa de tierra, a través de un dispositivo propio que tenga valor de baja resistencia. La conexión es usada para establecer y mantener, lo más cercanamente posible, el potencial de tierra sobre ese circuito o equipo. La puesta a tierra se realiza para lograr los siguientes propósitos:

- Mantener una diferencia de voltaje baja entre las diferentes estructuras metálicas con lo que se busca resguardar al personal de cualquier choque eléctrico.
- Contribuir a un mejor desempeño de los sistemas de protección.
- Evitar incendios provocados por materiales volátiles o la combustión de gases al proveer un camino efectivo y seguro para la circulación de corrientes de falla y descargas atmosféricas y estáticas y así eliminar los arcos y elevadas temperaturas en los equipos eléctricos que pueden provocar tales incendios (p.34).

El tamaño convencional de las barras de tierra Copperweld utilizadas en Venezuela es 5/8" x 2.44 m. Todo conductor de puesta a tierra deberá estar sólidamente conectado a las barras, equipos, o punto de aterramiento, utilizando conectores con tornillos o de compresión. En ciertos casos se podrá utilizar conexiones soldadas, utilizando soldadura en caliente tipo "Cadweld" o similar.

2.2.11.4.1 Componentes de un Sistema de Puesta a Tierra

- Conductor de puesta a tierra.
- Conector del electrodo.
- Electrodo(s) de aterramiento.
- El suelo en contacto con el electrodo.

En la figura 2.9 se pueden apreciar los componentes del sistema de puesta a tierra.

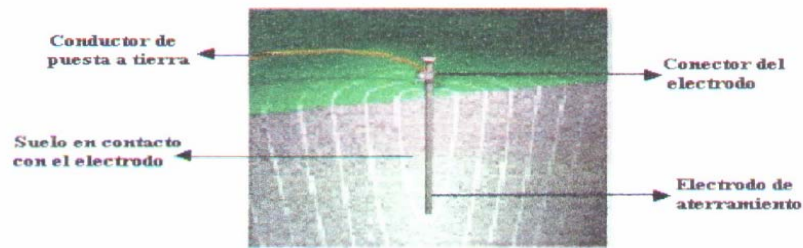


Figura 2.9. Jiménez, 2009, p.35 Componentes de sistema de puesta a tierra

2.2.11.4.2 Resistencia de Sistemas de Puesta a Tierra

2.2.11.4.2.1 Resistencia de Tierra

En su obra, Jiménez (2009), señala que:

La resistencia de tierra se puede definir como la resistencia que ofrece un sistema de tierra al paso de la corriente eléctrica. Este valor de resistencia depende de la resistividad del terreno, las características físicas del electrodo a tierra, también de la longitud y el área de los conductores.

El valor de resistencia a tierra es la resistencia óhmica entre un conductor puesto a tierra y un punto a potencial cero.

2.2.11.4.2.2 Resistencia de un Electrodo

La resistencia de puesta a tierra de un electrodo dispersor (toma de tierra), es la resistencia entre el electrodo y el suelo circundante; este parámetro es medido en ohms (Ω). La resistencia de un electrodo está compuesta por:

La resistencia propia del electrodo, la cual es muy baja, ya que los electrodos son hechos de un material bastante conductivo y bajo en resistencia, como el cobre.

La resistencia de contacto del electrodo con la tierra, que generalmente es bastante baja si el electrodo está libre de pintura grasa u otro, y el electrodo está firmemente enterrado.

La resistencia del suelo, desde la superficie del electrodo hacia fuera; tiene mayor valor que las anteriores. El electrodo está rodeado por conos concéntricos, los más cercanos tienen menor área y por tanto mayor resistencia, mientras que los de mayor área contribuyen con menor resistencia, como se puede observar en la figura 2.10.



Figura 2.10. Jiménez, 2009, p.36 Esfera de influencia de electrodo simple

2.2.11.4.2.3 Valores de Resistencia Recomendados

Un sistema de puesta a tierra (SPT) puede llegar a fallar si la conexión del mismo a la tierra es inadecuada y si tiene una alta resistencia. La conexión perfecta a tierra debería tener 0Ω (0 ohmios) de resistencia; en la práctica lograr esto es imposible. La IEEE std 141-1993 recomienda los siguientes valores de resistencia:

- Para subestaciones y estaciones grandes de generación, la resistencia no debería exceder 1Ω .
- Para subestaciones pequeñas y plantas industriales, la resistencia puede ser menor 5Ω .

2.2.11.4.3 Medición de la Resistencia de un Sistema de Puesta a Tierra

Como métodos para la medición de la resistencia de un SPT tenemos:

- Método de los dos puntos.
- Método de la caída de potencial.
- Método de los tres puntos o triangulación.

2.2.11.4.4 Arreglos De Sistemas De Puesta A Tierra

Los arreglos de SPT pueden ser simples y complejos. Los simples consisten en un electrodo aislado enterrado (barra), y los complejos consisten en un conjunto de electrodos interconectados, mallas, platos de tierra y lazos o anillos de tierra. Estos últimos son instalados generalmente en subestaciones, oficinas centrales y centro de telecomunicaciones.

2.2.11.4.5 Medición De La Resistividad Del Terreno

La resistividad del terreno es de importancia en el diseño de una puesta a tierra y la única forma de conocerla con exactitud es mediante medidas directas de campo, para realizarlas se debe considerar el terreno formado

por capas o estratos (figura 2.11). Para la medición de la resistividad de un terreno se puede hacer mediante los siguientes métodos:

- Método Wenner
- Método de Schlumberger

2.2.11.4.6 Resistividad En Sistemas De Puesta A Tierra

La resistividad del suelo es la propiedad que tiene éste, para conducir electricidad, es conocida además como resistencia específica del terreno. En la tabla 2.2 se muestran valores de resistividad típicos de algunos tipos de suelos.

Tabla 2.2. Jiménez, 2009, p.48. Valores típicos de resistividad

Tipo de terreno	Valores típicos de resistividad (Ω -m)
Agua de mar	1-10
Terrenos vegetales húmedos	10-50
Arcillas, gravas, limos	20-60
Arenas arcillosas	80-200
Fangos, turbas	150-300
Arenas	250-500
Suelos pedregosos (poca vegetación)	300-400
Rocas	1000-10000
Granito	10000-50000

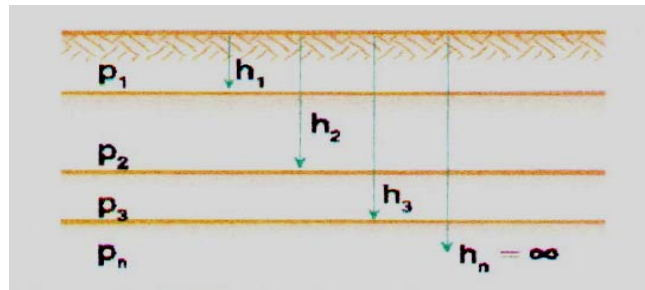


Figura 2.11. Jiménez, 2009, p.48. Suelo de varios estratos o capas

2.2.12 Conexión A Tierra De Los Sistemas Y Equipos Eléctricos

Según Mejía (2005), toda instalación eléctrica deberá tener un conductor puesto a tierra y apropiadamente identificado; los sistemas eléctricos se ponen a tierra por diferentes razones:

- Limitar tensiones transitorias y de descargas atmosféricas
- Contactos accidentales de líneas
- Estabilizar la tensión a tierra durante la operación
- Facilitar la operación de las protecciones (p.38).

2.2.13 Motores Eléctricos

En su obra Farrera (2007), define los motores eléctricos como “máquinas destinadas a la transformación de energía eléctrica en energía mecánica. Los motores eléctricos son los más usados de todos los tipos de motores, ya que combina las ventajas de la utilización de la energía eléctrica a bajo costo, facilidad de transporte, limpieza y simplicidad de comando con su construcción simple, gran versatilidad de adaptación a las cargas más diversas y mejores rendimientos” (p.15).

2.2.14 Tipos De Motores Eléctricos

Los tipos de motores eléctricos son: motores de corriente continua, motores universales y los motores de corriente alterna (trifásicos y monofásicos).

2.2.14.1 Motores De Corriente Alterna

2.2.14.1.1 Trifásicos

Son los más utilizados, ya que la distribución de la energía es hecha normalmente en corriente alterna. Los principales tipos son: El sincrónico y el Asíncrónico o de Inducción.

2.2.14.1.1.1 Motor Sincrónico

Es un motor que funciona con una velocidad fija; utilizado solamente para grandes potencias (debido a su alto costo en tamaños menores) o cuando se necesita de velocidad invariable. Estos se dividen en:

- Imán Permanente
- Polos Salientes
- Polos lisos

2.2.14.1.1.2 Motor de Inducción o Asíncrónico

Es un motor que funciona normalmente con velocidad constante, que varía ligeramente con la carga mecánica aplicada al eje. Debido a su gran

simplicidad, robustez y bajo costo, es el motor más utilizado en diferentes procesos. Estos se dividen en:

- Jaula de Ardilla
- Rotor Bobinado

2.2.14.1.2 Monofásicos (Sincrónico y Asincrónico)

2.2.14.1.2.1 Sincrónico

- Reluctancia
- Istéresis

2.2.14.1.2.2 Motor Asincrónico

- Jaula de Ardilla
- Rotor Bobinado (Farrera, 2007, p.16).

2.2.15 Constitución Del Motor Trifásico

Referente a esto, Farrera (2007) plantea:

Esquemáticamente, un motor trifásico, consta de una parte fija estator y una parte giratoria o rotor. El estator consiste en un anillo cilíndrico compuesto por chapas metálicas prendadas y ajustadas a presión en la carcasa del motor. En su superficie entera se disponen las ranuras en las que se alojan los conductores de los devanados. El rotor consiste en un cilindro formado también por chapas magnéticas prensadas, con ranuras en

su periferia. En estas ranuras se alojan los conductores que constituyen los devanados rotóricos. El rotor se dispone de modo que pueda girar alrededor del mismo eje que el estator (ver figura 2.12) (p.18).

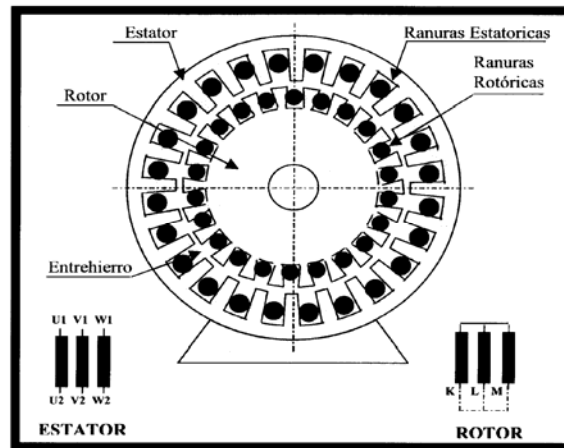


Figura 2.12. Farrera, 2007, p.18. Constitución del motor trifásico

2.2.16 Circuito Derivado De Un Motor En General.

Basándose en el diagrama general para el circuito derivado de un motor (ver figura 2.13), por cada circuito alimentador de un motor se requiere lo siguiente: una fuente de alimentación (alimentador), un medio de conexión de la fuente, el alambrado a los circuitos derivados y su protección, un elemento controlador para arrancar y parar el motor y finalmente una protección contra sobrecargas en el motor, que se requiere adicionalmente a la protección del circuito derivado (Harper, 2007, p. 296).

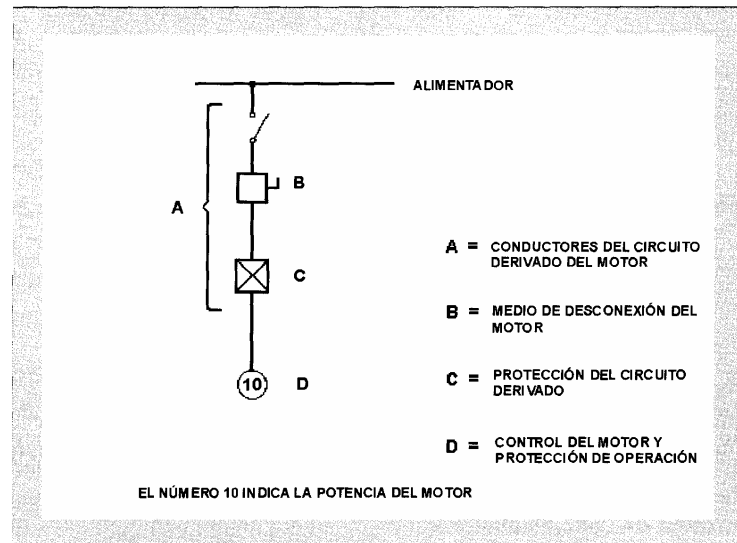


Figura 2.13. Harper, 2007, p. 296. Diagrama general del circuito derivado de un motor

El diagrama general para el circuito derivado de motores (ver figura 2.13), muestra el elemento de protección contra sobrecorriente, que proporciona protección contra sobrecorrientes por cortocircuito, fallas a tierra, o bien, sobrecargas súbitas. Este dispositivo de protección, esencialmente protege al alambrado del circuito derivado, es decir, es básicamente una protección contra cortocircuito. Por lo general, se usan fusibles, o bien, interruptores termomagnéticos instantáneos para interrumpir corrientes de falla o grandes corrientes de sobrecarga, de manera que si la corriente de arranque esta dentro de su rango normal y no persiste, la protección del circuito derivado del motor permanece cerrada (Harper, 2007, p. 298).

Cuando el motor se encuentra operando y la carga mecánica que acciona y está acoplada a su eje se incrementa o es excesiva, la corriente que demanda el motor también es excesiva. En el diagrama de componentes del circuito derivado de un motor (ver figura 2.13) aparece un segundo elemento de protección en operación del motor junto con el control del motor

D, a esta protección se le conoce como protección de sobrecarga o de sobrecorriente. La corriente excesiva que demanda el motor hace actuar al dispositivo de protección accionado térmicamente (elemento térmico) que interrumpen el circuito en forma directa en motores pequeños o de potencia media (Harper, 2007, p. 298).

2.2.17 Diseño de instalaciones eléctricas para un establecimiento industrial

El diseño de las instalaciones eléctricas industriales se comienza promoviendo la entrevista con el propietario o el arquitecto, el cual suministrará los planos de arquitectura, también informará sobre los servicios eléctricos que se desean instalar, tanto en el presente como en el futuro. Esto resulta importante pues al realizar el estudio de cargas se estimará la carga de reserva, la cual contemplará el uso de diversos equipos. El servicio a prestar por la instalación será a través de los siguientes circuitos:

- Circuitos de iluminación
- Circuitos de tomacorrientes de uso general
- Circuitos para tomacorrientes especiales
- Circuitos dedicados o individuales.

2.2.18 Potencia Aparente (S)

Es el resultado de multiplicar la tensión por la corriente. La unidad de medida es el V.A.

$$\text{Para sistemas monofásicos: } S = V \times I \quad (\text{Ec. 2.1})$$

$$\text{Para sistemas trifásicos: } S = \sqrt{3} \times V \times I \quad (\text{Ec. 2.2})$$

donde: V = Voltios (V); I = Amperios (A)

2.2.19 Sistemas De Respaldo

Un sistema eléctrico de respaldo es una fuente independiente, que actúa cuando hay interrupción en el suministro normal de energía, causado por racionamientos de electricidad o fallas del servicio; proporcionando de manera manual o automática energía eléctrica confiable, durante un tiempo específico a equipos y aparatos emergentes que necesitan de un servicio continuo. Están constituidos por circuitos y equipos destinados a alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica a áreas críticas para iluminación o fuerza, manteniendo así operativas las diferentes cargas conectadas.

2.2.20 Tipos De Sistemas De Respaldo

Se puede mencionar al menos dos formas básicas de suministro de alimentación de respaldo a las cargas que así lo requieran, a saber:

2.2.20.1 Alimentación Por Baterías De Acumuladores

Según Parra (2009), plantea:

Esta alimentación se utiliza generalmente para equipos telefónicos, de señales, de alarmas, alumbrados esenciales y especiales, letreros iluminados, etc. Los equipos pueden ser alimentados en forma individual o en grupos. Esto dependerá de las características de cada equipo. Se recomienda que sean instaladas adyacentes al sistema UPS (p. 66).

En este sentido, las baterías son dispositivos que proveen y mantienen energía eléctrica de respaldo en caso de interrupciones eléctricas o eventualidades en la línea o acometida.

Los UPS (Sistema de Energía Ininterrumpida), llamado también uninterruptible power supply (en Inglés), battery backup o conocido simplemente como UPS es un dispositivo que provee y mantiene energía eléctrica de respaldo en caso de interrupciones eléctricas o eventualidades en la línea o acometida. Adicionalmente los UPS cumplen la función de mejorar la calidad de la energía eléctrica que llega a las cargas, como el filtrado, protección de subidas (picos de tensión), bajadas de tensión (caídas), apagones y eliminación de corrientes parasitarias como ruidos EMI y RFI, disrupciones de energía, pérdida de data, etc. (ver figura 2.14) (León, 2009, p.55).



Figura 2.14. León, 2009, p.56. Sistema de Energía Ininterrumpida

2.2.20.2 Alimentación Por Un Generador O Por Un Grupo De Ellos

Cuando los periodos de interrupción de energía eléctrica sean demasiados prolongados y la infraestructura dependa de la continuidad del servicio, es preciso disponer de plantas auxiliares que proporcionen la

energía necesaria para alimentar parcial o totalmente la carga de la instalación (Parra, 2009, p. 66).

Un generador eléctrico es todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos de sus puntos, llamados polos, terminales o bornes. Los generadores eléctricos son máquinas destinadas a transformar la energía mecánica en eléctrica (figura 2.15). Esta transformación se consigue por la acción de un campo magnético sobre los conductores eléctricos dispuestos sobre una armadura (denominada también estator). Si mecánicamente se produce un movimiento relativo entre los conductores y el campo, se generará una fuerza electromotriz (León, 2009, p.53).

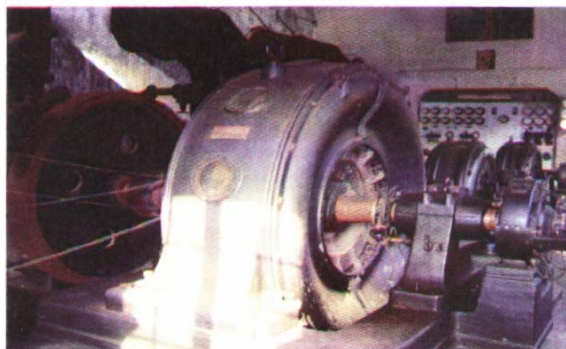


Figura 2.15. León, 2009, p.54. Generador eléctrico

2.2.21 Grupos Electr6genos (GE)

Los grupos electr6genos de emergencia o stand by se utilizan generalmente como una fuente de energa el6ctrica alternativa, que entra en funcionamiento cuando se produce alguna falla en el suministro principal.

Al ser equipos que actúan en caso de emergencia tienen la facultad de responder ante varias fallas en la red principal como:

- Interrupciones del suministro principal
- Sobre y bajos voltajes.
- Sobre y bajas frecuencias.

2.2.22 Criterios Para La Selección Y Dimensionamiento De GE

Un grupo electrógeno bien dimensionado permite obtener de él su máxima capacidad y evitar su desgaste por el uso inadecuado. Hay que tomar en cuenta durante la etapa de diseño tanto por su desempeño eléctrico como ubicación mecánica ciertas características básicas como:

- Vida útil del generador
- Capacidad de expansión
- Regulación de frecuencia
- Regulación de voltaje
- Respuesta rápida frente a variaciones de voltaje o frecuencia
- Modo continuo de operación
- Exactitud
- Tolerancia a sobrecargas momentáneas
- Seguridad ante riesgos
- Operación libre de contaminación
- Considerando estos aspectos se puede elegir en el mercado entre tres tipos sobresalientes de generadores:
 - Generadores a diesel
 - Generadores a gasolina

- Generadores a gas

En cuanto a su funcionamiento, es necesario determinar la carga a la que va a alimentar y de acuerdo a ésta establecer prioridades en las instalaciones según su función, existirán cargas que requieran alimentación continua y otras menos esenciales cuyo funcionamiento pueda obviarse. En muchas ocasiones, la carga total de la planta es la que debe ser asumida por los generadores en modo continuo.

También se debe conocer la característica de la carga. Las cargas pueden ser de tipo resistivo, como los sistemas de calefacción e iluminación incandescente o de tipo inductivo, como motores, en los cuales debe considerarse el factor de potencia, el método de arranque y cuantos de ellos arrancarán al mismo tiempo. Esto último tiene gran importancia pues es el objetivo que en conjunto no disminuyan el voltaje de alimentación por debajo del mínimo requerido para su normal funcionamiento y se vean afectadas otras cargas.

Por último, dependiendo de la expansión que se tenga prevista, se debe incluir un porcentaje concordante con la planificación futura para posibles ampliaciones (Abad y Grefa, 2008, p.15).

2.2.23 Diferencia entre STAND BY y PRIME POWER

La diferencia entre Stand By y Prime depende del tipo de uso que se le da a un Grupo Electrónico. Si el Grupo Electrónico va a estar destinado a entregar energía de respaldo o emergencia (es decir durante cortes en la red comercial), se denomina potencia Stand By. Si su equipo va a estar

destinado a funcionar en forma ininterrumpida sin límite de horas anuales de operación (es decir en lugar de la red comercial), se denomina potencia Prime Power.

2.2.24 Modelos de Grupos Electrógenos (GE)

Los GE son máquinas accionadas por diesel por ejemplo, aunque resultan más costosas y pesadas que otras accionadas por gasolina o gas, son más confiables y robustas. Debido a que son motores de combustión interna, por la alta compresión que emplean, permiten elevar el rendimiento del motor reduciendo el consumo de combustible por unidad de trabajo efectuada. Otro beneficio que aportan es que el tiempo de arranque es muy breve y pueden recibir toda la carga en pocos minutos (ver figura 2.16).



Figura 2.16. Abad y Grefa, 2008, p.17. Generador Diesel Caterpillar

2.2.25 Transferencia Automática

Una transferencia de energía puede realizarse como un proceso manual en la mayoría de casos, especialmente si la demanda y la prioridad de la carga no son críticas, pero existen situaciones en las que no es posible esperar a que el personal realice estas acciones, por consiguiente es

necesario un sistema de transferencia de energía, que disminuye costos y riesgos frente a un sistema manual (Abab y Grefa, 2008, p.20).

2.2.26 Tablero de transferencia Automática (TTA)

El sistema de control de transferencia automática estará monitoreando el estado de la fuente normal (red comercial). Si la fuente normal falla o su voltaje cae por debajo de niveles aceptables, se iniciará el arranque del grupo motogenerador y su monitoreo. Cuando el voltaje y la frecuencia del grupo sean adecuados, se ejecutará una transferencia automática de carga, desde la fuente de alimentación normal a la fuente de emergencia. (León, 2009, p.63)

Cuando la fuente normal se recupera, la carga es retransferida y el grupo motogenerador se detiene, después de un periodo permitido para enfriamiento. Luego de esta operación, el sistema quedará en condiciones de repetir el ciclo si fuese necesario. La operación completa es automática. (León, 2009, p.63)

Una transferencia automática resulta un complemento muy útil para el grupo electrógeno, en aquellos casos en que se necesite un suministro de energía constante. El TTA al momento de una falla en la red externa de energía, pone en marcha el equipo previamente a un precalentamiento del motor. Los TTA son ajustables según las necesidades, con fuente de energía propia para asegurar su funcionamiento (ver figura 2.17).



Figura 2.17. Tablero de Transferencia Automática Marca Enermol

Un TTA realiza una serie de acciones cronológicamente ante una falla eléctrica en la alimentación por parte de la red externa, en función de alimentar cargas más importantes mediante un sistema de respaldo opcional. El TTA es el sistema responsable de efectuar el control permanente del estado de la línea de la red externa y efectuar el arranque del grupo en el caso de falla en la misma. Luego de un tiempo ajustable y suficiente para el precalentamiento del grupo se realiza la transferencia de carga. El sistema electrónico para el comando del tablero se fabrica comúnmente con microcontroladores que realiza todas las tareas de control, esto acompañado mediante una serie de contactores, reles y temporizadores.

Existen muchos tableros de transferencia automática que luego de realizar la transferencia no vuelven a su posición inicial, es decir luego de normalizada la tensión en la red externa realizar automáticamente la conmutación de la carga denominada importante con la línea de alimentación externa (retransferencia), para ello tienen una función de enclavamiento pudiéndose volver a la posición de inicio manualmente por personal técnico capacitado. Otros equipos si permiten este proceso denominado retransferencia de manera automática siempre, esto luego de vencido un tiempo ajustable.

Estos equipos de conmutación automática permiten un proceso de maniobras sencillo en un tiempo breve sin intervención en muchos de los casos de personas. Lo avanzado de la tecnología actualmente permite que un sistema de respaldo confiable, eficiente y seguro; sin posibilidad alguna de una alimentación de la carga simultáneamente desde red externa y grupo.

A través de la lógica de control del TTA, dentro de la programación que caracteriza estos equipos, el intervalo de encendido del grupo electrógeno puede ser ajustado hasta tres intentos y en muchos casos hasta 5. En caso de no lograrse el objetivo de encendido del grupo electrógeno, el sistema enciende una alarma visual y sonora indicando un desperfecto, y permitiendo el encendido manual.

Muchos TTA permiten realizar un encendido del GE sin realizar ninguna operación de transferencia de cargas. Es útil para hacer un test manual periódico de estado del Grupo electrógeno, para detectar anomalías en el mismo y así saber que se dispone del normal funcionamiento del mismo, cuando sea solicitado por una transferencia automática.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Generalidades

Para llevar a cabo el desarrollo eficiente del presente proyecto y con el propósito de alcanzar los objetivos planteados, se estableció un procedimiento metodológico que describe de manera detallada y ordenada las distintas operaciones a las que fueron sometidos los datos e informaciones de interés, los cuales permitieron llegar a las conclusiones con relación al problema planteado.

En su obra, Sabino (2006), afirma “El marco metodológico es la instancia referida a los métodos, las diversas reglas, registros, técnicas y protocolos con los cuales una teoría y su método calculan las magnitudes de lo real” (p.33).

3.2 Tipo de Investigación

El presente estudio estuvo relacionado con la elaboración de una propuesta, enmarcada en la modalidad Proyecto Factible, la cual es definida en el Manual de Trabajo de Grado de Especialización maestría y Tesis Doctorales (2008) de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador como: “Consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo para solucionar problemas, requerimientos

o necesidades... puede referirse a la formulación de políticas, tecnología, métodos o procesos” (p. 21).

Esta investigación, busca solventar el problema detectado en el Taller Metalmecánico Tornos PH C.A mediante la aplicación de esta propuesta que puede ser desarrollada sin ninguna dificultad, puesto que la viabilidad es característica de este modelo de investigación.

Se apoyará en una Investigación de Campo, Descriptiva y Aplicada. De acuerdo a Sabino (2006), define la Investigación de Campo como: “Se basan en informaciones o datos primarios obtenidos directamente de la realidad” (p.94). Es decir, el investigador obtendrá datos confiables, veraces y precisos directamente de donde se hará el estudio.

En el manual para proyectos de Investigación de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2008), se define la investigación de Campo, de la siguiente manera: . . . es el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlo, interpretarlo, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o producir su ocurrencia haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoque de investigación conocido o en desarrollo. Los datos de interés son recogidos de forma directa de la realidad, en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales o primarios (p.5).

Se define como Investigación de Campo debido a que los datos se recopilaron en forma directa en Taller Tornos PH C.A, lo cual permitió realizar la investigación para lograr los objetivos planteados.

Así mismo, Sabino (2006), señala que la Investigación Descriptiva “propone conocer grupos homogéneos, utilizando criterios sistemáticos que permitan poner de manifiesto su estructura o comportamiento” (p.384). En este mismo orden de ideas, fue una Investigación Descriptiva porque se logró detallar de manera explícita las partes del trabajo en las cuales amerito una descripción de fenómeno que se sometió a análisis.

Este tipo de investigación tiene el firme propósito de detallar los aspectos principales de un proceso, bajo determinados parámetros o criterios que responden a las necesidades de la investigación, permitiendo visualizar las características del fenómeno, resaltando su estructura y mostrando el efecto del mismo en todas las partes que lo componen.

También se define como Investigación Aplicada porque la búsqueda de diversos conocimientos que se obtuvieron durante la realización de esta investigación fueron de gran utilidad para dar solución a los problemas detectados en la empresa a objeto de estudio en relación a las deficiencias del suministro eléctrico.

3.3 Área de estudio

El área de estudio de esta investigación, está circunscrita a la empresa metalmecánica “Taller Tornos PH C.A”, ubicado en Barrio Colombia, en Calle La manzana cruce con Calle Barcelona No.9, adyacente a la Av. Fuerzas Armadas, Barcelona, estado Anzoátegui.

3.4 Técnica e instrumento de Recolección de datos

Son los recursos de los que dispone el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. Dicha recolección depende en gran parte del tipo de investigador y del problema que se plantee. Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información. Para el desarrollo de toda investigación es necesario el uso de ciertos métodos que permitirán recabar información a objeto de estudio. Las técnicas utilizadas para el desarrollo de la investigación fueron:

Revisión Bibliográfica: Consulta de Textos, Tesis, manuales y otros documentos relacionados con el objeto de estudio.

Observación: esta técnica se utilizó para percibir directamente la realidad con el propósito de obtener información.

Entrevista: se conversó con los dueños y empleados de la empresa sobre la problemática y posibles soluciones.

3.5 Procedimiento y análisis de los datos

Una vez recopilada la información necesaria a través de los instrumentos diseñados para tal fin, se procedió a la cuantificación y sistematización de los resultados para luego realizar la evaluación respectiva y finalmente tabularlos. Esta técnica establece reglas a través de las cuales los datos pueden representarse gráficamente, para ello, se utilizaron cuadros comparativos.

3.6 Equipos y Herramientas usadas

3.6.1 Equipos

- Un ordenador, procesador Pentium 4, 1.6Ghz
- Una impresora HP deskjet 845c
- Una calculadora HP Hewlett Packard 49G
- Pinza volti-amperimétrica
- Cinta métrica Stanley

3.6.2 Herramienta computacional

- Microsoft Windows XP Professional
- Microsoft office 2003
- Microsoft office Visio Professional 2003
- Adobe Reader 9 Versión 9.0.0 Copyright 1984-2008
- Acceso a Internet.

CAPÍTULO IV

CRITERIOS DE DISEÑO

4.1 Generalidades

Con miras a que el diseño del sistema eléctrico de respaldo a proponer sea una obra completa, actualizada y adaptada al ejercicio de la ingeniería, se tomará en cuenta normas y reglamentos nacionales e internacionales con materiales, equipos y recursos que se producen en el país, o bien que sean de fácil localización en el mercado nacional; cuidando siempre de no apartarse de los lineamientos teóricos y procedimientos que sirven de base para proyectar una instalación eléctrica que permitirán que la misma proporcione el máximo de seguridad, confiabilidad, simplicidad de operación, mantenimiento y flexibilidad.

En la fase de diseño del proyecto se considerará seleccionar un sistema simple, que sea sencillo de operar, los sistemas diseñados en forma simple pueden proporcionar el servicio que la carga requiere, esto parecería obvio, pero es una consideración muy importante que se debe hacer, ya que los sistemas sencillos son seguros y más confiables.

Se establecerán los criterios de diseño tomando como base fundamental el Código Eléctrico Nacional (CEN), Normas PDVSA, Manual de la C.A La Electricidad de Caracas, entre otras.

La seguridad es una consideración panorámica durante la fase de diseño, si no se pone suficiente atención a los aspectos de seguridad, entonces el personal puede ser puesto en riesgo durante la operación y mantenimiento del sistema u originarse una falla en el suministro de la energía, por lo que se deben seguir estrictamente todos los requerimientos de las normas y códigos adicionalmente, algunas de las condiciones básicas que permite la seguridad son las siguientes:

- Verificar la adecuada capacidad de los conductores, interruptores y dispositivos de desconexión.
- Los conductores energizados deben estar dentro de canalizaciones, o bien colocados correctamente a suficiente altura.
- Usar una conexión a tierra adecuada para el sistema eléctrico de potencia y otros equipos.
- Entrenar y capacitar al personal de operación y mantenimiento.

Por lo general es frecuente que el propietario y algunos proyectistas consideren de gran importancia el costo inicial de una obra. Pero se debe tener cuidado de economías mal entendidas, no siempre lo más barato es lo que conviene, pues la poca durabilidad de equipos de baja calidad, o el ahorro efectuado inicialmente por omisión de partes operativas o de seguridad, podrían ocasionar grandes costos a nivel de mantenimiento, posteriormente.

4.2 Criterios de diseño para el sistema eléctrico

A continuación se muestran los criterios de diseño tomados en cuenta para el sistema eléctrico de respaldo a proponer y para el replanteamiento

específicamente del sistema eléctrico en el área de producción de la empresa. Es de importancia mencionar que el circuito ramal de iluminación y tomacorrientes en el área de oficinas, baños, almacén y los circuitos ramales de iluminación en el área de producción permanecerán iguales solo variándose su ubicación en el nuevo tablero de electricidad.

El servicio eléctrico brindado por la compañía de electricidad a la empresa es 4 hilos 120/208 V, 3 fases y neutro.

4.2.1 Criterios de diseño para circuitos de iluminación

La potencia en vatios de cada punto la dará el tipo de luminaria de cada salida por el cálculo del circuito. El calibre del conductor mínimo recomendado será el N° 12 THW de cobre y los circuitos ramales serán para 20A, de igual manera se escogerán 12 puntos por circuito como máximo.

De acuerdo al Manual de la C.A La Electricidad de Caracas en su capítulo II El diseño de Instalaciones Eléctricas, se tomará como promedio 100 W para cada salida de circuito ramal de iluminación en un área interior para efectos de cálculos.

4.2.2 Criterio de diseño para circuitos de tomacorrientes de uso general

Cada toma de uso general estará diseñada para soportar 120V-15A. Cada circuito ramal de tomacorrientes de uso general tendrá como máximo 10 salidas, con calibre de conductor mínimo N° 12 THW de cobre. El CEN sección 220 de título cálculo de circuitos ramales, alimentadores y acometidas en su parte 220.3.B.(9) recomienda que a cada salida de tomacorriente, para los efectos de diseño se le asigne una carga conectada no menor a 180VA o sea 120V-1.5A.

No se proyectaran tomacorrientes de uso general con otro nivel de voltaje en el área de producción de la empresa.

Las salidas de los circuitos de tomacorrientes podrán ser dobles para más facilidad de conexión de varios equipos a la vez, las tomas a proyectar en el área de producción se colocaran a una altura de 1,20m del suelo terminado para mayor accesibilidad durante el trabajo en mesón por ejemplo. La canalización para tomacorrientes en el área de producción de la empresa se replanteara y se colocara a la vista por la pared.

De acuerdo al CEN en la sección 406 de titulo Tomacorrientes, Conectores de Cordones y Enchufes, en su parte 406.3 los tomacorrientes instalados en circuitos ramales serán del tipo con polo a tierra y tendrán esos contactos conectados efectivamente a tierra.

4.2.3 Criterios de diseño para cálculos de circuitos ramales y alimentadores

Particularmente con el fin de obtener la carga de diseño para circuitos ramales y alimentadores, la información base se encuentra en el CEN sección 220 de titulo cálculo de circuitos ramales, alimentadores y acometidas, en su parte II tabla 220.11 y 220.13 de donde se obtienen a continuación los siguientes puntos de interés:

En la Tabla A.5 “Factores de Demanda para Cargas de Iluminación” (Anexo A), se observa que para los demás locales no especificados en la tabla se aplica lo siguiente:

Total V.A al 100% para cargas de iluminación

En la Tabla A.6 “Factores de Demanda para Cargas de tomacorrientes en Unidades no Residenciales” (Anexo A), se muestra:

Los primeros 10000 V.A o menos al 100% y el resto al 50%

4.2.4 Criterios De Diseño Para Conductores Eléctricos

Según norma **PDVSA N-252**, “Especificación General para el Diseño de Ingeniería Eléctrica”, todos los conductores para potencia, iluminación y tierra deben ser de cobre.

Los tamaños mínimos deben ser como lo indica la norma PDVSA 90619.1.057, “Selección de Cables” donde se establece que los conductores más pequeños que el N° 12 AWG no deben ser usados en sistemas de potencia ni de iluminación. Se usará cable de cobre THW AWG 600 voltios.

La determinación reglamentaria de la sección de un cable consiste en calcular la sección mínima que satisface simultáneamente las dos condiciones siguientes:

4.2.4.1 Criterio de Intensidad Máxima Admisible o de Calentamiento

La temperatura del conductor, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no deberá superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del conductor. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los

conductores y suele ser de 75°C para conductores con aislamiento termoplásticos y de 90°C para conductores con aislamiento termoestables.

Para la selección del calibre del conductor por capacidad de corriente se usará la Tabla A.1, mostrada en el Anexo A, tomada del CEN sección 310, donde se muestran capacidades de corrientes (A) permisibles de conductores aislados.

4.2.4.2 Criterio de la Caída de Tensión

La circulación de corriente a través de los conductores, ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Este criterio suele ser el determinante cuando las líneas son de larga longitud, por ejemplo, en derivaciones individuales para cargas que se encuentran a una distancia considerable del punto de suministro.

Para la selección del calibre del conductor por caída de tensión se usará el método de los kVA.m, que se representa mediante la siguiente ecuación:

$$CD = kVA \times L \quad (\text{Ec. 4.1})$$

Donde:

CD= capacidad de distribución (kVA.m)

L= longitud del alimentador (m)

Calculando la capacidad de distribución correspondiente, se logra seleccionar el calibre del conductor requerido en la Tabla A.2 (Anexo A), para ello es necesario definir el factor de potencia, tipo de conductor (cobre o

aluminio), tipo de tubería: magnética (metálica) o no magnética (plástico). Se tendrá que tomar en cuenta si el aislante es TW (60°C) o TTU (75 °C). Se puede considerar que el comportamiento del THW es equivalente al TTU para los fines prácticos de selección del calibre del conductor.

Cabe señalar que la Tabla A.6 (Anexo A) ha sido elaborada para un sistema trifásico 120/208V, frecuencia 60 Hz y $\Delta V=2\%$, para otros niveles de tensión habrá que aplicar un factor de corrección, como se muestra en la tabla A.3 en el Anexo A. De igual manera sucede si la caída de tensión en el conductor del circuito a determinar es diferente al 2%, se tendrá que aplicar el factor de corrección correspondiente a la CD calculada, este factor se muestra en las notas adjuntas a la Tabla A.3.

Para el caso donde se aplique las condiciones de capacidad de corriente y caída de tensión, la selección definitiva entre las dos condiciones, será la que resulte más desfavorable, o sea, la sección del conductor con el mayor calibre.

Se tomará en cuenta lo expresado en el manual de la C.A La Electricidad de Caracas (capítulo II, parte 7: tamaño de los conductores de los circuitos y la canalización) valores recomendados de caída de tensión máxima admisible, de 2% para alimentadores y de 3% para circuitos ramales, por lo tanto la caída de tensión debe ser inferior a estos límites en cada parte de la instalación, para garantizar el buen funcionamiento de los equipos alimentados por el conductor. Una caída de tensión en los circuitos excesiva causa mal funcionamiento de los equipos.

En la determinación del calibre de alimentadores se tomará en cuenta, la posible expansión de la carga, previéndose cierta reserva. Con criterio económico, se podrá fijar entre 20% conforme a las necesidades futuras.

4.2.5 Criterios de diseño para cálculos del circuito dedicado para motores eléctricos

Se considera conveniente que por razones de operación del proceso en el Taller Tornos PH C.A, se diseñará una instalación donde cada motor esté alimentado en forma independiente desde el panel de fuerza.

Se deberá tomarse en cuenta que tipo de conductor se escogerá conforme al ambiente, tipo de instalación, etc. Por lo general, para motores, se prefiere el conductor de cobre con aislamiento THW. Una vez determinados los conductores activos y de puesta a tierra, se seleccionará el diámetro de la tubería. El paso siguiente consistirá en obtener las protecciones a nivel del motor y del alimentador por sobrecarga y sobrecorriente, respectivamente.

4.2.5.1 Selección De Conductores

En el cálculo del conductor para el circuito dedicado de un motor eléctrico se tomará en cuenta lo expresado en el manual de la C.A La Electricidad de Caracas (capítulo IV, título Circuitos de alimentación para motores eléctricos), donde señala que, los conductores del ramal del motor que sirve a un solo motor, deben tener una capacidad no menor del 125% de la corriente del motor a plena carga. Se utilizará la siguiente fórmula:

$$I_c = I_N \times 1,25 \% \quad (\text{Ec. 4.2})$$

Donde:

I_C = Corriente del conductor para buscar en tabla correspondiente

I_N = corriente nominal del motor eléctrico a plena carga

Se usará pinza amperimétrica para medir la corriente experimental de la máquina-herramienta que no presentan en la inspección placa con valores eléctricos nominales característicos.

De acuerdo al manual de la C.A La Electricidad de Caracas (capítulo II, tamaño de los conductores de los circuitos y la canalización), Valores recomendados de la caída de tensión máxima admisible para circuitos ramales de motores eléctricos señala $\Delta V=5\%$, lo que le permite un funcionamiento satisfactorio.

Se tomará en cuenta las recomendaciones dadas en el CEN sección 430 de título Motores, Circuitos y Controladores de Motores. Se tomara en cuenta lo expresado en esta sección en cuanto a selección correcta de conductores alimentadores, circuitos ramales para motores, y protecciones por sobrecarga y sobrecorriente.

En su parte 430.123 Tuberías para Conductores Adyacentes a Motores. Se permitirá emplear tubería metálica flexible de longitud no mayor de 1,8 m para la conexión de la canalización a la caja de los terminales del motor.

En su parte 430.124 Calibre de los Conductores, los conductores que alimentan motores tendrán una ampacidad no menor que la corriente para el cual se ha calibrado el dispositivo de protección de sobrecarga.

4.2.5.2 Protecciones Para Motores Eléctricos

Para la selección de las protecciones para motores eléctricos en el establecimiento se hará uso de la información contenida en la sección 430.22, 430.32 del CEN. Fundamentalmente se obedecerá a la norma 430.110 Régimen en Amperios y Capacidad de Interrupción, donde expresa que el medio de desconexión de los circuitos de motores de 600 voltios nominales o menos tendrá un régimen expresado en amperios no menor de 115% de la corriente de régimen a plena carga del motor.

4.2.6 Criterios De Diseño Para El Sistema De Puesta A Tierra

El diseño de la red de puesta a tierra se hará de tal forma que provea el nivel adecuado de seguridad al personal y equipos eléctricos.

La norma PDVSA N-252, “Especificación General para el Diseño de Ingeniería Eléctrica”, establece que los conductores principales del anillo y los conductores de los ramales a los recintos metálicos de equipos eléctricos de HV/MV/LV (High Voltage / Medium Voltage / Low Voltage) deben ser mínimo de calibre 2/0 AWG (67mm^2). El tamaño mínimo de los conductores de los ramales de puesta a tierra debe ser N° 2 AWG (33.6mm^2) para conductores a la vista.

- Según la normativa IEEE 142 de 1991 los valores recomendados para la resistencia de tierra son:
- Para grandes subestaciones, estaciones de generación y líneas de transmisión, el valor debe ser de 1 ohm.

- Para subestaciones de plantas industriales, edificios y grandes instalaciones comerciales, el valor debe estar entre 1 y 5 ohm.
- Para un electrodo simple, el valor debe ser 25 ohm.
- De acuerdo a lo anterior se establece que el valor de diseño para la resistencia de la malla de puesta a tierra no será superior a 5 ohmios.
-

Los siguientes equipos deberán conectarse a la malla de puesta a tierra existente:

- Todas las estructuras de soportes metálicos de los equipos eléctricos y aquellos que formen parte de la construcción en general.
- Todos los equipos tales como: gabinetes, tableros, transformadores, motores, postes, entre otros.
- Las conexiones cable-cable se harán con conectores terminales a compresión.

En líneas generales toda la red de tierra debe ser continua. El sistema a diseñar consistirá fundamentalmente de un conductor de cobre desnudo calibre mínimo igual a N° 2/0 AWG, enterrado a una profundidad de 0.5m mínimo del nivel del terreno de la instalación o equipo a proteger, el mismo rodeará el equipo o estructura a ser protegida. Todos estos anillos se conectarán entre si, formando una malla, para minimizar el voltaje de paso y contacto. A esta malla se le colocarán electrodos de acuerdo con la resistencia eléctrica deseada. Las barras serán de acero recubierto de cobre, con una longitud de 8 pies (2,4m) y un diámetro de 5/8 pulgadas (16mm), siendo las medidas mínimas que deben poseer los electrodos, tal como lo indica el CEN en su sección 250.

El tamaño nominal de los conductores de puesta a tierra de equipo, de cobre o aluminio, no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla A.8 del Anexo A.

Todo conductor de puesta a tierra estará solidamente conectado a las barras, equipos, o punto de aterramiento, utilizando conectores con tornillos o de compresión, a fin de no crear resistencia de contactas artificiales que dificulten el drenaje de la corriente, en caso de falla en los equipos.

4.2.7 Selección de Canalización

Una vez determinado el número de conductores, calibre de las fases, neutro, puesta a tierra y tipo de aislante, el siguiente paso será escoger el tipo de canalización requerida para alojarlos, para ello se recomendará usar tubería galvanizada de tipo EMT rígida, tubería flexible EMT para llegada a la caja de conexión de equipos, bandeja porta cables, bancada, tanquilla, entre otras. Previamente se definirá si se estima dejar espacio de reserva, o tubos de reserva, para futuras ampliaciones o modificaciones en las condiciones de la carga conectada.

Para dimensionar las tuberías para alojamiento de conductores se presenta en el Anexo A la tabla A.5 con título: Número máximo de conductores en tubos roscados y no roscados de tamaño comerciales.

4.2.7.1 Sistemas metálicos de Bandejas Portacables

Un sistema de bandejas portacables es una unidad o conjunto de unidades o secciones rectas y curvas, con sus accesorios, que forman una

estructura mecánica rígida utilizada para soportar firmemente cables y canalizaciones.

Para el diseño del sistema de bandejas portacables a utilizar se obedecerá a la información contenida en el CEN Covenin 200 sección 392, NEMA VE 1-1998: Metal Cable Tray Systems, y NEMA VE 2 - 1995: Metal Cable Tray Installation Guidelines.

Se utilizará la bandeja portacables tipo escalera, que es una estructura prefabricada de metal que consiste en dos barras laterales longitudinales unidas por miembros transversales individuales.

Se indicará hacer uso de bandejas portacables tipo escalera de fabricación galvanizada en caliente bajo la norma ASTM A 123 y ASTM A 653.

Se hará uso de cable multiconductor en la bandeja portacables, lo cual es permitido en la sección 392.6 (E).

El sistema se formará a través de tramos para lograr canalizar los conductores de los circuitos ramales en el área de producción de la empresa y darles así protección mecánica. Para determinar el ancho de la bandeja se sumará cada uno de los diámetros de los cables multiconductores que pasan por el tramo correspondiente y tomando en cuenta un porcentaje de reserva del 40% para futuras expansiones de carga. Los diámetros de los cables multiconductores se tomarán de la tabla A.10 del Anexo A de Título Características dimensionales de cables Condumex.

Se busca colocar los multiconductores en una sola capa a través de toda la sección transversal de la bandeja.

Para la selección del ancho de la bandeja portacables se tomará en cuenta lo expresado en el CEN en la sección 392, tabla 392.10 (A) donde el ancho interior de la bandeja en sus valores normalizados son 100, 225, 300, 450, 600, 750, 900mm.

De acuerdo a lo contenido en el CEN sección 392.5 Especificaciones de Fabricación, el sistema de bandejas a diseñar constará de resistencia y rigidez suficientes para ofrecer un soporte adecuado a todos los cables instalados en ellas; las bandejas portacables no tendrán bordes afilados, rugosos o salientes que puedan dañar las cubiertas o aislamientos de los cables; el sistema de bandejas portacables será de materiales resistentes a la corrosión; las bandejas portacables tendrán rieles laterales u otros elementos estructurales equivalentes; y las bandejas portacables tendrán accesorios, herrajes u otros medios adecuados para poder cambiar su recorrido, dirección y elevación.

De acuerdo al CEN sección 392.6 Instalación, se hará uso de un puente equipotencial dimensionado colocado a ambos lados de las laterales de dos secciones de bandeja o con otra canalización o equipo para lograr una continuidad eléctrica en todo el sistema.

Para la selección del diámetro de la tubería para alojar a los conductores se usarán las siguientes fórmulas:

$$A_c = \frac{\pi \times D^2}{4} \quad \text{(Ec. 4.3)}$$

$$A_a = N_c \times A_c \quad \text{(Ec. 4.4)}$$

$$Ad = \frac{Aa}{0,40} \quad (\text{Ec. 4.5})$$

$$\% \text{Ocupación} = \frac{A_{\text{conductores}}}{A_{\text{conduit}}} \times 100 \quad (\text{Ec. 4.6})$$

Donde:

Ac= área de ocupación del cable (cm²)

D= diámetro del conductor (cm)

Ad= área del ducto (cm²)

Aa= área de ocupación de la acometida (cm²)

Nc=número de conductores

Se usará la tabla 4.1 donde se muestran los diámetros comerciales de ductos con medidas en pulgadas y su respectiva equivalencia en mm.

Tabla 4.1. Diámetros comerciales de ductos

Diámetro Conduit	
Pulgadas	mm
½	12,7
¾	19,05
1	25,4
1 ½	38,1
2	50,8
2 ½	63,5
3	76,2
3 ½	88,9
4	101,6
6	152,4

Se hará uso de la tabla A.4 (Anexo A) de título número máximo de conductores en tubos roscados y no roscados de tamaño comerciales para la selección del diámetro comercial de la tubería de tipo EMT.

4.2.8 Selección de Protecciones

La corriente de diseño permitirá seleccionar el conductor y, mediante la capacidad de éste, se escogerá la correspondiente protección. Se recomienda utilizar el siguiente procedimiento para la obtención de la protección adecuada para proteger un conductor eléctrico (Penissi, 1989, p.93).

$$I_p = \frac{I_d + I_c}{2} \quad (\text{Ec. 4.7})$$

Donde:

I_d =corriente de diseño obtenida por cálculos y estimaciones (A)

I_c = corriente máxima permisible del conductor seleccionado (A)

I_p = corriente de protección (A)

Posteriormente habrá que buscar la solución inmediata correspondiente al tamaño comercial más próximo. En la Tabla A. 7 del Anexo A se muestran las capacidades de corriente nominales normalizadas para protecciones eléctricas.

4.3 Tablero De Electricidad

Se tomará en cuenta lo expresado en el CEN sección 408 de título Tableros y Paneles de Distribución. El tablero a elegir estará constituido de material incombustible, conforme a las normas Covenin Norven.

Las características del tablero se determinan con el número de salidas de los circuitos ramales y protecciones secundarias obtenidas en el diseño previo. Con la demanda del diseño se obtendrán las demás características como: protección general, tipo de barras de fase, entre otras.

En cuanto a la disposición del mismo, se hará en forma a la vista en pared. Se tendrá en cuenta la ubicación, tomando en consideración que es el centro de distribución de carga del establecimiento. Igualmente debe cuidarse tanto el aspecto estético como el de operatividad del mismo, por lo que el acceso debe ser fácil. La puerta debe abrirse con facilidad sin que obstaculice puertas, ventanas u otro mobiliario o equipo. La altura del montaje será a 1,5 metros del suelo terminado medido este desde el punto medio del tablero.

4.4 Acometida Eléctrica

Con el dato de la demanda de diseño en amperios, se obtendrá las características de los conductores y tuberías que formarán la acometida eléctrica.

Desde el punto de vista físico, deberá observarse lo siguiente: la acometida irá desde el tablero principal al medidor y, luego hasta el punto de entrega de energía por parte de la compañía de electricidad. Todos los conductores serán del mismo calibre para las fases y el neutro. Igual criterio se tendrá para el diámetro de tubería. Se prefiere colocar tubería de tipo EMT, por su bajo costo y el aislante del conductor tipo THW.

4.5 Criterios de diseño para cálculo de la capacidad del grupo electrógeno

El equipo permitirá respaldar a través del TTA el tablero de cargas esenciales únicamente.

Una buena regla general es usar sólo hasta el 80% de la capacidad del generador, lo que preserva la longevidad del generador y le impide el recalentamiento.

CAPÍTULO V

Descripción del sistema Eléctrico en estudio

5.1 Generalidades

En vista que no se dispone de la información relativa a la distribución del sistema eléctrico del taller, se realizó un levantamiento de la misma con base a una inspección de las instalaciones determinando de esta manera la ubicación y magnitud de cada una de las cargas existentes y que deben ser alimentadas tanto en condiciones normales como de respaldo.

Una vez obtenida la información se procedió a realizar los planos eléctricos de la infraestructura y visualizar en ellos la ubicación de cada equipo.

Siguiendo este criterio, se puede realizar un estudio de carga para determinar aquellas que tienen mayor importancia por ser emergentes durante el proceso de fabricación mecánica y necesitan un servicio continuo de energía eléctrica y en caso alguna interrupción en la red externa surge la necesidad imperativa de mantenerlas energizadas porque su ausencia puede provocar pérdidas económicas considerables. Es por ello que se tomó como alternativa el empleo de un sistema de respaldo que permita el continuo funcionamiento de cargas durante un proceso o actividad.

Vale destacar, el Taller Metalmecánico Tornos PH C.A se encuentra ubicado en una esquina de la manzana donde está localizado. Vista la infraestructura de frente, a su lado derecho se encuentra los postes para alumbrado público y la distribución en baja tensión.

En los Anexos, parte C, se presentan una serie de planos donde se visualizan las dimensiones del local a escala. En el plano C.1 se muestra donde se encuentran localizadas cada una de las máquinas-herramientas y/o equipos que se utilizan en el área de producción de la empresa para el desempeño de actividades. Para describir la instalación eléctrica en el lugar, se presenta el plano C.2, donde se muestra la ruta de la canalización:

Punto No.1:

El suministro eléctrico brindado por la compañía de electricidad se toma de un poste metálico ubicado aproximadamente a 3m (metros) de la entrada y separado de la pared periférica 0,5m. La acometida es aérea, baja a través de la pared de la misma infraestructura por un tubo metálico de 3" de diámetro de 3m con cabezote en la parte superior para evitar el paso de agua y 2 abrazaderas para su sostenimiento hasta una caja metálica de dimensiones 24"x13,5"x7,5" a 2,20m de altura del suelo terminado donde es ubicado el contador eléctrico.

El servicio es 3 Φ 4 hilos 120/208V, 3 fases y neutro. Para ello, un conductor TW #2/0 AWG 600V para cada fase y un conductor TW #2 AWG 600V para neutro. Aproximadamente la acometida es de 5m entre conexión en el poste y contador eléctrico.

Punto No.2:

Aquí en este punto un cajetín de dimensiones 24"x13,5"x7,5" ubicado a 5m de la entrada y a 2,20m de altura del suelo terminado. A este cajetín llega la acometida desde el cajetín donde ubican el contador eléctrico a través de un tubo conduit metálico flexible de 3" de diámetro y de 3m de longitud. En este cajetín se ubicó un breaker principal de 400A para desconexión general. Debajo de éste, se proyectó un cajetín metálico de 15cmx15cmx10cm para inicio de canalización al área de producción y otro de 24"x13,5"x7,5" para breaker de circuitos ramales de iluminación.

A partir del primer cajetín proyectan un tubo conduit metálico rígido galvanizado de pared delgada de 3" de diámetro a 1,80m de altura del suelo terminado hacia hasta el punto No2. Son 2 circuitos ramales 3 Φ para la conexión de todas las máquinas, usando para ello un cable TW calibre #6 AWG 600V para cada fase y otro para neutro, un circuito hasta la caja de conexión No 6 y el otro hasta la ultima caja de empalmes. Se observó que el neutro del sistema en el cajetín del punto No2 se encuentra conectado a una barra enterrada en el piso debajo de este para su aterramiento a través de conductor No 2 THW 600V.

En el plano C.3 se presenta las salidas de los 2 circuitos de iluminación en área de producción así como tomacorrientes, todos son dobles de uso general 120V en cajetín metálico de 2"x4" a través de conduit PVC 1/2" \emptyset y cable TW #12, estos no se proyectan a partir de circuito ramal, se instalan a una fase del circuito que pasa por el punto correspondiente.

Punto No.3:

A partir de una caja de conexiones metálica de 15cmx15cmx10cm se encuentra instalada una máquina de soldar marca Prodelec Eutectic Castolim (máquina 1), con breaker General Electric (GE) tripolar (50A), en cajetín metálico de 21cmx15cmx15cm a 1,50m del suelo. Se une a caja de conexiones de este punto con tubo conduit flexible de ½" de diámetro. Un esmeril de banco marca METABO, con breaker (30A) en cajetín de dimensiones 8,5"x4,5"x2,5" a 1m de caja de empalmes. Un esmeril de banco marca Black & Decker de 120V; conectado al tomacorriente en este punto.

Punto No.4:

Aquí se encuentra instalada la fresadora universal No.3 marca CUGIP mediante cajetín de dimensiones 31cmx19,5cmx8,5cm a 1,5m de altura con breaker tripolar (100A). Se une con tubo conduit flexible metálico a 50cm a la caja de conexiones de ese lugar.

Punto No.5:

Aquí 2 tomacorrientes dobles de uso general 120V. Uno a la izquierda y otro al derecho de la caja de conexiones de este lugar a 1m de separación cada uno de la misma.

Punto No.6:

A partir de la caja de conexiones 15cmx15cmx10cm se conecta el taladro de banco saCASER, el taladro de banco ROCKWELL y la fresadora cabezal fijo marca CUGIP. Todos conectados en un breaker tripolar (30A) ubicado en un cajetín metálico de dimensiones 8,5"x4,5"x2,5" a 50cm de la caja de conexiones. También proyectado un tomacorriente de 120V.

Punto No. 7:

Se consigue un tomacorriente de 120V y un breaker tripolar de 100A colocado directamente a la pared en tablón de madera para tomacorriente trifásico 208 voltios uso general con cable TW #8 AWG.

Punto No.8:

Aquí un cajetín de 8,5"x4,5"x2,5" para conectar el compresor de aire a la caja de conexiones 15cmx15cmx10cm con tubo flexible conduit. También una tomacorrientes de 120V a 50cm del suelo terminado.

Punto No.9:

Aquí una viga de 4m de altura, por la parte de arriba pasa una bandeja portacables hasta el punto No.12 que es parte del troncal que energiza las máquinas. A través de tubo conduit metálico de 1½" de diámetro de 2,2m de largo hasta caja de conexión de 8,5"x4,5"x2,5". Aquí instalan contactor para Sierra vaivén CO.ME.NO.400 mediante cable TW #8. Debajo de esta caja de conexión se ubica un breaker de 100A directamente sin cajetín para instalar el ventilador de uso general al circuito. Se coloco un tomacorriente de 120V a 50cm del cajetín de conexión mediante cable TW #12.

Punto No.10:

De la bandeja portacables bajan dos tubos conduit metálico de 1½" de diámetro de 2,2m de largo, termina uno en cajetín metálico 17cmx17cmx11cm con breaker dentro de 30A para instalar torno ARIS RVX-401 modelo 88RVX11270, el otro termina en cajetín de 8,5"x4,5"x2,5" con breaker dentro de 30A para instalar fresadora universal marca TRADEMARK.

Del cajetín de 17cmx17cmx11cm se instala a 50cm un tomacorriente de uso general 120V.

Punto No.11:

Aquí se encuentra igualmente que el punto anterior una viga de 4m de altura por la que pasa la bandeja descrita. De ella bajan dos tubos conduit metálico de 1½" de diámetro de 2,2m de largo y cada uno hasta un cajetín de 10"x10"x6".

En uno de los cajetines esta instalado el torno universal marca JASHONE con breaker de 100A.

En el otro cajetín esta instalado el torno universal marca ARIS RVX-401 8RVX5P262 con breaker de 100A para desconexión. A partir de este mismo cajetín se instala a 50cm un tomacorriente de uso general de 120V.

Punto No.12:

Hasta aquí llega la bandeja portacables dirigida desde el punto 8. De esta hasta una distancia de 2,20m baja un tubo conduit metálico de 1 ½" de diámetro hasta cajetín de 10"x10"x6" el cual contiene un breaker de 100A, en donde conectan la Amortajadora marca LAZZATI, el torno universal marca TECNOIMPES y el torno marca DORIA. De aquí proyectan tomacorriente para uso general 120V.

Punto No.13:

Aquí se encuentra ubicada la sierra vaivén eléctrica marca FAEL con un breaker termomagnético de 20A para desconexión instalado en cajetín de 8,5"x4,5"x2,5" usan para ello cable TW #10. También proyectan un tomacorriente de uso general de 120V a 50cm del suelo terminado.

Punto No.14:

Aquí esta ubicado el Taladro Radial marca saCASER y la acepilladora. Para instalar el taladro Radial emplean un cajetín de 20cmx12cmx7cm donde colocan breaker de 30A conectado a la caja de conexión por medio de 20cm de tubo conduit flexible. Para instalar la acepilladora usan un tomacorriente trifásico y para su desconexión tiene un breaker de 100A.

Punto No.15:

Aquí se conecta la otra máquina de Soldar marca Prodelec Eutectic Castolin (máquina2). Para ello, un cajetín de dimensiones 21cmx15cmx15cm en donde ubican un breaker de 50A General Electric. Dicho cajetín se conecta a la caja de conexión a través de 30cm de tubo conduit flexible de 1" de diámetro. También de esta misma caja de conexiones se instala el torno universal marca VDF mediante cable multiconductor, y breaker de 100A

En los planos C.4 y C.5 se presentan los puntos de iluminación y tomacorrientes en oficina baños y almacén (CIOBA); este es un solo circuito ramal con breaker de 100A desde cajetín de iluminación ubicado en el punto No.2. Igualmente de este cajetín son proyectados los 2 circuitos de iluminación del área de producción con 6 lámparas de 500W c/u (C1IAP Y C2IAP); y un breaker de 30A para el circuito individual del aire acondicionado e la oficina.

Es de importancia mencionar que el sistema eléctrico bajo estudio no esta conceptualizado de acuerdo a normas de diseño, es por ello que antes plantear las especificaciones del sistema se respaldo a proponer se rediseñan los circuitos ramales para los motores eléctricos y se ubican en un nuevo tablero de electricidad cumpliendo con normas mínimas de diseño.

5.2 Características (Valores De Placa) De Los Equipos En El Taller

A continuación se presentan valores eléctricos característicos de las máquinas-herramientas existentes en las instalaciones de la empresa para el proceso de fabricación mecánica:

- Torno universal. Marca TECNOIMPES. Modelo 1090659
- Torno universal. Marca VDF. Modelo V3K
- Torno universal. Marca JASHONE. Modelo M215-285-E
- Torno universal. Marca DORIA. Modelo 230
- Torno universal. Marca ARIS RVX- 401. Modelo 8RVX5P262
- Torno universal. Marca ARIS RVX-401. Modelo 88RVX11270
- Amortajadora. Marca LAZZATI. Modelo 203
- Dos (2) Máquina de soldar. Marca Prodelec Eutectic Castolim. Modelo GS 425 NM 80
- Acepilladora. Marca The Cincinnati Shaper Co. Modelo GS539
- Sierra vaivén eléctrica. Marca FAEL. Modelo TYP OH 253
- Sierra vaivén eléctrica. Marca CO. ME. NO 400
- Esmeril de banco. Marca METABO. Modelo 7211–D
- Esmeril de banco. Marca Black & Decker
- Taladro radial. Marca saCASER
- Taladro de banco. Marca ROCKWELL. Modelo EFI 2P
- Taladro de banco. Marca saCASER
- Fresadora universal No.2. Marca TRADEMARK. Modelo DL-VHRU-G2
- Fresadora universal No.3. Marca CUGIP. Modelo FV 36
- Fresadora cabezal fijo No.3. Marca CUGIP. Modelo FV 32

- Compresor de aire eléctrico. Marca COMET S.A. Modelo C1215OTF
- Ventilador general
- Aire acondicionado de la oficina. Marca YORK. Modelo ASM24DAD1

5.2.1 Torno universal. Marca TECNOIMPES. Modelo 1090659

- Torno de 3 metros entre puntos por 1200 mm de volteo
- Empresa de la industria de máquinas-herramientas - Fábrica de Tornos.
- Budapest. Norma Húngara: MSZ.
- Marca del Tipo (Nº de Serie): EE-1200-01.
- Año de Fabricación: 1976, Producto Húngaro.

Tabla 5.1. Valores de placa torno universal. Marca TECNOIMPES

Tensión de Servicio: 220 V	Máximo consumo de corriente: 70 A
Frecuencia: 60 Hertz	Máximo consumo de potencia: 19.7 kW
Fases: 3	

5.2.2 Torno universal. Marca VDF. Modelo V3K

Torno de 4 metros entre puntos por 600 mm de volteo
Heidenreich & Harber Hamburg. Torno alemán.

Tabla 5.2. Valores de placa torno universal. Marca VDF

Tensión de Servicio: 220 V	Corriente total: 22 A
Frecuencia: 50 per/seg	
Fases: 3	

5.2.3 Torno universal. Marca JASHONE. Modelo M215-285-E

Torno de 2 metros entre puntos por 600 mm de volteo.

Esta máquina-herramienta no posee una placa donde se refleja los valores eléctricos característicos del motor que la compone. Para efectos de cálculos se tomará los valores de la placa del torno universal marca VDF (Tabla 5.2) por la similitud que tiene con esta por ser ambas de 600 mm de volteo.

5.2.4 Torno universal. Marca DORIA. Modelo 230

- Torno de 1,5 metros entre puntos por 460 mm de volteo.
- Milano- Via A. Maffucci NR.40 Matricola 10767 ANNO.1976
- AGIP AGIP F.10505S Volt. 220; 60Hz Made in ITALY.

En la inspección de este equipo se notó que no posee la placa de valores eléctricos característicos de la misma. Para efectos de cálculos se tomará el valor de placa del torno universal marca ARIS RVX-401 modelo 8RVX5P262 (tabla 5.3) por tener características de funcionamiento similares, ambos tornos son de 460 mm de volteo.

5.2.5 Torno universal. Marca ARIS RVX- 401. Modelo 8RVX5P262

- Torno de 1,5 metros entre puntos por 460 mm de volteo
- MINISTERUL INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

Tabla 5.3 Valores de placa torno universal. Marca ARIS. Modelo 8RVX5P262

Tensión de Servicio: 220 V	Corriente Nominal: 27,5 A
Frecuencia: 60 Hertz	Potencia Instalada: 7,5 kVA
Fases: 3	

5.2.6 Torno universal. Marca ARIS RVX- 401. Modelo 88RVX11270

- Torno de 1 metro de distancia entre puntos por 460 mm de volteo
- MINISTERUL INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

Tabla 5.4 Valores de placa torno universal. Marca ARIS. Modelo 88RVX11270

Tensión de Servicio: 220 V	Corriente Nominal: 27,5 A
Frecuencia: 60 Hertz	Potencia Instalada: 7,5 kVA
Fases: 3	

5.2.7 Amortajadora. Marca LAZZATI. Modelo 203

- OMS. Oficina Meccanica Sempione di Lazzati & C. Legnano.
- Diámetro: 2 metros Y Recorrido 400 mm

- Esta máquina-herramienta está formada por dos motores eléctricos, uno para realizar el mecanizado a la pieza y otro para mover la bandeja de trabajo.
-

Tabla 5.5. Valores de placa del motor eléctrico para realizar mecanizado

5 HP	RPM 1160	FASE 3	Cycle 50	Type KK
220/440 V	13,6/6,8 A	Clase N	Frame 284	Motor N° 1412068

Tabla 5.6. Valores de placa del motor eléctrico para mover bandeja de trabajo

Tipo R24/38	RPM 1380	FASE 3	1,9/1,1 A
N° 13593	Cycle 50 Hz	220/380 V	0.4 kW

5.2.8 Máquina de soldar. Marca Prodelec Eutectic Castolim. Modelo GS 425 NM 80

- Industrias Metalúrgicas LTDA. Industria Brasileira.

Tabla 5.7. Valores de placa máquina de soldar

Tensión de Servicio: 220 V	Corriente Nominal: 66 A
Frecuencia: 60 Hertz	Potencia Instalada: 25kVA
Fases: 3	

5.2.9 Acepilladora. Marca The Cincinnati Shaper Co. Modelo GS539

- 24 in. B.G Crank Shaper Cincinnati, Ohio U.S.A.

- Esta máquina-herramienta tiene un motor eléctrico para realizar el mecanizado a la pieza.
- Valores de placa del motor:
- MASTER ALTERNATING CURRENT MOTOR
- Master electric company Dayton Ohio USA

Tabla 5.8. Valores de placa del motor eléctrico de la Acepilladora

Serial: GS539	HP: 7.5	PHASE 3	frame 254 U
Style: 314473	Volts: 208/220/440	CYCLES 50	Code G
Type PB	Amps: 20/10	RPM: 1460	Temp Rise Cont 50 °C

5.2.10 Sierra Vaivén eléctrica. Marca FAEL. Modelo TYP OH 253

Fábrica de Maquinaria Silistra Fabr. N°. 9120553

Año de Fabricación: 1992. Made in Bulgaria

Tabla 5.9. Valores de placa Sierra Vaivén eléctrica. Marca FAEL

Tensión de Servicio: 220 V	Corriente Nominal: 10 A
Frecuencia: 60 Hertz	Potencia: 1.8 kW
Fases: 3	

5.2.11 Sierra Vaivén eléctrica. Marca CO. ME. NO 400

En la inspección de la máquina se observó que no presenta una placa donde este los valores eléctricos característicos de la misma. Se medirá corriente nominal con pinza amperimétrica.

5.2.12 Esmeril de banco. Marca METABO. Modelo 7211 – D

- Nr. 740902. Made in Germany.

Tabla 5.10. Valores de placa Esmeril de banco. Marca: METABO

Tensión de Servicio: 220 V	3600 r/min
Frecuencia: 60 Hertz	Corriente Nominal: 2,2 A
Fases: 3	Potencia: 470 W

5.2.13 Esmeril de banco. Marca Black and Decker

Este equipo no posee placa de valores característicos, es para voltaje de 120V, se encuentra ubicado en un tomacorriente de uso general

5.2.14 Taladro radial. Marca saCASER

- De bandera igual a 1,60 metros.
- Societa Anonima Casati Ernesto & Figli
- Costruzioni Meccaniche Caser Pavia
- Matricola: 0099 San Giorgio Soc. Ind
- Consta de tres motores eléctricos para realizar el taladrado a la pieza.
- Motore Asincrono Trifase

Tabla 5.11. Valores de placa del motor del mandril

N° 248696	Cav: 5	Kw: 3,7	V: 220
Tipo 20/40	Gir: 1430	F: 50 Hz	A: 8,25

- Marelli & C.S

Tabla 5.12. Valores de placa del motor para mover bandera hacia los lados

Fase 3	Kw 0,625	V: 220/380
Cav 0,85	F 50 Hz	A: 2,55

El tercer motor para mover la bandera del taladro hacia arriba o hacia abajo tiene iguales características que el motor anterior. Para efecto de cálculos se tomara tabla 5.12.

5.2.15 Taladro de banco. Marca ROCKWELL. Modelo EFI 2p

- Manufacturing Company Drilling Machine
- Property of the city of tampe, FLA. N° 40331
- Serial No. 34068-34
- Made in Portugal By EFI for Rockwell Manufacturing Co.
- Pittsburgh, P.a U.S.A. Series N°. 70-121

Tabla 5.13. Valores de placa taladro de banco. Marca ROCKWELL

Tensión de Servicio: 230 V	Hp 1.3 / 1.9
Frecuencia: 60 Hertz	
Fases: 3	

5.2.16 Taladro de banco. Marca saCASER

- Societa Anonima Casati Ernesto & Figli
- Costruzioni Meccaniche Caser Pavia

En la inspección no se consiguió a la máquina la placa con valores nominales característicos. Se medirá corriente nominal con pinza amperimétrica.

5.2.17 Fresadora universal No.2. Marca TRADEMARK. Modelo DL-VHRU-G2

- DAH LIH MACHINERY INDUTRY Co., LTD
- N°.69 Kung Li Street Taichung
- Date:1977 Ser. N° 25454 Taiwan Republic of China

Esta máquina herramienta consta de dos motores de inducción eléctricos para realizar el proceso de fabricación mecánica.

- Motor principal para realizar mecanizado a piezas.
- Induction Motor (Made in Taiwan)
- Modelo EBFC-D

Tabla 5.14. Valores de placa

Hp 2	Hz 60	Amp 3,4/5,9	Pole 4	Amb Temp 40 °C
Phase 3	Volt 380/220	RPM 1715	Ins Clase E	Date 1975

- Motor para desplazar la bandeja de presión hacia arriba o hacia abajo.
- Induction Motor
- Licensed by Westinghouse U.S.A
- Modelo EBFC-D

Tabla 5.15. Valores de placa

Hp 1	Hz 60	Amp 1.9/3.3	Pole 4	Amb Temp 40 °C
Phase 3	Volt 380/220	RPM 1690	Ins Clase E	Date 1975

5.2.18 Fresadora universal No.3. Marca CUGIP. Modelo FV 36

- Intreprinderca Mecanica Cugip.
- Manufacturing year: 1988
- Milling Machine Type. Manufacturing norma 611/77
- Made in Romania. N°. 5337, Serie: 18

En la inspección de la maquina no se consiguió placa de valores eléctricos nominales característicos del motor eléctrico. Se medirá corriente nominal con pinza amperimetrica.

5.2.19 Fresadora cabezal fijo No.3. Marca CUGIP. Modelo FV 32

- UMC CUGIP.
- Made in Romania. Año: 1974

En la inspección no se consiguió a la máquina la placa con valores nominales característicos. Se medirá corriente nominal con pinza amperimétrica.

5.2.20 Compresor de aire eléctrico. Marca COMET S.A. Modelo C1215OTF

- PT 150 Lbs PP 225 Lbs Cap 53 Gl. SMT 13399 Año 1976
- Hecho en Venezuela. Ciudad Ojeda. Serial 0691
- Motor eléctrico marca Siemens.

Para efectos de cálculos se midió corriente nominal del equipo con pinza amperimétrica.

5.2.21 Ventilador General

Para airear el ambiente de trabajo en el área de los tornos. Se usó pinza amperimétrica para medición de la corriente.

5.2.22 Aire acondicionado de la oficina. Marca YORK. Modelo ASM24DAD1

- N° serie JK114. Capacidad 12000 BTU/h Alta eficiencia
Fabricado en México

Tabla 5.16. Valores de placa de aire acondicionado. Marca YORK

Tensión de Servicio: 220 V	Corriente Nominal: 5,8 A
Frecuencia: 60 Hertz	Potencia: 1215,90 W
Fases: 2	

5.2.23 Bombillos Incandescentes

Característica de los bombillos usados para la iluminación en el área de producción.

- Marca OSRAM; 500 Watts; 220/230 voltios; SLOVAKIA T9A8

En la tabla 5.17 se muestran las corrientes por fase en amperios de cada una de las máquinas-herramientas trifásicas localizadas en el área de producción.

Tabla 5.17. Valores eléctricos de las máquinas-herramientas trifásicas

Máquina-herramienta	I _R (A)	I _S (A)	I _T (A)	V _{RS} (V)	V _{RT} (V)	V _{ST} (V)
Torno marca TECNOIMPES	70,00	70,00	70,00	193	191	195
Torno marca VDF	22,00	22,00	22,00	194	192	190
Torno marca JASHONE	22,00	22,00	22,00	191	195	195
Torno marca DORIA	27,50	27,50	27,50	193	191	195
Torno marca ARIS 8RVX5P262	27,50	27,50	27,50	194	195	190
Torno marca ARIS 88RVX11270	27,50	27,50	27,50	194	195	195
Amortajadora marca LAZZATI °	15,50	15,50	15,50	193	191	195
Máquina de Soldar marca Prodelec	66,00	66,00	66,00	200	195	200
Acepilladora marca The Cincinnati Shaper Co	20,00	20,00	20,00	198	194	198
Sierra vaivén marca FAEL	10,00	10,00	10,00	198	201	202
Sierra vaivén marca CO.ME.NO 400 *	7,50	7,00	7,40	200	196	200
Esmeril de banco marca METABO	2,20	2,20	2,20	200	195	200
Taladro radial marca saCASER °	13,35	13,35	13,35	198	194	198
Taladro de banco marca ROCKWELL *	1,10	1,40	1,10	198	198	194
Taladro de banco marca saCASER *	2,50	2,70	2,60	198	198	194
Fresadora universal marca TRADEMARK°	9,20	9,20	9,20	196	195	192
Fresadora universal marca CUGIP *	14,80	14,40	15,60	192	190	195
Fresadora cabezal fijo marca CUGIP *	7,00	6,60	6,70	198	198	194
Compresor de aire marca COMET S.A *	5,00	4,30	5,20	196	194	193

* Para esta máquina-herramienta se realizó medición de la corriente por fase con pinza amperimétrica, por no poseer placa con valores eléctricos característicos. Para efectos de cálculos se tomará $I_N=(I_R+I_S+I_T)/3$ (A)

° Para máquinas-herramientas que dispongan de varios motores para su funcionamiento se tomará como corriente nominal del equipo para efectos de cálculo la suma de las corrientes nominales de todos los motores.

En la tabla 5.18 se muestran las corrientes por fase en amperios del ventilador de uso general medidas con la pinza amperimétrica, ya que el mismo no posee placa de valores característicos. La corriente a tomar en cuenta será el promedio: $I = I_R + I_S = (2,4 + 2,2) / 2 = 2,3A$

Tabla 5.18. Valores eléctricos medidos del ventilador

Máquina	I_R (A)	I_S (A)	V_{RS} (V)
Ventilador *	2,4	2,2	200

* Valor medido con pinza amperimétrica

5.3 Estudio De Cargas

Mediante el estudio de cargas, se obtendrá la demanda de diseño requerida para seleccionar las características del tablero, protección general, acometida eléctrica y capacidad del sistema de respaldo a proponer. Para los fines de obtener la demanda de diseño y la carga total de iluminación, se hará el estudio por medio de los datos de puntos de los planos (Anexo C). Posteriormente, se considerará el factor de demanda correspondiente, afectando esto a las cargas de tomas de uso general. A esta demanda se le sumará la de los circuitos especiales, considerando los factores de demanda establecidos en el CEN. Para este estudio de cargas se deberá tomar en cuenta que la instalación en cuestión es de tipo industrial, y muchos de los equipos, en los cuales no se indican el factor de demanda, irán al 100%.

5.3.1 Cálculos De Circuitos De Iluminación

Para alumbrado en áreas interiores se toma 100W por punto (luminaria), de acuerdo al manual de la C.A La Electricidad de Caracas.

5.3.1.1 Circuito De Iluminación Oficinas, Baños Y Almacén

De acuerdo a los planos C.4 y C.5 se tiene un solo circuito de iluminación para esta parte que cubre también tomacorrientes de 120V. Se calcula para reubicarlos en el nuevo tablero de electricidad.

$$C_{IOBA} = \left\{ \begin{array}{l} 6 \text{ luminarias de 1 lámpara de } 100 \text{ W c/u} + \\ 4 \text{ tomacorrientes dobles de } 180 \text{ VA (para efecto de cálculos)} \end{array} \right.$$

De la tabla A.5 (Anexo A), "Factores de demanda para cargas de iluminación", tomada del Código eléctrico Nacional (CEN), se establece:

Total V.A al 100% para las cargas de iluminación

En la tabla 5.19 se muestran los resultados de los cálculos realizados para el circuito de iluminación de la oficina, baños y almacén.

Tabla 5.19. Circuito de iluminación de oficinas, baños y almacén

Circuito de Iluminación	Voltaje (V)	Factor de potencia	Potencia (W)	Potencia (VA)	I (A)
C _{IOBA}	120	0,95	1284	1351,58	11,26
Total circuito iluminación (todos al 100%)			1284	1351,58	11,26

En el plano C.6 se presentan los puntos de luminaria en el área de deposito, se tomara en cuenta en el circuito de tomacorrientes C2TUG.

5.3.1.2 Circuito De Iluminación En Área De Producción

De acuerdo al plano C.3 se proyectan 2 circuitos de iluminación distribuidos de la siguiente manera:

$C_{1IAP} = C_{2IAP} = 6$ luminarias de 1 lámpara de 500 W c/u

En la tabla 5.20 se muestran los resultados de los cálculos realizados para los diferentes circuitos de iluminación en el área de producción de la empresa:

Tabla 5.20. Circuitos de iluminación en área de producción

Circuito de Iluminación	Voltaje (V)	Factor de potencia	Potencia (W)	Potencia (VA)	I (A)
C_{1IAP}	208	0,95	3000	3157,90	15,18
C_{2IAP}	208	0,95	3000	3157,90	15,18
Total circuito iluminación (todos al 100%)			6000	6315,80	30,36

5.3.2 Circuitos De Tomacorrientes De Uso General

Los circuitos ramales de tomacorrientes en el área de producción se rediseñan de acuerdo a la norma técnica, de manera que se puedan ubicar en el tablero de electricidad con su respectiva protección.

En el plano C.7 se presentan las salidas de los circuitos de tomacorrientes. Se tienen un total de 2 circuitos de tomacorrientes de 1800

VA cada uno, que se obtuvieron luego de las distribuciones de los puntos en el plano respectivo (Ver anexo C).

$$\text{Total VA} = 2 \times 1800 \text{VA} = 3600 \text{VA}$$

Aplicando el criterio de diseño del CEN, de la Tabla T.6 “Factores de demanda para cargas de tomacorrientes en unidades no residenciales”, se tiene:

Los primeros 10000V.A o menos al 100% y el resto al 50%

$$100\% = 3600 \text{ V.A}$$

En la tabla 5.21 se muestran los resultados de los cálculos realizados para los circuitos de tomacorrientes en el área de producción

Tabla 5.21. Circuitos de tomacorrientes en área de producción

Circuitos de tomacorrientes (área de producción)	Voltaje (V)	Factor de potencia	Potencia (VA)	I (A)
C_{1TUG}	120	0,95	1800	15,00
C_{2TUG}	120	0,95	1800	15,00
Sumatoria (VA)			3600	
Los primeros 10 kVA al 100%			3600	
Resto al 50 %				
Total VA			3600	

5.3.2.1 Cálculo El Calibre Del Conductor De Los Circuitos Ramales

Para el cálculo del calibre del conductor de los circuitos ramales de tomacorrientes se tomará en cuenta la longitud de cada uno, de esta manera se asegura que el calibre seleccionado para el conductor cumpla las exigencias. El conductor será de cobre con aislamiento THW y temperatura de operación de 75°C, y la canalización a través de sistemas de bandejas portacables.

De acuerdo a la figura 5.1 se calcula la distancia de los circuitos eléctricos a diseñar.

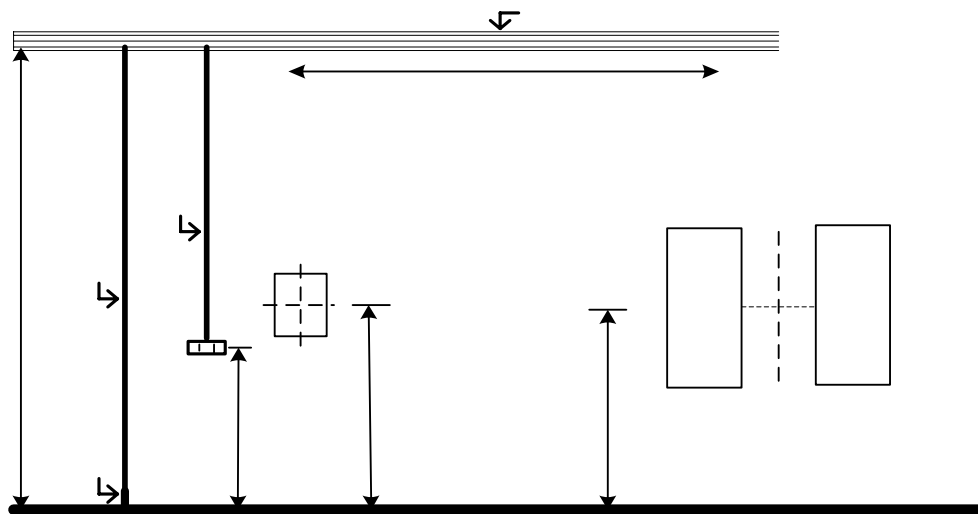


Figura 5.1. Distancias para cálculo de circuitos eléctricos. Fuente propia

Para el cálculo de la longitud de los circuitos de tomacorrientes o de máquinas-herramientas desde el tablero de electricidad se considerará los siguientes parámetros, representados en la figura 5.1:

- Altura del tablero de electricidad a suelo: 1,5m
- Altura de bandeja portacables a suelo: 4m
- Distancia desde bandeja porta cables a cajetín de 2"x4": 1,20m
- Distancia desde bandeja porta cables a máquina-herramienta: 4m de tubería EMT + 1m de tubería flexible metálica.
- Distancia total del CTUG en plano C.7
- Distancia lineal de tablero a maquina-herramienta en plano C.1.

Teniendo en cuenta que:

d = distancia desde el tablero de electricidad hasta la ubicación de la máquina-herramienta (metros)

V = voltaje de alimentación (voltios).

ΔV = caída de tensión máxima admisible en el circuito (%)

I_C = corriente de cálculo para buscar en tabla correspondiente (amperios)

I_N = corriente nominal del motor eléctrico (amperios)

m = metros lineales

A = amperios

Para C1TUG

Datos:

$V = 120$ voltios

$I_N = 15A$ (De la tabla 5.21)

Temperatura ambiente= 30°C

Selección por capacidad de corriente

Con $I_C = 15,00A$

De acuerdo a la Tabla A.1 del Anexo A, tomada del CEN, el calibre del conductor seleccionado por capacidad de corriente es el #14 AWG de cobre, aislamiento THW con temperatura de operación de 75°C. Sin embargo las

Normas PDVSA especifican que para circuitos ramales mínimo a usar será el #12AWG de cobre, por lo tanto se selecciona éste último.

Selección por caída de tensión

De acuerdo al manual de la C.A La Electricidad de Caracas (capítulo II, tamaño de los conductores de los circuitos y la canalización) señala un valor recomendado de la caída de tensión máxima admisible, de 3% para circuitos ramales.

Datos:

$V = 120$ voltios

$I_c = 15,00$ A

$d = 57$ m

f.p= 0,95

$\Delta V = 3\%$

$K_{va_c} = 15A \times 120V = 1,8kVA$ (Ec. 2.1)

De acuerdo a la ecuación 4.1 tenemos

$$CD = kVA_c \times L = 1,8kVA \times 57 m = 102,6 kVA \cdot m$$

Se aplica el factor de corrección para caídas de tensión diferentes al 2% para ingresar a la tabla A.2, entonces

$$\Delta V_{nuevo} = \frac{\Delta V}{2\%} = \frac{3}{2} = 1,5$$

Con factor de corrección para sistemas monofásicos tomamos lo siguiente $f = 0,166$ (Tabla A.3)

Resultado CD_{nuevo} para buscar en tabla A.2:

$$CD_{nuevo} = \frac{kVA \cdot m}{fx \Delta V_{nuevo}} = \frac{102,6}{0,166 \times 1,5} = 412,05 \text{ kVA} \cdot m$$

Se ubica este valor en la Tabla A.2 del Anexo A, para ductos magnéticos, factor de potencia 0,95 y frecuencia 60 Hz, se observa que corresponde el conductor calibre #6 AWG de cobre.

Se escoge el calibre de mayor sección entre los dos criterios, por lo tanto la selección definitiva del calibre del conductor es #6 AWG de cobre, aislamiento THW 600V, temperatura de operación 75°C para el circuito ramal **C1TUG** en el área de producción.

A continuación en la tabla 5.22 se muestran tabulados los datos y resultados del calibre del conductor para todos los circuitos de tomacorrientes.

Tabla 5.22. Valores de los circuitos ramales de tomacorrientes para determinar calibre del conductor, donde V= 120 V, f.p=0,95, ΔV = 3%

Descripción circuito	I _N (A)	d (m)	Kva _c	CD (kVA)	CD _{nuevo} (kVA)
C1TUG	15,00	57	1,8	102,6	412,05
C2TUG	15,00	63	1,8	113,4	455,42

° Para buscar en tabla se toma ΔVnuevo =1,5% y f=0,166

En la tabla 5.23 se selecciona el calibre del conductor definitivo para los circuitos de tomacorrientes de uso general en área de producción.

Tabla 5.23. Selección del calibre de conductores de los circuitos de tomacorrientes de uso general en el área de producción

Circuito	Calibre conductor # (THW AWG)		Calibre de conductor seleccionado # (THW AWG)
	Capacidad de corriente	Caída de tensión	
C _{1TUG}	12	6	6
C _{2TUG}	12	6	6

5.3.3 Circuito Dedicados Para Máquinas-Herramientas En El Taller.

Para la determinación del calibre del conductor del circuito dedicado para cada máquina-herramienta se procede de manera muy similar a la anterior. La distribución de los circuitos será a través de sistema de bandeja porta cables. De acuerdo a la figura 5.1, tenemos:

Para Torno universal. Marca TECNOIMPES. Modelo 1090659

Datos: Equipo 3Φ

V = 208 voltios

d = 62m

I_N = 70A (De la tabla 5.17)

ΔV = 5%

Temperatura ambiente= 30°C

De acuerdo a la ecuación 4.2, tenemos:

$$I_c = I_N \times 1,25\% = 70,00A \times 1,25\% = 87,50A$$

Selección por capacidad de corriente

Con I_c=87,50A

De acuerdo a la Tabla A.1 del Anexo A, tomada del CEN, el calibre del conductor seleccionado por capacidad de corriente es el #3 AWG de cobre, aislamiento THW con temperatura de operación de 75°C. Este cable no es comercial en el mercado nacional, se seleccionará el inmediatamente superior THW #2 AWG.

Selección por caída de tensión

Datos:

$$I_c = 87,50 \text{ A}$$

$$f.p = 0,95$$

De acuerdo a la ecuación 2.2, tenemos:

$$K_{va_c} = \sqrt{3} \times 87,50 \times 208 \text{ V} = 31,52 \text{ kVA}$$

De acuerdo a la ecuación 4.1 tenemos

$$CD = kVA_c \times L = 31,52 \text{ kVA} \times 62 \text{ m} = 1954,24 \text{ kVA} \cdot \text{m}$$

Se aplica el factor de corrección para caídas de tensión diferentes al 2% para ingresar a la tabla A.2, entonces

$$\Delta V_{\text{nuevo}} = \frac{\Delta V}{2\%} = \frac{5}{2} = 2,5$$

Resultado CD_{nuevo} para buscar en tabla A.2:

$$CD = \frac{kVA \cdot m}{\Delta V_{\text{nuevo}}} = \frac{1954,24}{2,5} = 781,70 \text{ kVA} \cdot \text{m}$$

Se ubica este valor en la Tabla A.2 del Anexo A, para ductos magnéticos, factor de potencia 0,95 y frecuencia 60 Hz, se observa que corresponde el calibre del conductor #4 AWG.

Se escoge el calibre de mayor sección entre los dos criterios, por lo tanto la selección definitiva del calibre del conductor es #2 AWG de cobre,

aislamiento THW 600 voltios, temperatura de operación 75°C para el circuito dedicado del torno universal marca TECNOIMPES.

En la tabla 5.24 se muestran los valores para el cálculo de cada uno de los circuitos dedicados de las máquinas-herramientas localizadas en el área de producción, para luego con el valor correspondiente buscar el calibre del conductor indicado para circuito dedicado en la tabla A.2 (Anexo A)

Es de importancia mencionar que para efectos de cálculos, para la corriente del conductor (I_c) para las máquinas de soldar se asumirá un 25% de reserva.

En la tabla 5.25 se muestra la selección definitiva del calibre del conductor para cada uno de los circuitos dedicados en el área de producción de la empresa, de las dos condiciones se tomara la mas desfavorable, es decir, el conductor de mayor calibre.

Tabla 5.24. Valores para seleccionar calibre del conductor del circuito dedicado de las máquinas-herramientas, donde V= 208 voltios, $\Delta V=5\%$, y $f.p=0,95$

Descripción circuito	I_N (A)	I_c (A)	d (m)	Kva_c	CD	CDnuevo
C_{Torno} TECNOIMPES	70,00	87,50	62	31,52	1954,24	781,70
C_{Torno} VDF	22,00	27,50	68	9,90	673,69	269,48
C_{Torno} JASHONE	22,00	27,50	57	9,90	564,30	225,76
C_{Torno} DORIA	27,50	34,38	62	12,39	768,18	307,27
C_{Torno} ARIS 8RVX5P262	27,50	34,38	57	12,39	706,23	282,50
C_{Torno} ARIS 88RVX11270	27,50	34,38	52	12,39	644,28	257,71
$C_{Amortajadora}$	15,50	19,38	62	6,98	432,76	173,10
$C_{Máquina de soldar}$ (1)	66,00	82,50	13	29,72	386,36	154,54
$C_{Máquina de soldar}$ (2)	66,00	82,50	66	29,72	1961,52	784,61
$C_{Acepilladora}$	20,00	25,00	62	9,00	558,00	223,20
C_{Sierra} FAEL	10,00	12,50	51	4,50	229,50	91,80
C_{Sierra} CO.ME.NO 400	7,30	9,13	47	3,29	154,63	61,85
$C_{Esmeril}$ METABO	2,20	2,75	16	0,99	15,84	6,34
$C_{Taladro radial}$ saCASER	13,35	16,69	62	6,01	372,62	149,05
$C_{Taladro}$ ROCKWELL	1,20	1,50	28	0,54	15,12	6,05
$C_{Taladro}$ saCASER	2,60	3,25	28	1,17	32,78	13,11
$C_{Fresadora}$ TRADEMARK	9,20	11,50	52	4,14	215,28	86,11
$C_{Fresadora}$ CUGIP	15,00	18,75	20	6,75	135,00	54,04
$C_{Fresadora}$ cabezal fijo	6,77	8,46	28	3,05	85,40	34,16
$C_{Compresor}$ COMET S.A	4,83	6,04	42	2,18	91,56	36,62
$C_{Ventilador general}$	2,3	2,88	45	1,04	46,70	18,68

° I_N (A) de equipos trifásicos tomada de la tabla 5.17

° I_N (A) del ventilador $I_N = 2,4+2,2=4,6/2=2,3A$ (corriente medida con pinza amperimétrica)

° Tabla realizara asumiendo $\Delta V_{nuevo}=2,5$

Tabla 5.25. Selección del calibre del conductor para circuitos dedicados de las máquinas-herramientas.

Descripción circuito	Calibre conductor # (THW AWG)		Calibre de conductor seleccionado # (THW AWG)
	Capacidad de corriente	Caída de tensión	
C _{Torno} TECNOIMPES	2	4	2
C _{Torno} VDF	10	8	8
C _{Torno} JASHONE	10	8	8
C _{Torno} DORIA	10	8	8
C _{Torno} ARIS 8RVX5P262	10	8	8
C _{Torno} ARIS 88RVX11270	10	8	8
C _{Amortajadora}	14	10	10
C _{Máquina de soldar (1)}	4	10	4
C _{Máquina de soldar (2)}	4	4	4
C _{Acepilladora}	12	10	10
C _{Sierra FAEL}	14	12	12
C _{Sierra CO.ME.NO 400}	14	14	12
C _{Esmeril METABO}	14	14	12
C _{Taladro radial saCASER}	14	10	10
C _{Taladro ROCKWELL}	14	14	12
C _{Taladro saCASER}	14	14	12
C _{Fresadora TRADEMARK}	14	12	12
C _{Fresadora CUGIP}	14	12	12
C _{Fresadora cabezal fijo}	14	14	12
C _{Compresor COMET S.A}	14	14	12
C _{Ventilador general}	14	14	12

° De acuerdo a la norma PDVSA 90619.1.057, "Selección de Cables" el calibre mínimo del conductor a seleccionar será el N° 12 AWG para circuitos de fuerza.

5.3.4 Capacidad Del Tablero De Cargas Esenciales Y Normales

Es de importancia destacar que la capacidad del sistema de respaldo a proponer no cubrirá el 100% de la carga total de la infraestructura por criterios económicos establecidos por los dueños del taller. Luego de una entrevista con el gerente y empleados, se obtiene información relativa a los requerimientos del servicio, y se fijan las cargas consideradas más emergentes para el proceso de fabricación mecánica en el área de producción de la empresa cuando exista una interrupción en el suministro normal por parte de la red externa.

Se entenderá por **Carga conectada**, a la sumatoria de la potencia en vatios de todos los equipos eléctricos (datos de placa) que se conectan a la red del sitio en cuestión expresada en kW o kVA según el enfoque de estudio. Por **Cargas esenciales**, aquellas cargas que operan continuamente durante el período de demanda evaluado, además operaran en caso de falla en el suministro de la red externa por medio de un sistema de respaldo caracterizado por un grupo electrógeno; y por **Cargas normales** aquellas cargas que operan continuamente durante el período de demanda evaluado, pero no operan en caso de una falla en el suministro de la red externa.

Un sistema bien diseñado, requiere una distribución selectiva de los circuitos, en las diversas áreas, así también de un reparto equilibrado de los mismos entre las fases. Esto permitía que a la hora de una falla, se pueda aislar el sector y no perturbar el resto del sistema.

5.3.4.1 Tablero para cargas esenciales (TCE)

- Torno universal. Marca JASHONE

- Torno universal. Marca DORIA
- Torno universal. Marca ARIS 8RVX5P262
- Máquina de soldar. Marca Prodelec (Máquina 2)
- Sierra Vaivén eléctrica. Marca FAEL
- Esmeril de banco. Marca METABO
- Taladro de banco. Marca saCASER
- Fresadora universal No.2. Marca TRADEMARK
- Fresadora universal No.3. Marca CUGIP
- Compresor de aire eléctrico. Marca COMET S.A
- Ventilador general
- C1TUG y C2TUG
- C1IAP y C2IAP
- CIOBA

5.3.4.2 Tablero Para Cargas Normales (TCN)

- Torno universal. Marca TECNOIMPES
- Torno universal. Marca VDF
- Torno universal. Marca ARIS 88RVX11270
- Amortajadora. Marca LAZZATI modelo 203
- Máquina de soldar. Marca Prodelec (Máquina 1)
- Acepilladora. Marca The Cincinnati Shaper Co
- Sierra Vaivén eléctrica. Marca CO. ME. NO 400
- Taladro radial. Marca saCASER
- Taladro de banco. Marca ROCKWELL
- Fresadora cabezal fijo N°.3. Marca CUGIP.
- Aire acondicionado de la oficina 12000BTU/h

Se tomará en cuenta, en el momento de diseño de alimentadores de los tableros la posible expansión de la carga, previéndose cierta reserva. Con criterio económico, se podrá fijar 20% conforme a las necesidades futuras.

Tabla 5.26. Balance de fases para tablero de cargas esenciales (TCE)

Descripción circuito	Carga en Ampere (A)		
	Fase A	Fase B	Fase C
C _{Torno JASHONE}	22,00	22,00	22,00
C _{Torno DORIA}	27,50	27,50	27,50
C _{Torno ARIS 8RVX5P262}	27,50	27,50	27,50
C _{Máquina de soldar (2)}	66,00	66,00	66,00
C _{Sierra FAEL}	10,00	10,00	10,00
C _{Esmeril METABO}	2,20	2,20	2,20
C _{Taladro saCASER}	2,60	2,60	2,60
C _{Fresadora TRADEMARK}	9,20	9,20	9,20
C _{Fresadora CUGIP}	15,00	15,00	15,00
C _{Compresor COMET S.A}	4,83	4,83	4,83
C _{Ventilador general}	2,30		2,30
C_{1IAP}	15,18	15,18	
C_{2 IAP}		15,18	15,18
C_{1TUG}	15,00		
C_{2TUG}			15,00
C_{IOBA}		11,26	
Reserva			
Reserva			
Reserva			
	219,31	228,45	219,31

$$Pr\ omedio = \frac{(219,31 + 228,45 + 219,31)A}{3} = 222,36A$$

Tabla 5.27. Porcentaje de diferencia respecto al promedio por fase

Fase	A	B	C
%	1,37	2,74	1,37

A este valor de corriente se le aplica un 20% de reserva, en la tabla 5.28 se observa la corriente de reserva por fase para el tablero de cargas esenciales. Se tomará en cuenta para el cálculo del calibre del alimentador el 25% de la corriente nominal del motor de mayor corriente, para el caso es el motor del torno universal marca ARIS modelo 8RVX5P262 igual a 6,88A.

Tabla 5.28. Corriente de reserva por fase del tablero de cargas esenciales

Tablero	I_{FASE} (A)	$I_{FASE+25\%IMOTOR\ MAYOR}$ (A)	$I_{RESV/FASE}$ (A)
TCE	222,36	222,36+6,88	275,09

De acuerdo a la tabla 5.29 se realizará la determinación del calibre del alimentador del TCE, por criterio de capacidad de corriente y caída de tensión.

Tabla 5.29. Corriente de reserva por fase del tablero de cargas esenciales

Tablero	Longitud (m)	$I_{RESV/FASE}$ (A)	Potencia/ FASE (kVA)	ΔV (%)	f.p	Voltaje (V)
TCE	3m	275,09	33,01	2	0,95	208

Selección por capacidad de corriente

Datos:

$I = 275,09A$ (De la tabla 5.29)

Temperatura ambiente = 40°C

De la tabla A.1, se obtiene el factor de corrección para temperaturas diferentes a 30°C, que se aplicará a la corriente de diseño solo para el cálculo del conductor:

Aplicando factor de corrección por temperatura (0,88):

$$I_c = \frac{I}{0,88} = \frac{275,09 \text{ A}}{0,88} = 312,60 \text{ A}$$

De acuerdo a la Tabla A.1, tomada del CEN, el calibre del conductor por capacidad de corriente para el alimentador del TCE es el 400 MCM AWG de cobre por fase, aislamiento THW con temperatura de operación de 75°C.

Selección por caída de tensión

$I_c=312,60 \text{ A}$; $\Delta V=2\%$

De acuerdo a la ecuación 2.2, tenemos:

$$Kva_c = \sqrt{3} \times 312,60 \text{ A} \times 208 \text{ V} = 112,62 \text{ kVA}$$

De acuerdo a la ecuación 4.1 tenemos

$$CD = kVAc \times L = 112,62 \text{ kVA} \times 3 \text{ m} = 337,86 \text{ kVA.m}$$

Se ubica este valor en la Tabla A.2, para ductos magnéticos, factor de potencia 0,95 y frecuencia 60Hz, se observa que corresponde el calibre del conductor #6 AWG.

Se escoge el calibre de mayor sección entre los dos criterios, por lo tanto la selección definitiva del calibre del conductor es 400 MCM AWG de cobre, aislamiento THW 600 voltios, temperatura de operación 75°C para el alimentador del TCE.

Tabla 5.30. Balance de fases para tablero de cargas normales (TCN)

Descripción circuito	Carga en Ampere (A)		
	Fase A	Fase B	Fase C
C _{Torno TECNOIMPES}	70,00	70,00	70,00
C _{Torno VDF}	22,00	22,00	22,00
C _{Torno ARIS 88RVX11270}	27,50	27,50	27,50
C _{Amortajadora}	15,50	15,50	15,50
C _{Máquina de soldar (1)}	66,00	66,00	66,00
C _{Acepilladora}	20,00	20,00	20,00
C _{Sierra CO.ME.NO 400}	7,30	7,30	7,30
C _{Taladro radial saCASER}	13,35	13,35	13,35
C _{Taladro ROCKWELL}	1,20	1,20	1,20
C _{Fresadora cabezal fijo}	6,77	6,77	6,77
C _{A/A Oficina}	5,80	5,80	
Reserva			
Reserva			
Reserva			
	255,42	255,42	249,62

$$\text{Promedio} = \frac{(255,42 + 255,42 + 249,62)A}{3} = 253,49A$$

Tabla 5.31. Porcentaje de diferencia respecto al promedio por fase

Fase	A	B	C
%	0,76	0,76	1,53

A este valor de corriente se la aplica un 20% de reserva, en la tabla 4.20 se observa la corriente de reserva por fase para el tablero de cargas normales. Se tomará en cuenta para el cálculo del calibre del alimentador el

25% de la corriente nominal del motor de mayor corriente, para el caso es el motor del torno universal marca TECNOIMPES igual a 17,50A.

Tabla 5.32. Corriente de reserva por fase del tablero de cargas normales

Tablero	I_{FASE} (A)	$I_{FASE+25\%I_{Motor\ mayor}}$ (A)	$I_{RESV/FASE}$ (A)
TCN	253,49	253,49+17,50	325,19

Para el cálculo de la acometida se tomará en cuenta la suma de las corrientes de cada uno de los tableros. En la tabla 5.33 se presentan los datos para ello.

Tabla 5.33. Cálculo de la acometida

Descripción	$I_{RESV/FASE}$ (A)	I_{total} (A)	Longitud (m)	ΔV (%)	f.p	Voltaje (V)
Acometida	275,09+325,19	600,28	8	2	0,95	208

Donde: $I_{ACOMETIDA/FASE} = I_{RESV/FASE\ TCE} + I_{RESV/FASE\ TCN} = 275,09 + 325,19$

Selección por capacidad de corriente

Con $I_A = 600,28 \approx 600A$ (De la tabla 5.33)

Temperatura ambiente = 40°C

Aplicando factor de corrección por temperatura (0,88) (Tabla A.1):

$$I_c = \frac{I}{0,88} = \frac{600\ A}{0,88} = 681,82\ A$$

Se usaran dos conductores por fase, entonces

$$I = \frac{I_c}{2} = \frac{681,82}{2} = 340,90\ A$$

De acuerdo a la Tabla A.1, tomada del CEN, el calibre del conductor por capacidad de corriente para la acometida del establecimiento es de 2 conductores 500 MCM AWG por fase de cobre, aislamiento THW con temperatura de operación de 75°C.

Selección por caída de tensión

Con $I=340,90A$ por fase; $d= 8m$; $\Delta V=2\%$

De acuerdo a la ecuación 2.2, tenemos:

$$Kva_c = \sqrt{3} \times 340,90A \times 208V = 122,81kVA$$

De acuerdo a la ecuación 4.1 tenemos

$$CD = kVA_c \times L = 122,81 kVA \times 8m = 982,51 kVA \cdot m$$

Se ubica este valor en la Tabla A.2, para ductos magnéticos, factor de potencia 0,95 y frecuencia 60 Hz, se observa que corresponde el calibre del conductor #2 AWG.

Se escoge el calibre de mayor sección entre los dos criterios, por lo tanto la selección definitiva del calibre del conductor es 2 conductores 500 MCM de cobre por fase, aislamiento THW 600 voltios, temperatura de operación 75°C para la acometida. Tomándose en cuenta que cada circuito (Terna) se colocará en tubería individual.

En el anexo B se presenta el diagrama unificar del sistema así como el diagrama trifilares de los tableros TCE y TCN.

5.4 Canalización A Través De Bandejas Portacables

La canalización a implementar para distribuir los circuitos correspondientes en el área de producción del taller es a través de un sistema de bandejas portacables tipo escalera en material acero galvanizado.

Las bandejas portacables tipo escalera son estructuras de metal prefabricada que consiste en dos rieles laterales longitudinales conectados mediante miembros transversos individuales. En muchos modelos comerciales, la unión de estos travesaños a los rieles laterales es realizada mediante soldadura continua con mediante microalambre y presencia de gas inerte CO₂. El fondo tipo escalera permite el mayor flujo de aire esto genera en los cables una disipación efectiva de calor lo cual bajo estas condiciones permite que los cables no excedan el máximo de la temperatura de operación. Este fondo permite a través de sus travesaños que los cables puedan ser amarrados a los mismos, y de esta forma darles fijación sobre todo en disposiciones no horizontales. La humedad no se puede acumular en la bandeja debido a que esta abierta en su fondo.

Por otra parte, los cables pueden bajar a través de los travesaños con la ayuda de los accesorios correspondientes. Las bandejas escaleras permiten a través de sus travesaños que los cables puedan ser amarrados a los mismos, y de esta forma darles fijación sobre todo en disposiciones no horizontales, de igual forma, bajo condiciones de falla como lo puede ser un cortocircuito, los esfuerzos producto de las corrientes de fallas forzan a los cables monoconductores sino están debidamente amarrados a la bandeja. La humedad no se puede acumular en la bandeja debido a que esta abierta en su fondo.

El rendimiento de un sistema de bandeja portacables depende de su correcta instalación y mantenimiento, tanto del sistema de soportería como los cables. El mismo que debe ser realizado únicamente por personal calificado, capacitado y familiarizado con las prácticas de construcción eléctrica, equipos eléctricos de seguridad y sistemas de cableado eléctrico. No utilizar una bandeja de cable como pasillos, escaleras, o el apoyo a las personas.

La ruta de canalización eléctrica con sistema de bandejas portacables en el área de producción se presenta en el plano C.8. El diseño del sistema se realiza en tramos descritos de la siguiente manera, Tramo AB, BC, CD, CE, EF.

El CEN en su sección 392.6.E **Instalación** permite instalar en la misma bandeja cables multiconductores de 600 voltios nominales o menos. De acuerdo a esto el cableado de los circuitos se hará a través de este tipo de cable. Ya conociendo los calibres seleccionados de cada uno de estos circuitos indicados en la tabla 5.25, se hace uso de la tabla A.9 de nombre características dimensionales de cables multiconductores condumex. Para obtener el ancho de la bandeja en cada tramo se suma el diámetro de cada multiconductor.

Para determinar el valor del ancho de cada tramo se plantea las tablas 5.34, 5.35 y 5.36. Este cálculo consistirá en sumar cada uno de los diámetros de los multiconductores se suma todos los diámetros de cables multiconductores que pasan por esta área. Se deja una reserva de 40% para futuras expansiones.

Tabla 5.34. Ancho de la bandeja porta cables tramo AB y BC

Máquina-herramienta	Tipo de cable a utilizar	Cantidad	Diámetro exterior del multiconductor (mm)
Torno marca TECNOIMPES	THW #2	3	26,90
Torno marca VDF	THW #8	3	16,40
Torno marca JASHONE	THW #8	3	16,40
Torno marca DORIA	THW #8	3	16,40
Torno marca ARIS 8RVX5P262	THW #8	3	16,40
Torno marca ARIS 88RVX11270	THW #8	3	16,40
Amortajadora marca LAZZATI	THW #10	3	12,30
Máquina de soldar N° 1	THW #4	3	23,70
Máquina de soldar N° 2	THW #4	3	23,70
Acepilladora	THW #10	3	12,30
Sierra marca FAEL	THW #12	3	11,00
Sierra marca CO.ME.NO 400	THW #12	3	11,00
Esmeril marca METABO	THW #12	3	11,00
Taladro radial marca saCASER	THW #10	3	12,30
Taladro de banco marca ROCKWELL	THW #12	3	11,00
Taladro de banco marca saCASER	THW #12	3	11,00
Fresadora marca TRADEMARK	THW #12	3	11,00
Fresadora marca CUGIP	THW #12	3	11,00
Fresadora cabezal fijo marca CUGIP	THW #12	3	11,00
Compresor de aire marca COMET SA	THW #12	3	11,00
Ventilador general	THW #12	2	8,60
C _{1TUG}	THW #6	2	15,40
C _{2TUG}	THW #6	2	15,40
Sumatoria (mm)			331,60
Reserva = 40 %			132,64
Total (mm)			464,24

Tabla 5.35. Ancho de la bandeja porta cables tramo CD

Máquina-herramienta	Tipo de cable a utilizar	Cantidad	Diámetro exterior del multiconductor (mm)
Torno marca TECNOIMPES	THW #2	3	26,90
Torno marca JASHONE	THW #8	3	16,40
Torno marca DORIA	THW #8	3	16,40
Torno marca ARIS 8RVX5P262	THW #8	3	16,40
Torno marca ARIS 88RVX11270	THW #8	3	16,40
Amortajadora marca LAZZATI	THW #10	3	12,30
Sierra marca FAEL	THW #12	3	11,00
Sierra marca CO.ME.NO 400	THW #12	3	11,00
Fresadora marca TRADEMARK	THW #12	3	11,00
Compresor de aire marca COMET SA	THW #12	3	11,00
Ventilador general	THW #12	2	8,60
C _{1TUG}	THW #6	2	15,40
Sumatoria (mm)			172,8
Reserva = 40 %			132,64
Total (mm)			305,44

Tabla 5.36. Ancho de la bandeja porta cables tramo CE y CF

Máquina-herramienta	Tipo de cable a utilizar	Cantidad	Diámetro exterior del multiconductor (mm)
Taladro radial marca saCASER	THW #10	3	12,30
Acepilladora	THW #10	3	12,30
Máquina de soldar N° 2	THW #4	3	23,70
Torno marca VDF	THW #8	3	16,40
C _{2TUG}	THW #6	2	15,40
Sumatoria (mm)			80,10
Reserva = 40 %			132,64
Total (mm)			212,74

Tabla 5.37. Ancho seleccionado para tramos de la bandeja portacables

Tramo Bandeja	Ancho calculado (mm)	Ancho Valor normalizado (mm)
Tramo AB y BC	464,24	450
Tramo CD	305,44	300
Tramo CE y EF	212,74	225

Modelo de la sección recta de bandeja tipo escalera a usar, donde W es igual al ancho (mm) (ver figura 5.2)

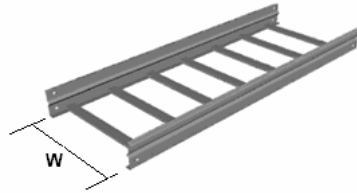


Figura 5.2. Tramo recto tipo escalera

5.4.1 Curvas A Utilizar

En el punto B y E se empleará un dispositivo que es una curva de bandeja portacables que permite realizar cambios de dirección con un ángulo de 90° en el mismo plano horizontal (figura 5.3).

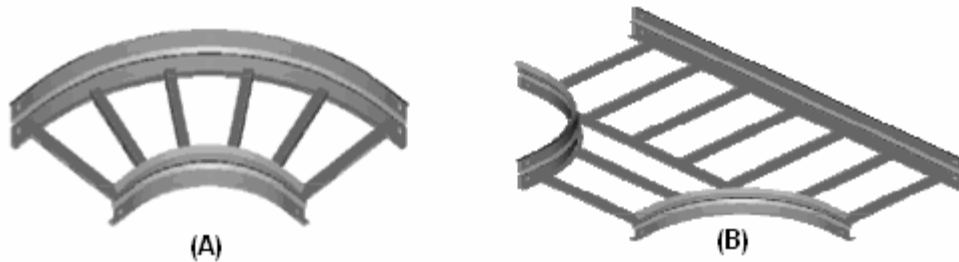


Figura 5.3. (A) Curva horizontal 90° (B) Curva horizontal Tee Ladder

En el punto C se utilizará un curva horizontal TEE LADDER que permite realizar intercepciones de bandejas portacables con un ángulo de 90° en el mismo plano horizontal (figura 5.3).

Para unir esta curva del punto C con el tramo CD y CE se hará uso de una Reducción lineal y derecha respectivamente, conveniente para unir bandejas portacables de anchuras diferentes en el mismo plano (figura 5.4).

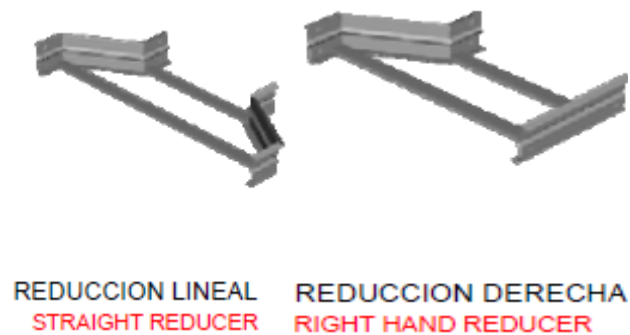


Figura 5.4. Tipos de reducciones

En el plano C.8 se presenta en detalle el sistema de bandejas portacables horizontal.

5.4.2 Accesorios

Se usan dispositivos para complementar la función de secciones rectas y curvas, entre los que se incluyen los bajantes, tapas, adaptadores a tubos conduit y dispositivos de sujeción.

Las bandejas porta-cables deben ser conectadas a tierra y ser eléctricamente continuas según el CEN sección 392. Generalmente es empleado un conector puente ubicado en los rieles laterales de las bandejas portacables en recorridos en donde exista discontinuidad o los elementos de empalme sean articulados o de expansión. Se elabora con cable trenzado tipo B de cobre desnudo (figura 5.5).

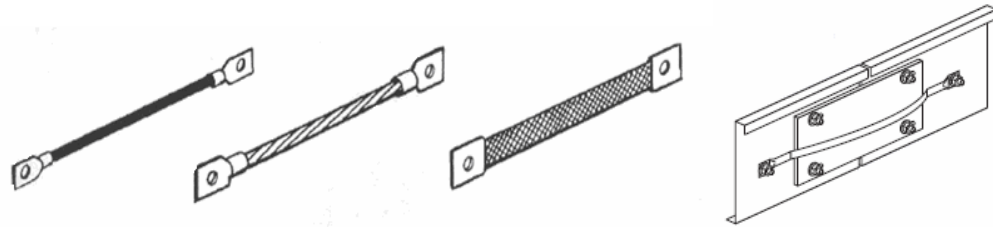


Figura 5.5. Cables puentes de unión.

Se recomienda colocarlo entre dos secciones de bandejas portacables curvas o rectas muy cerca de la placa de unión, taladrando agujeros en el lateral a 50 mm. de cada extremo de la placa, no usar los pernos de la placa de empalme para conectar los cable puentes de unión, la cabeza del tornillo de carruaje debe estar dentro de la bandeja porta-cable, colocar el cable puente de unión fuera de la bandeja portacable, añadir la arandela plana, la tuerca, y apretar.

De acuerdo al plano C.8, en el punto F se hará uso de una tapa para el extremo final de la canalización. Es de fácil instalación. La tornillería para fijar la tapa final a la bandeja será de tipo carruaje y de 1/4". Se debe aplicar un troqué de 15 ft-lbs a los tornillos. El ancho (W) de la tapa será de 225mm.

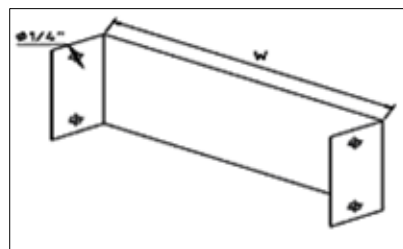


Figura 5.6. Tapa para extremo final de canalización

La tornillería para uniones será de 1/4" electrogalvanizada para uniones, compuesta por 4 unidades y cada una de las siguientes partes: tornillo de carruaje, tuerca hexagonal y arandela de presión.(Figura 5.7)

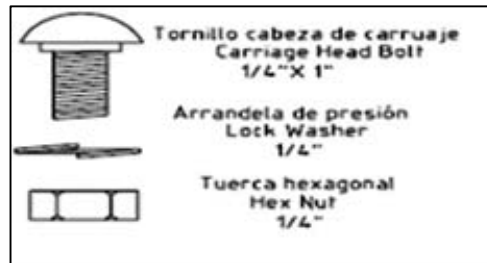


Figura 5.7. Tornillo tipo carruaje

A lo largo del espaciamiento del cable horizontalmente se tiene que ir amarrando a intervalos de 45cm a través de tie-rap para darle seguridad en la bandeja (figura 5.8).

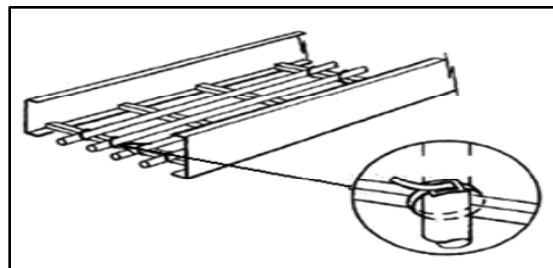


Figura 5.8. Amarre de cables utilizando tie-rap

La unión de las bandejas portacables se hará a través de planchas de empalmes, dispositivo que permitirá unir bandejas portacables de secciones rectas y curvas, o ambas (figura 5.9).

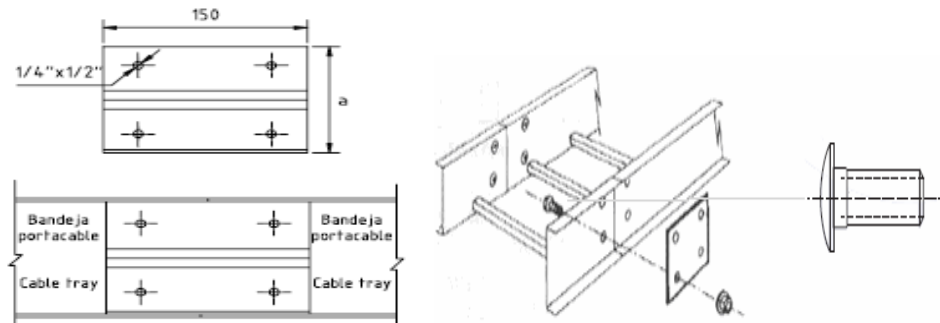


Figura 5.9. Unión de secciones con plancha de empalmes

Para soportar tubo conduit metálico de tipo EMT a la bandeja se hará como se muestra en la figura 5.10.

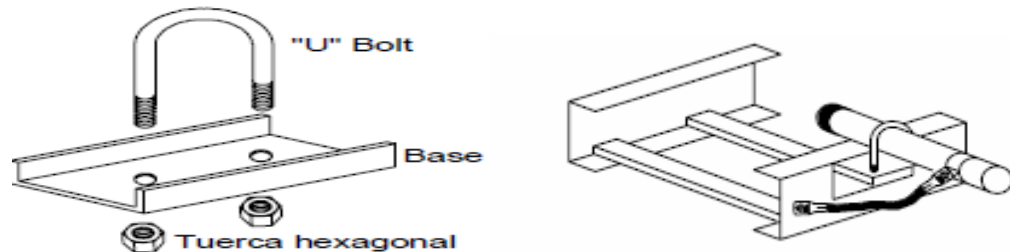


Figura 5.10. Soporte para tubo conduit y con puente para tierra

Cumplen la función de servir de soporte a la tubería y de elemento de fijación al lateral de la bandeja, son de fácil instalación. La tornillería requerida es una abrazadera tipo "U" bolt. Para soportar el tubo a la pared o viga se utilizarán abrazaderas tipo uña (figura 5.11).



Figura 5.11. Tipo de abrazadera a emplear

El soporte a emplear para sostener la bandeja, será el mostrado en la figura 5.12, este es un dispositivo que a través de medios adecuados soporta las secciones rectas de bandejas portacables, curvas, o ambos.

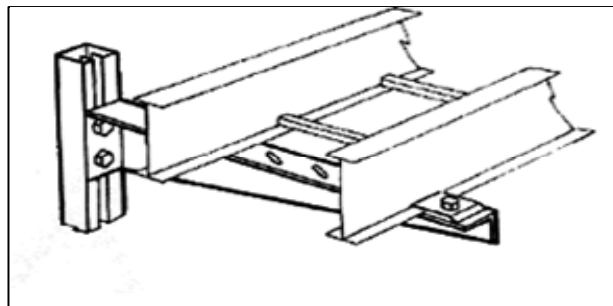


Figura 5.12. Soporte de pared

A continuación en las figuras siguientes se muestra en detalle la ubicación recomendada de los soportes en diferentes partes del sistema de bandejas portacables.

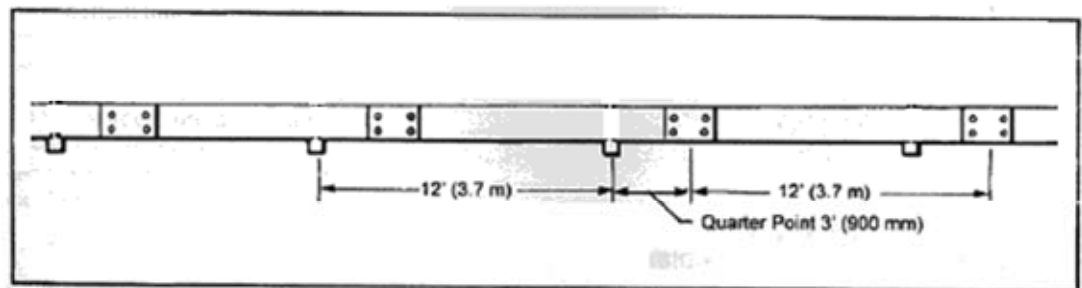


Figura 5.13. Localización de los soportes en tramos rectos

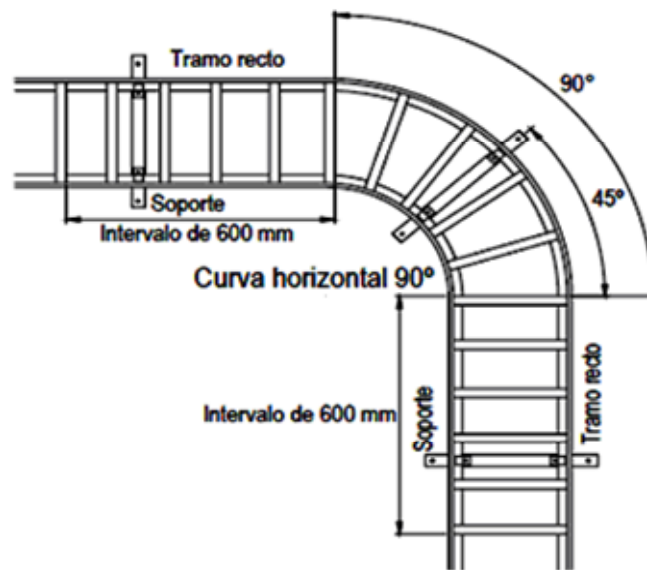


Figura 5.14. Localización recomendada de soportes en curva horizontal 90°

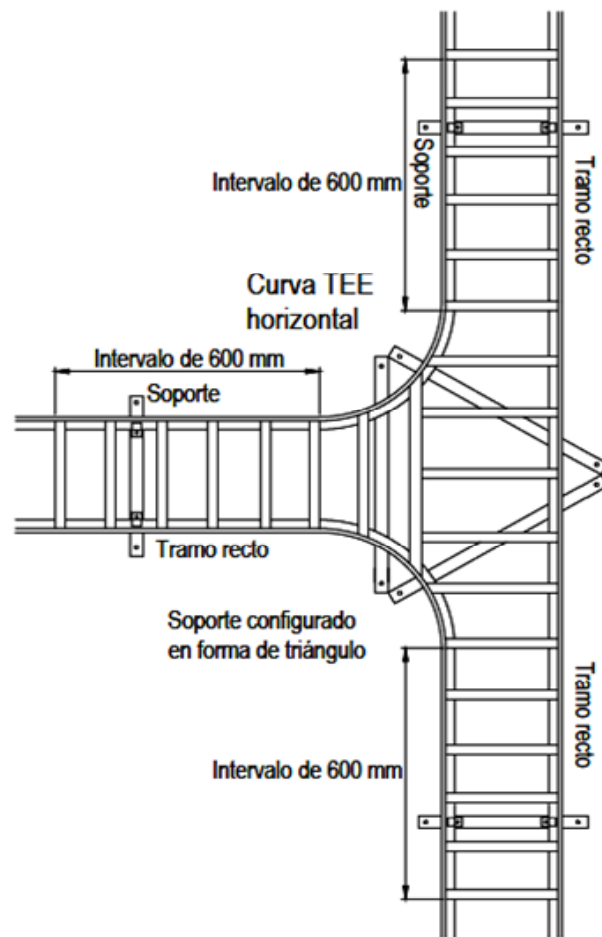


Figura 5.15. Localización recomendada de soportes en curva Tee Ladder

5.5 Dimensionamiento De Canalizaciones Eléctricas.

El tipo de tubería a usar para llevar el cable multiconductor del tablero de electricidad hasta la bandeja porta cables y para bajar de esta misma hasta el equipo (máquina-herramienta) o tomacorriente de uso general como ya se ha mencionado será del tipo EMT rígida de pared delgada galvanizada (puede ser en caliente), utilizando únicamente del tipo flexible para la llegada a la caja de conexiones del equipo (máx. 1,8m según CEN). A continuación se calcula cada uno de los diámetros de tubería a usar.

Conductor: 3C THW #2 AWG

Diámetro de multiconductor: 26,90mm= 2,69cm (según catálogo Condumex)

Cantidad de cables: 1

1pulg=2,54cm=25,4mm

Se tomara en cuenta las ecuaciones 4.3, 4.4, 4.5 y 4.6

$$A_c = \frac{\pi \times (2,69)^2}{4} = 5,68 \text{ cm}^2$$

$$A_a = 1 \times 5,68 \text{ cm}^2 = 5,68 \text{ cm}^2$$

$$A_d = \frac{5,68 \text{ cm}^2}{0,40} = 14,20 \text{ cm}^2$$

El diámetro del ducto será:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times A_d}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 14,20 \text{ cm}^2}{\pi}} = 4,25 \text{ cm}$$

D=1,67pulg

El ducto comercial es: **Dd= 2"**

$$\% \text{ Ocupación} = \frac{4 \times 5,68 \text{ cm}^2}{\pi \times (5,08 \text{ cm})^2} \times 100 = 28,03 \%$$

En la tabla 5.38 se presentan los diámetros a usar para cada tipo de multiconductor.

Tabla 5.38. Diámetro en tubería comercial de tipo EMT liviana galvanizada para cable multiconductor a usar

Conductor (AWG)	Diámetro (mm)	Diámetro (cm)	Ac=Aa (cm ²)	Ad (cm ²)	D (cm)	D (pulg)	Dd (pulg)	Ocupación (%)
3C THW #2	26,90	2,69	5,68	14,20	4,25	1,67	2"	28,02
3C THW #4	23,70	2,37	4,41	11,03	3,75	1,48	1 ½"	38,68
3C THW #8	16,40	1,64	2,11	5,23	2,58	1,02	1"	41,64
2C THW #6	13,20	1,32	1,37	3,43	2,09	0,82	1"	27,05
3C THW #10	12,30	1,23	1,19	2,98	1,95	0,77	1"	23,49
3C THW #12	11,00	1,10	0,95	2,38	1,74	0,69	¾"	33,33
2C THW #12	8,60	0,86	0,58	1,45	1,36	0,54	¾"	20,46

*Para efectos de cálculos el diámetro a usar es el exterior del multiconductor tomado de la tabla A.9, colocando en la fórmula en número de conductores igual a 1

Tabla 5.39. Diámetro en tubería comercial de tipo EMT liviana galvanizada para cable monoconductor a usar

Conductor (AWG)	Diámetro (cm)	Ac (cm ²)	Aa (cm ²)	Ad (cm ²)	D (cm)	D (pulg)	Dd (pulg)	Ocupación (%)
THW #2/0	1,43	1,61	1,61	4,03	2,27	0,89	1"	31,78
THW 400MCM	2,29	4,12	16,48	41,2	7,25	2,85	3"	36,14
THW 500MCM	2,5	4,91	19,64	49,10	7,91	3,11	3"	43,07

Tabla 5.40. Tamaño comercial de tubo conduit EMT a usar para canalización de bandeja portacables para llegada a equipo

Tipo de cable (AWG)	Cantidad	Diámetro exterior de EMT
THW #2	3	2"
THW #4	3	1½ "
THW #8	3	1"
THW #6	2	1"
THW #10	3	1"
THW #12	3	¾"
THW #12	2	¾"

Se presenta en la tabla 5.40 las distancias máximas recomendadas entre apoyos para cada tipo de tubería determinada.

Tabla 5.41. Macias, 2005, p.8. Distancias para apoyos de tuberías EMT

DIAMETRO DEL TUBO (mm)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (mts)
13-19	1.20
25-51	1.50
63-76	1.80
89-102	2.10

5.6 Selección de Protecciones

Circuito de tomacorriente en área de producción

Circuito C1TUG

Conductor: #6 THW AWG, capacidad de corriente permisible del conductor

$I_c = 65A$ (De la tabla A.1, Anexo A)

Corriente de diseño $I_d = 15 A$ (De la tabla 5.4)

De la ecuación 4.7 se tiene:

$$I_p = \frac{(15 + 65) A}{2} \Rightarrow I_p = 40 A$$

Capacidad normalizada (De acuerdo a la tabla A.7, Anexo A): 40A

En la tabla 5.37 y 5.38 se muestran las protecciones para los diferentes circuitos ramales del sistema y tableros de electricidad.

Tabla 5.42. Selección de protecciones para los circuitos ramales

Circuito	Calibre del alimentador	I_c (A)	I_d (A)	I_p (A)	Protección seleccionada (A)
C1TUG	#6 THW AWG	65	15,00	40,00	40
C2TUG					
C1IAP	#10 TW AWG	30	15,18	22,59	25
C2IAP					
CIOBA	#10 TW AWG	30	11,26	20,63	20

° En la inspección que se realizó el tipo de conductor usado para los circuitos no diseñados son todos del tipo TW AWG.

5.6.1 Protección Para Motores Eléctricos

Para la selección de las protecciones para motores eléctricos en el establecimiento se hará uso de la información contenida en la sección 430.22, 430.32 del CEN. Fundamentalmente se obedecerá a la norma **430.110 Régimen en Amperios y Capacidad de Interrupción**, donde establece que el medio de desconexión de los circuitos alimentadores de motores de 600 voltios nominales o menos tendrá un régimen expresado en amperios no menor de 115% de la corriente de régimen a plena carga del motor.

Circuito dedicado del Torno universal marca TECNOIMPES

Conductor: 3 THW#2 AWG (de tipo multiconductor)

$I_N = 70,00A$ (De la tabla 5.1)

$I_P(A) = I_N \times 1,15 = 70 \times 1,15 = 80,50A$

Para la selección de la protección normalizada se hará uso de la tabla A.7 (Anexo A) de título Capacidades de corriente nominales normalizadas para protecciones eléctricas.

Capacidad normalizada $C_{\text{Torno TECNOIMPES}} = 80^a$

En la tabla 5.43 se muestra la capacidad en amperios del dispositivo de desconexión en caja modelada de cada uno de los circuitos alimentadores de motores del establecimiento.

Tabla 5.43. Selección de las protecciones para los motores eléctricos

Circuito	Calibre del conductor	I _N (A)	I _P (A)	Protección Seleccionada (A)
Torno marca TECNOIMPES	THW #2	70,00	80,50	80
Torno marca VDF	THW #8	22,00	25,30	25
Torno marca JASHONE	THW #8	22,00	25,30	25
Torno marca DORIA	THW #8	27,50	31,63	30
Torno marca ARIS 8RVX5P262	THW #8	27,50	31,63	30
Torno marca ARIS 88RVX11270	THW #8	27,50	31,63	30
Amortajadora marca LAZZATI	THW #10	15,50	17,83	20
Acepilladora	THW #10	20,00	23,00	25
Sierra marca FAEL	THW #12	10,00	11,50	15
Sierra marca CO.ME.NO 400	THW #12	7,30	8,40	15
Esmeril marca METABO	THW #12	2,20	2,53	15
Taladro radial marca saCASER	THW #10	13,35	15,35	15
Taladro de banco marca ROCKWELL	THW #12	1,20	1,38	15
Taladro de banco marca saCASER	THW #12	2,60	2,99	15
Fresadora marca TRADEMARK	THW #12	9,20	10,58	15
Fresadora marca CUGIP	THW #12	15,00	17,25	20
Fresadora cabezal fijo marca CUGIP	THW #12	6,77	7,79	15
Compresor de aire marca COMET SA	THW #12	4,83	5,55	15
Ventilador general	THW #12	2,3	2,65	15
C _{A/Aoficina}	TW #10	7,25	8,33	15

En la tabla 5.44 y 5.45 se muestran las protecciones para las máquinas de soldar marca Prodelec Eutectic Castolim y tableros de electricidad respectivamente.

Tabla 5.44. Selección de protecciones para las máquinas de soldar

Circuito	Calibre del alimentador	Ic (A)	Id (A)	Ip (A)	Protección seleccionada (A)
Máquina 1	#4 THW AWG	85,00	66,00	75,50	80
Máquina 2					

Tabla 5.45. Selección de protecciones para tableros de electricidad

Circuito	Calibre del alimentador	Ic (A)	Id (A)	Ip (A)	Protección seleccionada (A)
TCE	400 MCM THW	335	312,60	323,80	400
TCN	500MCM THW	325,19	325,19	325,16	400

5.7 Sistema De Puesta A Tierra Para Equipos

Se plantea un sistema de puesta a tierra en el establecimiento para protección de equipos y resguardar al personal de cualquier choque eléctrico. De acuerdo a lo mencionado en el capítulo IV criterios de diseño, se cumplirá con lo anunciado en la norma PDVSA N-252, “Especificación General para el Diseño de Ingeniería Eléctrica”, y en el CEN sección 250.

El diseño consiste en una disposición de barras de acero recubierto de cobre, con una longitud de 8 pies (2,4m) y un diámetro de 5/8 pulgadas (16mm), de fácil obtención en el mercado nacional. En el plano C.9 (Anexo

C) se muestra la ubicación de las barras, esta disposición permitirá disminuir el voltaje de paso y contacto.

A lo largo del sistema de bandejas portacables planteado (ver plano C.8), se proyectará un conductor aislado calibre #2/0 AWG. Cada una de las barras descritas se unirán al conductor planteado a través de conductor igualmente calibre #2/0 AWG usando tubería EMT liviana de 1" de diámetro apoyada a la pared (a través de abrazaderas tipo uña) y aproximadamente 4 metros de longitud.

El tamaño nominal de los conductores de cobre de puesta a tierra de equipo, se seleccionara a través de la Tabla A.8 (Anexo A) de titulo Calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos. Este conductor de tierra se empalmara al conductor #2/0AWG mediante terminal a compresión, se canalizara a través del mismo conduit por donde se cableara el alimentador para el equipo (máquina-herramienta).

Tabla 5.46. Calibre del conductor para tierra de equipos

Máquina-herramienta	Calibre de cable para fase	Calibre de cable para tierra
Torno marca TECNOIMPES	THW #2	THW #8
Torno marca VDF	THW #8	THW #10
Torno marca JASHONE	THW #8	THW #10
Torno marca DORIA	THW #8	THW #10
Torno marca ARIS 8RVX5P262	THW #8	THW #10
Torno marca ARIS 88RVX11270	THW #8	THW #10
Amortajadora marca LAZZATI	THW #10	THW #12
Máquina de soldar N° 1	THW #4	THW #8
Máquina de soldar N° 2	THW #4	THW #8
Acepilladora	THW #10	THW #10
Sierra marca FAEL	THW #12	THW #12
Sierra marca CO.ME.NO 400	THW #12	THW #12
Esmeril marca METABO	THW #12	THW #12
Taladro radial marca saCASER	THW #10	THW #12
Taladro de banco marca ROCKWELL	THW #12	THW #12
Taladro de banco marca saCASER	THW #12	THW #12
Fresadora marca TRADEMARK	THW #12	THW #12
Fresadora marca CUGIP	THW #12	THW #12
Fresadora cabezal fijo marca CUGIP	THW #12	THW #12
Compresor de aire marca COMET SA	THW #12	THW #12
Ventilador general	THW #12	THW #12
C ₁ TUG	THW #6	THW #12
C ₂ TUG	THW #6	THW #12

*Se deberá obedecer a la indicado en el CEN en cuanto al color del aislamiento del conductor para tierra de equipos. Este debe ser de color verde con franja amarilla para su fácil identificación.

CAPITULO VI

SELECCIÓN DEL GRUPO ELECTROGENO

Un sistema de respaldo es una fuente independiente de energía eléctrica, que actúa cuando hay una falla en la alimentación de la red externa, proporcionando energía eléctrica confiable, durante un tiempo específico a equipos y aparatos determinados. Como se ha señalado en capítulos anteriores, en Taller Tornos PH C.A es necesario tener en funcionamiento parte de la totalidad de sus equipos-herramientas para cumplir con compromisos adquiridos con los clientes, por ello al ocurrir una falla eléctrica es indispensable un sistema eléctrico de respaldo adecuado. Al seleccionar este sistema se toman en cuenta muchos factores como son: la capacidad o demanda (kVA) de las cargas denominadas esenciales, especificaciones técnicas del equipo, la ubicación y sistema de interconexión del mismo, cálculo de las canalizaciones donde incluye caída de tensión, diámetro del conductor y las protecciones termomagnéticas del equipo. Con estas características definidas es factible la selección del equipo y su instalación.

6.1 Opción Seleccionada

Un sistema eléctrico de respaldo para ser instalado en Tornos PH C.A es un grupo electrógeno o planta eléctrica accionada por combustible diesel. Se cuenta con el espacio físico adecuado, puede tomar toda la carga eléctrica denominada esencial por el tiempo que sea necesario ya que funciona a base de combustible y sólo haría falta recargarlo si la falla

eléctrica es de tiempo prolongado. Estos GE diesel son capaces de arrancar y asumir la carga eléctrica en muy pocos segundos, y son un ejemplo típico de confiabilidad y de rendimiento seguro tanto eléctrico como mecánico. Debido a que son motores de combustión interna, por la alta compresión que emplean, permiten elevar el rendimiento del motor reduciendo el consumo de combustible por unidad de trabajo efectuada. Otro aspecto importante al escoger un sistema eléctrico de respaldo es la facilidad de compra y de mantenimiento del mismo. En Venezuela se cuenta con una cantidad de empresas encargadas de fabricar, instalar y mantener un grupo electrógeno diesel. En el aspecto ambiental, una planta eléctrica diesel si expulsa CO₂ pero lo ideal sería que ocurrieran la cantidad mínima de cortes y fallas del servicio eléctrico.

El Código Eléctrico Nacional sección 702 Sistemas de Respaldo Opcionales dice:

I. Disposiciones Generales

702.1 Alcance. Las disposiciones de esta sección aplican a la instalación y operación de los equipos de respaldo opcionales. Los sistemas considerados en esta sección consisten en aquellos que están instalados permanentemente en su totalidad, incluyendo la fuerza motriz y aquellos que están concebidos para la conexión desde una fuente alterna portátil al sistema de cableado de un predio.

702.2 Definición Sistemas de Respaldo Opcionales. Se entienden por sistemas de respaldo opcionales aquellos que protegen las propiedades públicas o privadas donde la integridad de la vida no depende del funcionamiento del sistema. Los sistemas de reserva opcional están destinados a alimentar la carga seleccionada en forma manual o automáticamente generando energía eléctrica en sitio.

NOTA: Los sistemas de reserva opcionales se instalan normalmente para ofrecer una fuente auxiliar de energía eléctrica a instalaciones como edificios comerciales e industriales, granjas y edificios residenciales, para cargas como sistemas de calefacción y refrigeración, sistemas de comunicaciones, sistemas de informática y procesos industriales que, si se interrumpieran debido a un corte de energía, podría causar incomodidades, interrupciones graves de los procesos, daños a los productos o procesos en curso, etc.

6.2 Cálculo De La Capacidad Del Sistema Eléctrico De Respaldo Teniendo En Cuenta El Tipo De Aplicación Y Cargas Esenciales

Tomando en cuenta que la carga que será respaldada es la que se ubica en el tablero de cargas esenciales, y utilizando los valores arrojados en las tablas 5.28 y 5.29, se procede a calcular la capacidad del sistema más óptimo y necesario para alimentar el establecimiento en caso de fallar el servicio eléctrico.

La corriente por fase del TCE es:

$$I_{\text{resv/fase}} = 275,09 \text{ A}$$

Voltaje de línea= 208 V

De acuerdo a la ecuación 2.2 se tiene:

$$S = \sqrt{3} \times V \times I = \sqrt{3} \times 208 \times 275,09 = 99,20 \text{ kVA}$$

Se tomará en cuenta en los cálculos que el grupo electrógeno se determina para que trabaje al 80% de su capacidad, esto permitirá que no se recaliente y/o se acorte su vida útil.

$$SG = \frac{99,20 \times 100}{80} \Rightarrow SG = 124 \text{ KVA}$$

Al obtener la capacidad del equipo se llevó a cabo la investigación y búsqueda de los diferentes modelos en el mercado nacional, seleccionando el siguiente:

- Grupo Electrónico JOHN DEERE Diesel 125 kVA modelo J100UC3IV

SDMO GENERATOR SET ENCLOSED VERSION (figura 6.1)

Especificaciones técnicas del generador diesel

Standby: 100Kw; 125Kva - 60Hz - 1800 rpm - 3 fases - 0.8 *fp*

Componentes del grupo motogenerador

Motor diesel

Chasis mecosoldado con suspensiones antivibraciones

Tablero digital de control del grupo (marca SDMO NEXYS con microprocesador, alarmas para avisos, con control de parámetros del equipo)

Sistema de lubricación (bombas, filtros, tuberías, instrumentación, tanque de combustible 190 litros)

Sistema de enfriamiento (radiador, ventilador mecánico, bomba, tuberías, instrumentación)

Filtro de aire de entrada y malla protectora

Sistema de escape (manifold, ductos, junta de expansión, silenciador)

Sistema de arranque 12V (motor de arranque, batería con electrolito y alternador de carga)

Interruptor termomagnético 3 polos (disyuntor de potencia, marca MERLIN GERIN, para protección)

Manual de uso y de puesta en marcha

Fabricado bajo normas ISO3046, ISO8528, BS4999, BS5514, BS5000PT99, AS1359, IEC34, UTE5100, VDE0530 y ISO9001:2000

Tablero de control con función para inter-operación con ATS/AMF

Sistema de Arranque: digital, Llave

AMF =Auto Mains Failure (Emergencia)

ATS=(Automatic Transfer Switch)

Características del motor diesel

Modelo JOHN DEERE 4045HFS83. Turbo cargado, 4 tiempos, 1800rpm, 4 cilindros en línea. Motor refrigerado por agua y aire.

Características del generador eléctrico

Modelo LEROY SOMER LSA442VS45. Aislamiento clase H, número de polos 4; número de fases 3; factor de potencia 0,8, regulador de voltaje automático.



Figura 6.1. Grupo Electrónico Marca John Deere 125kVA

Dimensiones: Largo: 2554mm [101in]

Ancho: 1170mm [46 in]

Alto: 1680mm [66 in]

Peso: 1850kg [4079 lbs] Full de combustible

1650kg [3638 lbs] con tanque vacío

Deposito: 190 LITROS

Tabla 6.1 Valores característicos del GE

Voltaje	Power ESP kWe/kVA	Power PRP kWe/kVA	Standby Amps
208/120	100 / 125	91 / 114	347

Este grupo electrógeno ofrece una resistente construcción, durabilidad y confiabilidad para una variedad de aplicaciones. Este grupo electrógeno es el resultado de un diseño integrado y una fabricación que tiene la intención de satisfacer requisitos a fin de obtener confiabilidad, energía de calidad, rendimiento calificado y una operación eficiente. El grupo incluye protecciones de los elementos móviles (correas, ventilador, etc) y de los elementos calientes (colector de escape, etc.). El motor con sistema de enfriamiento por agua, tiene suficiente capacidad para mantener una temperatura adecuada del motor cuando este funciona en plena carga.

Características Generales del Capotaje Insonorizado

Cabina de protección intemperie, contra robo y reducción del nivel sonoro; de construcción metálica cubre totalmente al grupo electrógeno y sus elementos auxiliares y tablero.

Paneles de acero electrogalvanizados antes de la pintura (interior y exterior) y recubiertos con un polvo de pintura poliéster que protege contra el óxido.

Alta resistencia a la corrosión, tortillería cubierto de cinc y bicromático y remaches de acero inoxidable, bisagras de aleación de aluminio.

Espuma insonorizante entre 20 y 50mm (entre 1 y 2pulg) de espesor.

Amplias puertas, bloqueables con llave única, que permiten un fácil acceso al grupo para servicio y mantenimiento

Cristal en vidrio "securit" que permite ver la caja de mando ubicada dentro de la cubierta.

Silenciador tipo crítico montado en el interior.

Tablero de control protegido con visor, con botón de paro de emergencia ubicado en el exterior y fácilmente accesible

Puertas abisagradas para facilitar la inspección y mantenimiento

Diseño compacto

Nivel sonoro 80dB(A) 1m; 70 dB(A) 7m; 66 dB(A) 15m

6.3 Ubicación Del Grupo Electrónico (GE)

De acuerdo al plano C.10 (Anexo C) se observa que en el frente del taller existen aproximadamente 2m libres antes de la cerca de peatones, es aquí en esta zona donde se determina colocar el GE ocupando este aproximadamente un área de 3m².

Este lugar resulta el indicado para su ubicación física por muchos factores: no entorpece el paso de vehículos, la caminería de peatones no será obstaculizada, es el lugar más cercano al tablero de cargas esenciales por lo tanto se obtiene menos costo en los materiales de interconexión, es de fácil acceso para su eventual mantenimiento y/o revisión y no incomoda a las personas que allí laboran por el ruido que pueda ocasionar

La Norma Venezolana COVENIN 1565 se denominó en su última revisión de 1.995: "Ruido Ocupacional. Programa de Conservación Auditiva. Niveles Permisibles y Criterios de Evaluación". En ésta norma se establece que para una jornada de trabajo de 8 horas el límite equivalente continuo para ruido es de 85 dB. Niveles de Intensidad mayores de ruido deben ser compensados con el acortamiento del tiempo de exposición en la jornada.

El sitio de instalación es limpio, seco y no sujeto a inundación. Se cuenta con espaciamiento prudencial (aproximadamente 1m) de espacio libre alrededor de la unidad es recomendado. Se puede realizar con facilidad el suministro y reposición de combustible al GE.

Este sitio permite que los gases de escape del motor sean ventilados rápidamente, de manera que no ingresen al área ocupada en el establecimiento, evitando la concentración de monóxido de carbono en el lugar.

En cuanto a la ventilación del grupo electrógeno, en términos generales, en este lugar se considera al aire libre, el aire caliente que se genera en el compartimiento interno del mismo se drena fácilmente al exterior permitiendo su fácil ventilación. El ventilador del motor que forma parte del sistema de refrigeración de la colmena mueve fácilmente el volumen de aire grande que necesita para su operación. Se considera al momento de la planificación de la instalación, prevenir que los respiraderos de refrigeración en el generador lleguen a ser atascado por hojas, polvo, entre otros.

Instalación física

Se plantea considerar una serie de factores para lograr una instalación física adecuada para el grupo electrógeno, a continuación lo siguiente;

A pesar de que el GE tiene su propia cabina metálica a prueba de intemperie, es conveniente tomar en cuenta la construcción de un techo, y un enrejado que rodee al grupo a fines de protegerlo del vandalismo, pequeños animales y de las inclemencias del clima.

Se plantea que en el lugar se coloque una lámpara de iluminación normal y de emergencia a fines de iluminar la unidad durante la operación.

Montaje

Para la instalación del GE, se plantea una loza suficientemente fuerte para soportar la estructura del grupo electrógeno ensamblado, sus accesorios y el tanque de combustible con resistencia a las vibraciones que origina el grupo.

Lo recomendado es una base de concreto con anclajes. Las espigas de acero son una alternativa aceptable. Las bases no deben interferir en la reparación del generador y proteger la unidad de la humedad que podría ocurrir de la infiltración.

La base de concreto sobre la que el generador es montado debe estar separada e independiente de la estructura circundante.

La altura de la base se diseña de por lo menos 15cms más alto que el nivel de suelo (hasta 20cmts es aceptable, mientras mas alta sea la base, menores las dificultades de mantenimiento tanto preventivo como correctivo). El generador debe ser retenido a la base del pedestal con anclajes que suelen ser recomendados por el fabricante. La base de concreto debe extender más allá de la "Huella" del generador por lo menos 30cm por todos los costados. El cimiento construido deberá evitar la transmisión de

vibraciones a las partes de la construcción y debe estar nivelada para permitir el correcto funcionamiento de éste (además de trabajar con el grupo nivelado, conviene incorporar siempre unos tacos de goma en la base para evitar las vibraciones). El cimiento debe ser de concreto reforzado con una fuerza compresiva de 28 días de 17,200 kPa (2500psi), de acuerdo al Catalogo General Power Generation Cummins equivalente a 210Kg/cm^2 .

De acuerdo a las dimensiones del GE seleccionado, se presenta en el plano C.11 (Anexo C) las medidas aproximadas de la base de concreto a implementar.

El motor del generador, alternador y demás equipos están montados en una base de patín. La base de patín es una estructura rígida que da un refuerzo a la estructura y un grado de aislamiento de la vibración.

De acuerdo al catálogo General Power Generation Cummins, para el apoyo de grupos electrógenos, se hace la recomendación de colocar aisladores directamente al cimiento o piso de concreto, para así reducir en gran parte ruido y vibraciones excesivas, posibles daños al generador, el piso y otros equipos. Para ello, plantea aisladores de acero de tipo resorte, con almohadilla inferior de hule, tornillos de anclaje, resorte de soporte, tornillo de ajuste y tuerca de bloqueo. Estos aisladores de resorte de acero pueden amortiguar hasta 98% la vibración producida por el generador (ver figura 6.2)

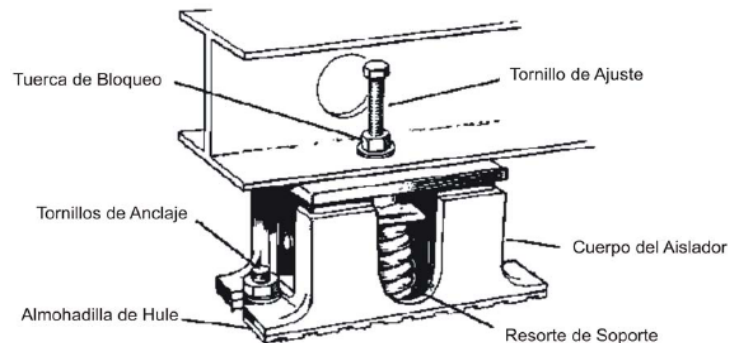


Figura 6.2 Fuente Power Generation Cummins. Aislador tipo resorte

Sistema de combustible

El Grupo puede operar por períodos largos de tiempo con cargas bajas, esta provisto de elementos que previenen la carbonización y degradación en sus sistemas de lubricación por esta condición. Este sistema cuenta con filtros de elementos reemplazables. Se debe tener cuidado en el llenado del tanque para prevenir la entrada de polvo y humedad al combustible ya que el polvo puede causar fallas con el tiempo en el equipo.

En planificación futura, de necesitarse instalar un tanque adicional de combustible diesel para mayor disponibilidad, es necesario realizar un diseño completo que este abalado por normas y estándares pertinentes al caso, y haciendo uso de materiales certificados para tan fin. Depósitos adicionales de combustible deben poseer una bandeja de ruptura, para prevenir que en caso que el combustible se fugue caiga al piso o al sistema de drenaje.

Información adicional sobre el grupo Electrónico

Gobernador

El motor está equipado con un gobernador de construcción cerrada, con sistema de auto lubricación y capaz de ejercer control en toda la gama de

velocidad, permitiendo una variación en velocidad (variación en frecuencia) de $\pm 0.25\%$ o menor, cuando la máquina se encuentre en operación estable. Este gobernador interrumpe automáticamente el suministro de combustible cuando la velocidad de la máquina sobrepase los límites de seguridad.

Sistema de lubricación

Es de tipo forzado por medio de una bomba de desplazamiento positivo que lubrique todas las partes móviles y haga circular el aceite a través de un filtro de flujo total con elementos reemplazables.

Sistema de enfriamiento

Con capacidad para mantener una temperatura adecuada cuando se encuentre en funcionamiento a plena capacidad. El sistema de enfriamiento por radiador de alta eficiencia permite que el grupo por temperaturas altas no sufra pérdidas de potencia. El fabricante proveerá este sistema, con todos los dispositivos requeridos para un óptimo funcionamiento, tales como: bomba, válvulas, solenoides, termostatos, ventilador, etc.

Sistema de escape

El sistema de escape con silenciadores críticos, montados sobre la máquina que atenúa el nivel de ruido entre 25 y 35 dB. La construcción y montaje del sistema en forma completa evacua adecuadamente los gases la Planta.

Elementos de protección

El motor diesel equipado con sensores automáticos de seguridad para detener la marcha de la máquina y dar alarma en los siguientes casos.

- Baja presión de aceite de lubricación

- Alta temperatura en el agua de refrigeración
- Sobre velocidad
- Sobre arranque
- Falla de arranque
- Bajo nivel de refrigerante
- Nivel bajo de carga en baterías

Panel de control

El grupo electrógeno consta de un panel de control digital basado en microprocesador, instalado dentro de un gabinete construido a prueba de vibración y montado sobre el generador. Este gabinete integra dispositivos y componentes para llevar a cabo las siguientes funciones:

- Arranque del grupo
- Funciones de control y protección para motor y generador
- Pulsadores de control
- Interruptor de tres posiciones señalado: manual / apagado / automático.
- Interruptor para parada de emergencia tipo pulsador cabeza de hongo.
- Interruptor para reposición. Interruptor para prueba de luces piloto.
- Medición análoga.
- Voltímetro, amperímetro, frecuencímetro, vatímetro del tipo análogo.

Rutinas de mantenimiento y pruebas de operación

Para lograr un buen diseño de todo el sistema de respaldo se debe tener en cuenta el mantenimiento y servicio preventivo el cual debe ser una parte integral del diseño de un sistema de emergencia en sitio. Es por eso

que durante el funcionamiento del generador el equipo no falle al arrancar lo cual provocaría pérdida de vidas humanas, daños a la propiedad o pérdida del negocio. La falla de arranque y funcionamiento debido a la baja carga de la batería por falta de un mantenimiento correcto es la falla más común. Una buena calidad en el mantenimiento se debe llevar a cabo con regularidad por personas calificadas para prevenir tales fallas y sus posibles consecuencias. Se debe considerar el mantenimiento y servicio ofrecidos por los distribuidores de los equipos de respaldo. Para que exista un buen Programa de mantenimiento es necesaria una correcta y eficiente operación de todos y cada uno de los equipos que conforman el sistema en cuestión, ya que el uso adecuado de estos equipos permite una disminución en los posibles daños que a futuro se puedan presentar, de este modo se reducirán las fallas y los gastos que éstos puedan producir, sobre todo porque estos sistemas ameritan un alto grado de atención, responsabilidad y operatividad

Mantenimiento y servicio

Se basa principalmente en la programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación y calibración que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan previo establecido, a fin de conservar un equipo o componente con la finalidad de prevenir, detectar o corregir defectos, tratando de evitar averías en el mismo.

La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas en el momento oportuno. Con una buena aplicación de mantenimiento, se obtiene una determinación de las posibles causas de fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro del equipo de emergencia. La razón por la que el mantenimiento se ha hecho tan importante es que los equipos de respaldo

son tan costosos, y las funciones que cumplen son importantes y complejas, que si ocurre algún problema afectará en gran medida al normal funcionamiento de los equipos cuando la red normal falla.

Todo el mantenimiento tiene unas ventajas importantes que se enumeran a continuación.

Confiabilidad para que los equipos operen en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y las condiciones de funcionamiento.

Mayor duración de los equipos e instalaciones.

Menor costo de las reparaciones.

Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos. Para mayor información sobre el mantenimiento del GE ver anexo D parte D.2.

6.4 Cálculo del alimentador del GE al tablero de cargas esenciales

Tomando como valores de diseño los arrojados en las tablas 5.28 y 5.29 que son característicos del tablero de cargas esenciales (TCE) y haciendo uso de la corriente de reserva por fase para el cálculo del alimentador, para ello la tabla 6.2 de la cual se hará la determinación del calibre del alimentador por criterio de capacidad de corriente y caída de tensión.

Donde:

$I_d (A)$ =Corriente de diseño solo para cálculo del alimentador.

Esta se obtiene aplicando factor de corrección igual a 0,88 para temperaturas diferentes a 30°C obteniéndose de la tabla A.1.

ΔV (%)= 2%, de acuerdo al manual de la C.A La Electricidad de Caracas donde recomienda como valor máximo para caída de tensión máxima admisible en alimentadores.

$S=kVA$, se obtiene aplicando la ecuación 2.2

$CD=kVA.m$; se obtiene aplicando la ecuación 4.1

Selección por capacidad de corriente

De acuerdo a la Tabla A.1 (Anexo A), tomada del CEN, el calibre del conductor seleccionado por capacidad de corriente es 400 MCM de cobre por fase, aislamiento THW con temperatura de operación de 75°C.

Selección por caída de tensión

Se ubican los valores de la tabla 6.2 en la Tabla A.2 (Anexo A), para ductos magnéticos, factor de potencia 0,95 y frecuencia 60 Hz, se observa que corresponde el calibre del conductor #4/0 AWG.

Se escoge el calibre de mayor sección entre los dos criterios, por lo tanto la selección definitiva del calibre del conductor es 400 MCM AWG de cobre, aislamiento THW 600V, temperatura de operación 75°C para el alimentador desde el grupo electrógeno al tablero de cargas esenciales.

6.4.1 Dimensionamiento del ducto para colocar en bancada

Conductor: THW 400 AWG (de tipo monoconductor)

Diámetro: 22,90mm= 2,29cm (según catálogo Condumex, tabla A.9)

Cantidad de cables: 4

1pulg=2,54cm=25,4mm

Se tomara en cuenta las ecuaciones 4.1, 4.2, 4.3

$$A_c = \frac{\pi \times (2,29)^2}{4} = 4,12 \text{ cm}^2$$

$$A_a = 4 \times 4,12 = 16,48 \text{ cm}^2$$

$$A_d = \frac{16,48}{0,40} = 41,20 \text{ cm}^2$$

Según las normas de protección por conductos, “La suma de la sección de los conductores en un porcentaje del área del conducto no será mayor que el 40%”.

El diámetro del ducto será:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times A_d}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 41,20}{\pi}} = 47,24 \text{ cm}$$

$$D=2,85\text{pulg}$$

El ducto comercial es: **Dd= 3”**

$$\% \text{ Ocupación} = \frac{4 \times 16,48}{\pi \times (7,62)^2} \times 100 = 36,14 \%$$

Se colocan los conductores de las 3 fases mas neutro en un ducto de 3pulg., de acuerdo a la tabla A.4, donde para calibre 400 MCM, se pueden introducir 4 conductores en un ducto de 3pulg.

6.4.2 Diseño de la Bancada

Se utilizaran 3 ductos PVC de 3 pulgadas de diámetro. En disposición horizontal, donde un ducto de extremo irán 3 fases y un neutro, el ducto del otro extremo opuesto para control del TTA al GE y el ducto del centro se dejara como reserva de acuerdo a las normas de CADAPE. En el plano C.12 (Anexo C) se presentan las mediadas de la bancada a utilizar.

6.5 Selección Del Tablero De Transferencia Automática

Cuando se cuenta con una línea de suministro externo por parte de una red comercial y una línea secundaria de un sistema de respaldo, la transferencia de carga resulta un proceso en muchos de los casos de vital importancia. Este puede realizarse de manera manual cuando se cuenta con personal técnico calificado o automática mediante equipos de control destinados para ello.

Una transferencia automática resulta un complemento muy útil para un grupo electrógeno, y más aun cuando se amerita un suministro de energía constante en un determinado establecimiento, para ello se implementa un tablero de transferencia automática (TTA). De acuerdo a lo planteado en el capítulo V, se rediseño el sistema eléctrico en el área de producción de Taller Tornos PH C.A. La totalidad de la carga (100%) se ubica en dos tableros de electricidad.

Para plantear el principio básico de funcionamiento del sistema de respaldo en la figura 6.3, la carga mas imprescindible y de vital importancia al momento de un continuo proceso de fabricación mecánica se ubicó en el tablero denominado TCE (Tablero de cargas esenciales). Cuando existe un suministro normal de energía por parte de la compañía de electricidad, el tablero de cargas normales (TCN) estará energizado, y mediante el TTA el tablero de cargas esenciales estará igualmente alimentado por la red externa. Cuando exista alguna interrupción en esta, el TTA actúa en forma automática poniendo en marcha el grupo electrógeno y transcurrido un tiempo ya establecido permite que la carga del TCE sea alimentada por el equipo motogenerador.

El TTA esta compuesto de una unidad lógica diseñada para que el sistema de respaldo trabaje con total confiabilidad. No existe la posibilidad de coincidencia de las dos fuentes de alimentación. Cuando el suministro

eléctrico se restablece, este tablero desconecta el motogenerador para su posterior apagado y conectando el TCE a la acometida del establecimiento. De existir otra interrupción en la red externa se repite de igual manera el principio de funcionamiento.

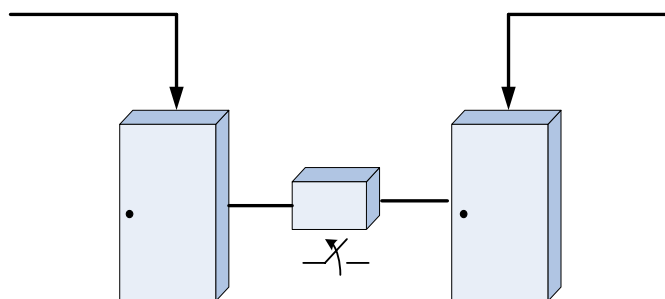


Figura 6.3. Diagrama de transferencia automática. Fuente propia

Para la selección del tablero de transferencia automática más acorde con el sistema eléctrico planteado, se revisaron diferentes marcas y modelos de fácil obtención en el mercado nacional tomando en cuenta la disponibilidad de repuestos y asistencia técnica.

Corpoelec

El tablero propuesto es fabricado por Comelecinsa Power Systems, C.A, hecho en Venezuela, Serie TTA, Modelo TTA-400 (figura 6.4), bajo Normas Covenin No. 2941-92, No. 2800-91, C.E.N No. 200-96, Normas Nema No. 250-1991 y componentes certificados con ISO 9001

TCN

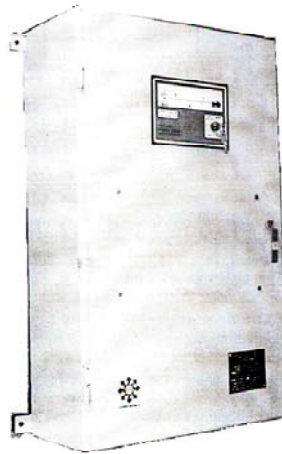


Figura 6.4. Comelecinsa Power Systems, C.A Tablero de Transferencia Automática

Características técnicas del TTA modelo TTA-400

Corrientes nominal de trabajo: 400 amperios

Tensión: 120/208 Voltios. Trifásicos, 4 Hilos

Elemento de conmutación: Interruptor conmutador ABB serie OTM400E4CM230C, Motorizado, bobina enganche y disparo

Elemento de control: Lógica de control microcontrolada

Elemento sensor: Sensor de línea incorporado en control ATS de alto, bajo voltaje y diferencial (20%), y Sensor de Generador incorporado en control ATS ajuste de alto, bajo voltaje y diferencial (20%)

Criterio de transferencia: Conmutada

Operaciones y procesos: Transferencia (ajustable hasta 10min), Retransferencia (ajustable hasta 15min) y Enfriamiento del motor (ajustable 10min)

Gabinete: Tipo Nema 12, pintado al horno, certificado ISO 9001

Incluye: Reloj de ejercicio semanal, batería de tipo electrolito 12V y cargador.

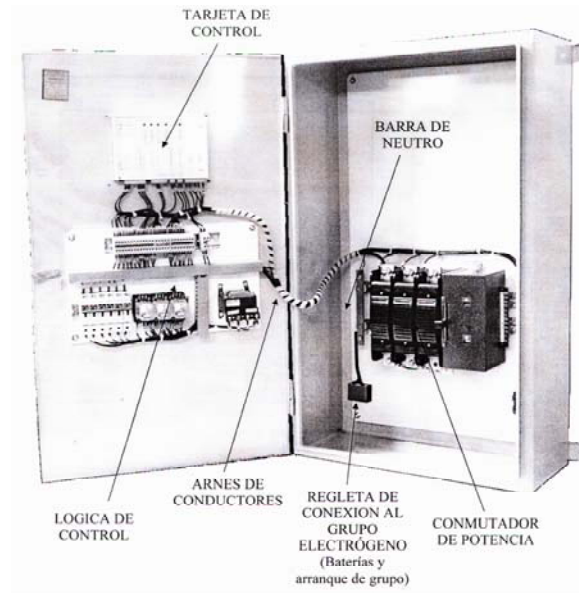


Figura 6.5. Comelecinsa Power Systems, C.A. Vista interna de Tablero de Transferencia Automática serie TTA

A continuación se presentan las dimensiones del tablero de transferencia serie TTA modelo TTA-400

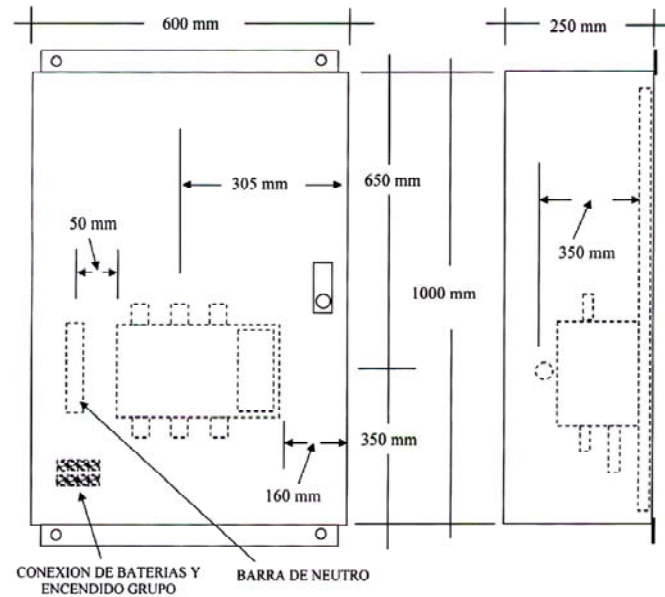


Figura 6.6. Comelecinsa Power Systems, C.A. Dimensiones del Tablero de Transferencia Automática Serie TTA Modelo TTA-400

Módulo de conmutación marca Lovato Electric modelo ATL10

El módulo de conmutación automática marca Lovato Electric modelo ATL10 (figura 6.9), se utiliza para la conmutación automática o manual de la carga de una línea principal “MAIN LINE” a una de seguridad o reserva “SECONDARY LINE” y viceversa. Está constituido por un cuerpo único en caja aislante y dispone de 2 salidas para el mando automático y/o manual de interruptores motorizados o contactores. El conmutador de redes tiene las siguientes características principales:

- Entrada de alimentación DC por batería (12-48VDC)

- Entradas de medición de las tensiones trifásicas con neutro, aptas también para tensiones bifásica y monofásica

- 1 display de monitorización de la línea principal y secundaria

- 15 LED de señalización de estados

- 6 entradas digitales programables

- 6 salidas de relé programables

- Modos de operación: OFF-MAN-AUT

- Visualización de las tensiones de fase y fase-fase de las líneas

- Visualización de estado de los interruptores motorizados o contactores

- Configuración de las líneas y de los parámetros de control

- Ajuste de los parámetros de gestión de la solicitud de operación del grupo electrógeno

- Control basado en microprocesador

- Puerto de comunicación RS232

- Protocolo de comunicación MODBUS-RTU y MODBUS-ASCII

- Software de set-up y control remoto mediante conexión directa a PC, módem normal, módem GSM o red Ethernet.

- Medidas 96x96mm

- Peso: 0,480kg

Funciones de control de las líneas

Secuencia y falta de fase
Tensión mínima y máxima
Asimetría tensión
Frecuencia mínima y máxima.

Características de empleo**Alimentación auxiliar**

Tensión nominal de alimentación auxiliar: 12-48VDC
Campo de empleo: 9-70VDC
Potencia máxima absorbida: 3W
Corriente máxima absorbida: 250mA (12VDC); 130mA (24VDC); 65mA (48VDC)

Entradas de medida de tensión

Tensión nominal máxima U_e : 480VAC (fase-fase)
Campo de medición: 50÷576VAC (fase-fase)
Campo de frecuencia: 45÷65Hz.

Entradas digitales

Tipo de entradas: negativas
Corriente de entrada: ≤ 10 mA

Salidas de relé

5 salidas de relé con 1NA
1 salida de relé con 1NA/NC (contacto conmutado)

Caja

Versión empotrable de 96x96mm
Grado de protección: IP20 lado posterior, IP54 frontal.

Fabricado conforme a normas:

IEC/EN 60947-1, IEC/EN 60947-6-1, IEC/EN 61000-6-3, IEC/EN 61000-6-2.



Figura 6.7. Módulo marca Lovato Electric modelo ATL10

Conmutador motorizado marca ABB modelo OTM400E4CM230C

Características generales

Numero de polos: 4

Voltaje de operación: $U_n=220-240VAC$

Corriente de operación: 400 amperios

Tipo OTM400E4CM230C N°. de Orden 1SCA022847R3250

Peso: 12,5 Kg

Rango de voltaje de operación: $0,85...1.1xU_n$

Temperatura de operación: $-25...+40^{\circ}C$

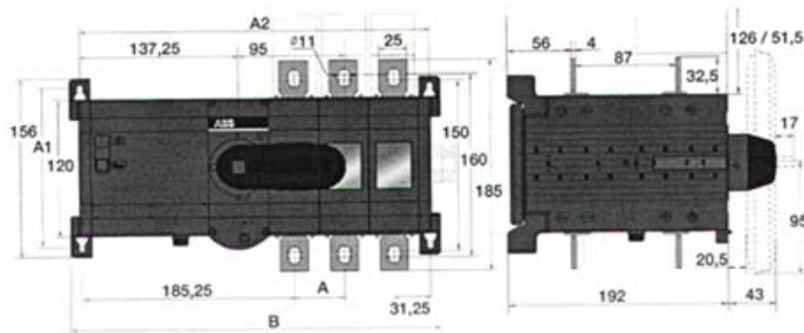
Grado de protección IP20

Tiene un mango para la operación manual, kit de perno con tuerca y arandelas para todos los terminales y conectores macho para los circuitos de control.

Este conmutador consta de un indicador de posición normal, indicador de posición emergencia, palanca de operación manual, terminales de salida a carga, terminales de planta, terminales de red principal y bornera conexión al sistema de control.



Figura 6.8. Tipo de conmutador a utilizar para la transferencia



° Imagen de tipo referencial

Figura 6.9. Dimensiones conmutador marca ABB

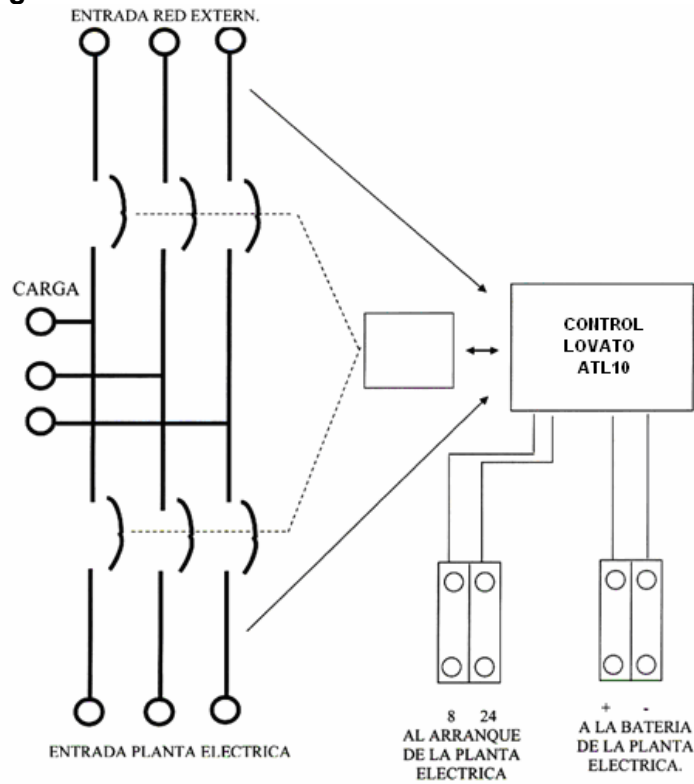


Figura 6.10. Comelecinca Power Systems, C.A. Diagrama de conexión de potencia y control

Principalmente se utiliza un tablero de transferencia automática para obtener respuestas automáticas y controladas, sin intervención del operador. Para así minimizar el índice de pérdidas y accidentes.

El TTA al momento de una falla en la red externa de energía, pone en marcha el equipo previamente a un precalentamiento del motor. Los TTA son programables según las necesidades, con fuente de energía propia para asegurar su funcionamiento.

En general el TTA realiza las siguientes acciones cronológicamente ante una falla eléctrica, en función de poner en marcha el grupo electrógeno:

1. Comportamiento frente a una falla de energía externa.

El sistema de control de transferencia automática estará supervisando el estado de la fuente normal (red comercial), presencia de las fases de entrada en modo permanente y si es normal permanece a la espera.

2. Arranque de motor.

Si la fuente normal falla o su voltaje cae por debajo de niveles aceptables, se iniciará el encendido del grupo electrógeno energizando el motor de arranque y su monitoreo. A partir de este momento, espera un tiempo preestablecido (programable) para precalentamiento del motor.

3. Transferencia de carga.

Una vez superado el tiempo de precalentamiento y con el voltaje y la frecuencia del grupo adecuados, se ejecutará una transferencia automática de carga, desde la fuente de alimentación normal a la fuente de emergencia, habiendo anteriormente desconectado la red externa, procede a conectar el

grupo. En caso de encontrarse en periodo de espera para transferir, y encontrar que la tensión de red se ha normalizado, no produce la transferencia y salta al paso de reconexión y espera que se venza el tiempo de retorno estable de la tensión de red.

4. Espera de normalización de la red externa.

Una vez terminada la rutina de transferencia de cargas, queda en espera del retorno de la red externa y controlando permanentemente el normal funcionamiento del grupo generador.

5. Reconexión a red externa.

Cuando se detecta el retorno de red externa, la unidad esperará que la misma se mantenga normal por un periodo de tiempo programable. Superado tal tiempo se producirá el paso a la rutina de reconexión a red externa (retransferencia).

6. Finalización de maniobra de reconexión a red externa.

Una vez devuelta la carga a red externa, se esperará el tiempo programado de apagado del motor, útil por ejemplo para permitir una baja de temperatura del motor por encontrarse sin carga antes de apagarlo. Luego de este tiempo se quitará el contacto al grupo finalizando así el ciclo de transferencia por falla en el suministro de la red externa. Una vez apagado el grupo normalmente, el sistema permanecerá en alerta para una nueva llamada de transferencia.

6.6 Especificaciones Técnicas De Los Equipos

Estas especificaciones establecen los requisitos mínimos que deben cumplir los equipos a ser usados en la realización del proyecto. Todos los materiales y equipos empleados para la realización del proyecto serán de

primera calidad, de marca y representación conocidas en el país, de modo de asegurar una adecuada reposición en caso de falla o accidente, certificados, nuevos, sin uso, libres de defectos, adecuados para el uso que se ha determinado y para el voltaje de operación. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto, de acuerdo con las Normas citadas en el mismo. Los modelos, tipos y marcas mencionadas son referencias, las alternativas deberán en todo caso cumplir con los mínimos requerimientos de las características del proyecto y las especificaciones.

6.6.1 Conductores Eléctricos

Los conductores a ser instalados serán de cobre, aislamiento THW AWG, temperatura de operación a 75°C. De tipo monopolar o multiconductor depende sea el caso.

6.6.2 Tablero de Electricidad

Todo tablero estará construido de material incombustible, conforme a las normas Covenin, estarán formados por estructuras metálicas, cubiertas con láminas de acero, de dimensiones estándar, ensambladas en forma rígida formando una estructura compacta. Tendrán el cerramiento y acabado necesario para ser instalados en interiores a prueba de polvo y humedad. La tensión de operación será 208V, 3 fases, 4 hilos. 60Hz. En la tabla 6.3 se muestran las características que deberán tener los tableros a usar en establecimiento.

Tabla 6.3. Características de los tableros de electricidad

Tablero	Nro. de polos	Voltaje (V)	Tipo Cerramiento	Capacidad de barras (A)	Interruptor principal (A)
TCE	42	208	NEMA 12	300A	3x300
TCN	36	208	NEMA 12	300A	3x300

6.6.3 Protecciones De Circuitos

A continuación en la tabla 6.4 se muestran las características de los interruptores de protección a ubicar en los tableros de electricidad tanto de cargas normales como de cargas esenciales.

Tabla 6.4. Características de interruptores para protección de circuitos

Circuito	Tipo	Nivel de tensión (V)	Capacidad de corriente (A)	No. de Polos
Torno marca TECNOIMPES	Termomagnético	208	80	3
Torno marca VDF	Termomagnético	208	25	3
Torno marca JASHONE	Termomagnético	208	25	3
Torno marca DORIA	Termomagnético	208	30	3
Torno marca ARIS 8RVX5P262	Termomagnético	208	30	3
Torno marca ARIS 88RVX11270	Termomagnético	208	30	3
Amortajadora marca LAZZATI	Termomagnético	208	20	3
Máquina de soldar No.1	Termomagnético	208	80	3
Máquina de soldar No.2	Termomagnético	208	80	3
Acepilladora	Termomagnético	208	25	3
Sierra marca FAEL	Termomagnético	208	15	3
Sierra marca CO.ME.NO 400	Termomagnético	208	15	3
Esmeril marca METABO	Termomagnético	208	15	3
Taladro radial marca saCASER	Termomagnético	208	15	3
Taladro de banco marca ROCKWELL	Termomagnético	208	15	3
Taladro de banco marca saCASER	Termomagnético	208	15	3
Fresadora marca TRADEMARK	Termomagnético	208	15	3
Fresadora marca CUGIP	Termomagnético	208	20	3
Fresadora cabezal fijo marca CUGIP	Termomagnético	208	15	3
Compresor de aire marca COMET SA	Termomagnético	208	15	3
Ventilador general	Termomagnético	208	15	2
C1TUG	Termomagnético	120	40	1
C2TUG	Termomagnético	120	40	1
C1IAP	Termomagnético	208	25	2
C2IAP	Termomagnético	208	25	2
CIOBA	Termomagnético	120	20	1
C _A /Aoficina	Termomagnético	208	15	2

6.6.4 Cómputos Métricos

De acuerdo a los planos de instalación de generador y definición de la bancada se hace necesario hacer un documento de cómputos métricos para calcular o tener una especificación de los materiales a usar y el costo de los mismo y así tener un control de lo que se va a comprar sin que falte ni sobre material. El siguiente paso es, en base a los cómputos de la obra eléctrica obtenidos del proyecto respectivo, lograr un presupuesto, a fin de tomar una decisión desde el punto de vista económico y técnico que contenga a los intereses del propietario.

Tabla 6.5 Cómputos métricos del proyecto

PROYECTO: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE RESPALDO UTILIZANDO UN GRUPO ELECTRÓGENO PARA EL TALLER METALMECÁNICO TORNOS PH C.A UBICADO EN BARCELONA, ESTADO ANZOÁTEGUI"				
CÓMPUTOS MÉTRICOS				
DISCIPLINA: ELECTRICIDAD				
No.	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO BsF	CANT	PRECIO TOTAL
TABLEROS ELECTRICIDAD				
1	Tablero eléctrico de 36 circuitos, 208V, 300A, 3F, 4H, 60 Hz, con interruptor principal termomagnético de 400A, de tres polos (3Px400A). Tablero uso interior, con cerradura. Nema 12	5385,69	1	5385,69
2	Tablero eléctrico de 42 circuitos, 208V, 300A, 3F, 4H, 60Hz, con interruptor principal termomagnético de 400A, de tres polos (3Px400A). Tablero uso interior, con cerradura. Nema 12	5886,80	1	5886,80

Continuación Tabla 6.5

TOMACORRIENTES				
3	Tomacorriente doble con tapa y con puesta a tierra, 120V, 15A, para uso interior	33,47 (BsF;c/u)	12	401,64
PUESTA A TIERRA				
4	Barra de cobre Copperweld, 5/8" (2,40metros)	107,52 (BsF;c/u)	8	859,36
CABLES DE BAJA TENSIÓN (600V)				
5	Cable de cobre, multiconductor (3conductores), THW, calibre #12 AWG	1470,89 (BsF/100m)	320m	4706,85
6	Cable de cobre, multiconductor (3conductores), THW, calibre #10 AWG	2123,45 (BsF/100m)	186m	3949,62
7	Cable de cobre, multiconductor (3conductores), THW, calibre #8 AWG	3878,90 (BsF/100m)	296m	11481,54
8	Cable de cobre, multiconductor (3conductores), THW, calibre #4 AWG	8643,60 (BsF/100m)	79m	6828,44
9	Cable de cobre, multiconductor (3conductores), THW, calibre #2 AWG	14096,85 (BsF/100m)	6 2m	8740,05
10	Cable de cobre, multiconductor (2conductores), THW, calibre #12 AWG	989,78 (BsF/100m)	42m	365,56
11	Cable de cobre, multiconductor (2conductores), THW, calibre #6 AWG	3345,24 (BsF/100m)	120m	4119,89
12	Cable de cobre, monoconductor, THW, calibre #12 AWG para tomacorriente 120V (fase)	334,76 (BsF/100m)	50m	167,33
13	Cable de cobre, monoconductor, THW, calibre #12 AWG para tomacorriente 120V (neutro)	334,76 (BsF/100m)	50m	167,33

14	Cable de cobre, monoconductor, THW, calibre #12 AWG para puesta a tierra (a comprar color verde)	334,76 (BsF/100m)	100m	334,76
15	Cable de cobre, monoconductor, THW, calibre #10 AWG para puesta a tierra (a comprar color verde)	534,91 (BsF/100m)	30m	160,48
16	Cable de cobre, monoconductor, THW, calibre #8 AWG para puesta a tierra (a comprar color verde)	747,04 (BsF/100m)	10m	74,70
17	Cable de cobre, monoconductor, THW, calibre #2/0 AWG para puesta a tierra (a comprar color verde)	64,86 (BsF/m)	127m	8237,22
18	Cable de cobre, monoconductor, THW, calibre 400 MCM (se vende por metro)	197,24(BsF/m)	84m	16568,16
19	Cable de cobre, monoconductor, THW, calibre 500 MCM (se vende por metro)	227,39 (BsF/m)	48m	10914,72
CANALIZACIÓN ELÉCTRICA				
20	Sistema de bandejas portacables, Tramos, 2 curvas 90°, 1 curva Tee Ladder, placas de uniones,	16784,34		16784,34
21	Puente para continuidad eléctrica en tramos de bandeja portacables	147,54	72	10622,88
22	Tubería de cloruro de polivinilo PVC, diámetro 3", longitud 3 metros Schedule 40, Pavco o similar	60,91	18m	365,46
23	Tubería metálica EMT liviana, diámetro ¾", (se vende en tramos de 3metros)	33,16	110m	1215,86
24	Tubería metálica EMT liviana, diámetro 1", (se vende en tramos de 3metros)	37,82	57m	718,58
25	Tubería metálica EMT liviana, diámetro 1½ ", (se vende en tramos de 3metros)	64,04	10m	213,47
26	Tubería metálica EMT liviana, diámetro 2"(venta rollo 3m)	74,95	6,5m	224,85

Continuación Tabla 6.5

26	Curva metálica EMT liviana, diámetro ¾"	2,27 (c/u)	10	22,70
27	Curva metálica EMT liviana, diámetro 1"	4,19 (c/u)	10	41,90
28	Curva metálica EMT liviana, diámetro 1½"	4,98 (c/u)	2	9,96
29	Curva metálica EMT liviana, diámetro 2"	5,67 (c/u)	1	5,67
30	Anillo metálico EMT ¾", para tubería liviana	1,84 (c/u)	10	18,40
31	Anillo metálico EMT 1", para tubería liviana	3,11 (c/u)	8	24,80
32	Anillo metálico EMT 2", para tubería liviana	11,48 (c/u)	1	11,48
33	Unión especial metálica EMT ¾", entre cajetín o tablero y tubería liviana	1,84 (c/u)	18	33,12
34	Unión especial metálica EMT 1", entre cajetín o tablero y tubería liviana	3,11 (c/u)	10	31,00
35	Unión especial metálica EMT 1½", entre cajetín o tablero y tubería liviana	8,05 (c/u)	4	32,20
36	Unión especial metálica EMT 2", entre cajetín o tablero y tubería liviana	11,48 (c/u)	1	11,48
37	Tubería flexible para llegada a equipo de diámetro ¾"	8,70 (BsF/3m)	3m	8,70
38	Tubería flexible para llegada a equipo de diámetro 1"	11,76 (BsF/3m)	8m	31,36
GRUPO ELECTROGENO				
39	Grupo Electrónico Marca SDMO, modelo J100UC3IV, 125kVA (Stand by), 0,8f.p, 60Hz, 208V, 3fases, 1800rpm, Motor diesel tipo John Deere 4045HFS83, generador tipo Leroy Somer LSA442VS45	210.000	1	210.000
TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA				
40	Tablero de transferencia automática, Serie TTA,	22.000	1	22.000

	Modelo TTA400, 220V, 3fases. Fabricado por COMLECINCA POWER SYSTEMS C.A.			
--	---	--	--	--

TOTAL= 351.778,35 BsF

Los cálculos métricos presentados son los necesarios para llevar a cabo la obra cuando se desee ejecutar. Existen materiales en las instalaciones que pueden ser reutilizados ya que durante la actividad de inspección se corroboró que están en buenas condiciones para ser usados sin percances en la puesta en servicio del sistema de respaldo propuesto. Esto permitió disminuir en parte el costo total de la obra en bolívares. En cuanto a los demás materiales citados el responsable de la obra debe estar en la plena ocupación de certificar que los mismos cumplan con las características técnicas planteadas en este trabajo y que sean de buena calidad, esto permitirá significativamente el nivel de confiabilidad, seguridad y flexibilidad del sistema eléctrico. El costo en cuanto a mano de obra, no se toma en cuenta, esto se calcula al momento de ejecución de la misma; pero se toma como valor aproximado un 40% del total expuesto en los cálculos métricos anteriormente.

Una instalación eléctrica puede ser excelente, buena o mala, esto está en función directa de la seguridad, continuidad y calidad de la instalación. Para asegurar una instalación de máxima eficiencia en el suministro, distribución y control de energía es recomendable observarle al cliente que el costo de un proyecto y la calidad de los materiales utilizados, deben considerarse como una buena inversión, que se amortiza con el logro de productividad de la empresa independientemente del producto que se trate. Básicamente cualquier industria depende de la calidad y la continuidad del servicio de energía eléctrica. Es de importancia en una industria el continuo servicio de energía eléctrica, porque el tiempo se mide en dinero perdido por

las horas hombre dejadas de producir; ocasionando además reducción de operatividad e ingresos económicos.

El desarrollo vertiginoso de la tecnología en la actualidad, ha proporcionado oportunidades y mejoras en el área de sistemas eléctricos, lo que permite ofrecer una mejor prestación del servicio eléctrico a través de un sistema simple y fácil de operar. La presente propuesta busca que a través de un sistema caracterizado por un grupo electrógeno diesel el continuo desenvolvimiento de las operaciones de fabricación mecánica en el Taller Tornos PH C.A, esto se logra diseñar en su totalidad con el fiel cumplimiento de normas técnicas nacionales e internacionales que hacen que el sistema sea seguro tanto para el personal que labora en las instalaciones, como para los materiales, equipos e infraestructura.

Es de importancia destacar que los grupos electrógenos de respaldo durante su funcionamiento producen un alto nivel de ruido. Al momento de la selección del grupo marca John Deere modelo J100UC3IV para esta propuesta prevaleció que mediante su capsula de insonorización el nivel de ruido se mantienen a 80dB(A) lo que en la zona es aceptable.

Este grupo electrógeno (GE) consta de un silenciador tipo crítico montado en el interior, que disminuye considerablemente los efectos de los gases como monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), material particulado (MP), óxidos de nitrógeno (NOX) y dióxido de azufre (SO₂) que resultan de la combustión interna del diesel en la cámara del motor.

Existen normativas específicas que regulan las emisiones de gases y partículas generadas por Grupos Electrógenos. Los Grupos Electrógenos por tratarse de un proceso que emite contaminantes atmosféricos a través de un ducto o chimenea y encontrándose diseñados para operar en un lugar fijo deben cumplir con la norma de emisión de material particulado para las fuentes estacionarias existentes, grupales y puntuales.

Se debe considerar que el GE cuente con una buena tecnología de combustión y/o que incorporen equipos de control.

Las mejores tecnologías de abatimiento disponibles para emisiones de grupos electrógenos, seleccionadas por su eficiencia, menor costo relativo y mayor utilización internacional son: Los filtros cerámicos y Los Sistemas de Reducción Catalítica Selectiva (SCR). Los filtros cerámicos tipo DPF, además de reducir el material particulado (MP) en un 90%, reducen el monóxido de carbono (CO) y los compuestos orgánicos volátiles (COV) en alrededor de un 90%. Un filtro típico consiste en un arreglo de pequeños conductos por los que circulan los gases de escape. Los canales adyacentes se tapan en los extremos opuestos, forzando a los gases de escape a atravesar la pared porosa (formada generalmente por carburo de silicio), capturando las partículas de hollín en los poros de la superficie y en su interior. El hollín se acumula en el filtro, y cuando el suficiente calor está presente: ocurre una "regeneración", que oxida el hollín y limpia el filtro. El desafío del diseño del filtro de partículas es permitir la regeneración confiable y permanente.

El uso de este método "activo" implica una supervisión constante de la contrapresión, de la regeneración del filtro y del manejo de la temperatura en la entrada al filtro.

Los Sistemas de Reducción Catalítica Selectiva (SCR), reducen los óxidos de nitrógeno y constituyen la única tecnología probada a nivel internacional. Con esta tecnología se obtienen reducciones entre el 70 y 90 %. El sistema se base en proporcionar un agente reductor a la corriente de gases de escape, como por ejemplo amoniaco (NH_3) o urea, que al pasar a través de un lecho catalítico pueda reducir selectivamente los NOX, sin reaccionar con otras sustancias tales como el oxígeno.

CONCLUSIONES

- Todo sistema eléctrico de respaldo debe cumplir con los parámetros y normas establecidas, tanto en el diseño del proyecto, como en la ejecución de la obra esto permite suministrar energía eléctrica con un alto grado de continuidad en el servicio.
- La metodología expuesta en este trabajo es aplicable al diseño de cualquier sistema de respaldo y reserva hasta un nivel de tensión de 600V, garantizando el cumplimiento de normas y parámetros técnicos establecidos en el CEN, normas PDVSA, Manual de la C.A La Electricidad de Caracas, además es adaptable para proyectos nuevos e Instalaciones existentes garantizando confiabilidad y un excelente desempeño en presencia de alguna falla en el suministro normal de energía.
- Para la selección del calibre del conductor se tomo en cuenta el criterio de capacidad de corriente y de caída de tensión, seleccionando el mismo por la condición más desfavorable.
- La capacidad del sistema de respaldo se dimensiona directamente con la totalidad de las cargas denominadas esenciales estas representan un 45% de la totalidad del establecimiento. A través del funcionamiento continuo de estas cargas se puede realizar procesos de fabricación en la empresa

ante una interrupción en el servicio eléctrico y así entregar puntualmente compromisos adquiridos con clientes.

- El Grupo Electrónico se seleccionó de acuerdo al estudio de cargas del establecimiento y una reserva estimada, la totalidad de la carga estimada representa el 80% de la capacidad del generador; esto impedirá el calentamiento excesivo del equipo y así preservar la longevidad de mismo.
- Se proyectó un tablero de transferencia automática de fácil disponibilidad de repuestos en el mercado nacional. Esta transferencia se ajusta para que el tiempo de interconexión de la carga con el grupo eléctrico sea en el menor tiempo posible, esto sin la intervención de personal calificado.
- El grupo eléctrico tiene una autonomía de doce (12) horas, ya que es el tiempo que dura el combustible trabajando el equipo a plena carga, después de este tiempo se tienen que abastecer nuevamente.
- Para garantizar un nivel alto de rendimiento y confiabilidad del sistema de respaldo, se tiene que realizar periódicamente encendido al grupo eléctrico para verificar su óptimo funcionamiento, sumado a esto la planificación de mantenimiento preventivo correspondiente.
- Toda instalación eléctrica debe contar con niveles óptimos de calidad, seguridad, flexibilidad y confiabilidad.

RECOMENDACIONES

- Supervisar en campo la correcta aplicación de este trabajo, realizando todas las recomendaciones necesarias para garantizar el buen funcionamiento de los sistemas.
- Verificar que los equipos instalados cumplan con los requerimientos y parámetros utilizados en este proyecto.
- Respetar el orden de circuitos en los tableros, ya que dicha ubicación obedece al balanceo de las fases.
- Hacer campañas de concientización girando instrucciones al personal para hacer un uso más eficiente de la energía, tanto en el trabajo como en sus hogares.
- Realizar un plan de mantenimiento preventivo a equipos y la infraestructura que conforman un sistema de respaldo para lograr un servicio eficiente y de calidad, dispuesto a entrar en operación en el momento indicado cumpliendo a cabalidad con su objetivo; el mantenimiento reflejara prolongación en la vida útil de los equipos siendo un gran aporte económico al sistema.
- Aplicar la metodología de diseño del sistema de respaldo presentada solo a sistemas de menos de 600V nominales, teniendo en cuenta el Código Eléctrico Nacional (CEN), normas PDVSA, Conevin y Manual de la C.A La Electricidad de Caracas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abad J. y Grefa V. (2008). *Diseño e Implementación de un tablero para la transferencia automática de energía y sincronización de generadores de emergencia para el centro comercial El Condado*. Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Código Eléctrico Nacional FONDONORMA 200:2004.7^{ma} Edición Venezuela
- Farrera, C. (2007). *Propuesta para el ahorro de energía en los motores de baja tensión del Mejorado Hamaca*. Tesis de grado, Departamento de Electricidad, Universidad de Oriente, Barcelona, Venezuela.
- Harper, E. (2007). *El ABC del alumbrado y las instalaciones eléctricas en baja tensión*. Segunda Edición. México: Editorial Limusa, S.A de C.V.
- Jiménez, A. (2009). *Diseño del sistema eléctrico del Anexo al Edificio Tres Yacimientos de PDVSA Campo Rojo en Punta de Mata, Estado Monagas*. Tesis de grado, Departamento de Electricidad, Universidad de Oriente, Barcelona, Venezuela.
- León, M. (2009). *Estudio técnico y económico de la factibilidad de implementar un sistema eléctrico de emergencia en*

INELECTRA, sede Teramo, Sector El Peñonal. Tesis de grado, Departamento de Electricidad, Universidad de Oriente, Barcelona, Venezuela.

- Macias, E. *Canalizaciones Eléctricas*. [Documento en línea disponible].
www.maciasweb.com/uia/instelec/Canalizaciones.ppt. (Día de consulta; 2010, Enero 28).
- Manual para el diseño de Instalaciones Eléctricas en Residencias. Editado por: C.A La Electricidad de Caracas y C.A Luz Eléctrica de Venezuela. Ingeniero Siegfried Scherer F.
- Mejía, J. *Instalaciones Eléctricas Residenciales*. [Documento en línea disponible].<http://docencia.udea.edu.co/ingenieria/circuitosII/docs/Dise%F1o20Instalaciones%20residenciales.pdf> (Día de consulta; 2010, Enero 28).
- NEMA VE2-1995. Metal Cable Tray Installation Guidelines. Standards Publication. National Electrical Manufacturers Association.
- Norma PDVSA N-252. *Especificación General para el diseño de Ingeniería Eléctrica*. Febrero (1994).
- Norma PDVSA 90619.1.082. *Calibre de los conductores para Potencia e Iluminación*. Agosto (1993).

- Ortiz, F. (2007). *Propuesta para la modernización de la subestación y el sistema eléctrico de emergencia del Internado Judicial José Antonio Anzoátegui de Barcelona, Estado Anzoátegui*. Tesis de grado, Departamento de Electricidad, Universidad de Oriente, Barcelona, Venezuela.
- Parra, A. (2009). *Automatización del Sistema de Transferencia de Carga de Zaramella And Pavan Construction Company, S.A.* Tesis de grado, Departamento de Electricidad, Universidad de Oriente, Barcelona, Venezuela.
- Penissi, O. (1989). *Canalizaciones Eléctricas Residenciales*. Tercera Edición. Venezuela: Editorial Internacional.
- Rojas, G. *Manual de Canalizaciones por sistemas de bandejas portacables*. [Documento en línea disponible]. <http://Gedisa-CatálogoGEDITRAYS1.htm>. (Día de consulta; 2010, Marzo 28).
- Rondón, L. (2005). *Estudio del Sistema Eléctrico del Llenadero de la Refinería P.L.C. para la operación de emergencia utilizando un Generador Auxiliar*. Tesis de grado, Departamento de Electricidad, Universidad de Oriente, Barcelona, Venezuela.
- Sabino, C. (2006). *Técnicas de Investigación*. Caracas: El Cid Editores.

- Universidad Pedagógica Experimental Libertador. (2008). *Manual de trabajo de grado de Especialización, Maestría y tesis Doctorales*. 4ta Edición. Caracas: Editorial Fedupel.

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y
ASCENSO:**

TÍTULO	“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE RESPALDO UTILIZANDO UN GRUPO ELECTRÓGENO PARA EL TALLER METALMECÁNICO TORNOS PH C.A UBICADO EN BARCELONA, ESTADO ANZOÁTEGUI”
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CULAC / E MAIL
Rojas Rivas, Pedro Ramón	CVLAC: 16.817.708 E MAIL:

PALÁBRAS O FRASES CLAVES:

Sistema de Respaldo

Instalación Eléctrica

Grupo Electrónico

Tablero de Transferencia Automático.

Conmutador

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ÁREA	SUBÁREA
Ingeniería y Ciencias Aplicadas	Ingeniería eléctrica

RESUMEN (ABSTRACT):

En este trabajo se presenta una propuesta de un sistema de respaldo utilizando un Grupo Electrónico para el Taller Metalmecánico Tornos PH C.A, comenzando con la evaluación, y las posibles recomendaciones para el sistema eléctrico actual de dicha empresa, tomando en cuenta normas de electricidad y seguridad exigidas por el Código Eléctrico Nacional (CEN), normas PDVSA, Manual de la C.A La Electricidad de Caracas, entre otras. Este proyecto tiene como propósito establecer las especificaciones técnicas que debe cumplir el sistema de respaldo propuesto, para el suministro de energía eléctrica a cargas denominadas esenciales para el proceso continuo de fabricación mecánica ante una interrupción del servicio eléctrico externo. Con estas premisas se destaca que la carga que va al sistema eléctrico de respaldo es 45% del total del establecimiento. El grupo electrónico seleccionado es marca SDMO modelo J100UC3IV de capacidad 125kVA con motor John Deere Diesel 4 cilindros, generador eléctrico marca Leroy Somer , cabina de insonorización y tanque de combustible de 190 Litros. El tablero de transferencia automática seleccionado es marca COMELECINCA modelo TTA400 con conmutador motorizado ABB y controlador digital Lovato

Electric.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

CONTRIBUIDORES:

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
Ing. Melquíades Bermúdez	CVLAC:	3.486.726			
	E_MAIL	Melquíades_bermudez@cantv.net			
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
Ing. José Villarroel	CVLAC:	12.659.821			
	E_MAIL	Jose.villarroel@cantv.net			
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
Ing. Hernán Parra	CVLAC:	4.362.464			
	E_MAIL	Hernan.parra@cantv.net			
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
Ing. Manuel Maza	CVLAC:	11.144.624			
	E_MAIL	Manuel.maza@cantv.net			
	ROL	CA	AS	TU	JU

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2010	7	22
------	---	----

AÑO	MES	DÍA

LENGUAJE. SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
Tesis.SistemadeRespaldo.doc	Application/msword

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E F G H
I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u
v w x y z. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

ALCANCE

ESPACIAL: Taller Tornos PH. C.A (OPCIONAL)

TEMPORAL: 6 MESES (OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Ingeniero electricista

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Pregrado

ÁREA DE ESTUDIO:

Departamento de Electricidad

INSTITUCIÓN:

Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

DERECHOS

De acuerdo al artículo N° 41 del Reglamento de Trabajo de Grado de la
Universidad de Oriente _____ :

“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad y
solo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del consejo de
núcleo respectivo, quien lo participará al consejo universitario”, para su
autorización. _____

Pedro R. Rojas Rivas

AUTOR

Ing. Melquíades Bermúdez

TUTOR

Prof. Hernán Parra

JURADO

Prof. Manuel Maza

JURADO

Prof. Verena Mercado

POR LA SUBCOMISION DE TESIS