



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE
MANTENIMIENTO**

**“ANÁLISIS Y EVALUACIÓN EN LAS INSTALACIONES
ELÉCTRICAS INTERNAS DE BAJA TENSIÓN Y ALTA
TENSIÓN DE LOS TALLERES Y LABORATORIOS DE LA
FACULTAD DE MECÁNICA”**

**CHICAIZA GAVILANES WELFOR ROBERTO
GUAMÁN GUALOTO RENÉ VINICIO**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

RIOBAMBA – ECUADOR

2015

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2012-10-14

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

RENÉ VINICIO GUAMÁN GUALOTO

Titulada:

**“ANÁLISIS Y EVALUACION EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS
INTERNAS DE BAJA TENSIÓN Y ALTA TENSIÓN DE LOS TALLERES Y
LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE MECANICA”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO EN MANTENIMIENTO

Ing. Marco Santillán Gallegos.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Cesar Astudillo
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Marco Santillán Gallegos.
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: RENÉ VINICIO GUAMÁN GUALOTO

TÍTULO DE LA TESIS: “ANÁLISIS Y EVALUACIÓN EN LAS
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERNAS DE BAJA TENSION Y ALTA
TENSION DE LOS TALLERES Y LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE
MECANICA”

Fecha de Examinación: 2015-03-05

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Fernando González PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Cesar Astudillo DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Marco Santillán Gallegos. ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Fernando Gonzáles
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2012-10-14

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

WELFORT ROBERTO CHICAIZA GAVILANES

Titulada:

**“ANALISIS Y EVALUACION EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS
INTERNAS DE BAJA TENSIÓN Y ALTA TENSIÓN DE LOS TALLERES Y
LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE MECANICA”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO EN MANTENIMIENTO

Ing. Marco Santillán Gallegos.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Cesar Astudillo
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Marco Santillán Gallegos.
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: WELFOR ROBERTO CHICAIZA GAVILANES

TÍTULO DE LA TESIS: “ANÁLISIS Y EVALUACIÓN EN LAS
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERNAS DE BAJA TENSION Y ALTA
TENSION DE LOS TALLERES Y LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE
MECANICA”

Fecha de Examinación: 2015-03-05

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Fernando González PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Cesar Astudillo DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Marco Santillán Gallegos. ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Fernando Gonzáles
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

René Vinicio Guamán

Welfor Roberto Chicaiza

DEDICATORIA

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión en beneficio de la comunidad.

La realización de esta tesis lo dedico a mi Dios, a mis padres, mi esposa, mis dos hijos y maestros quienes me impulsaron en mi formación profesional.

Roberto Chicaiza Gavilanes

A Dios que nos da sabiduría para poder entender la ciencia, y me dio salud para poder asistir y concluir la carrera, a mis padres por su apoyo incondicional durante los años que duró la carrera, y a mis queridos maestros.

René Guamán Gualoto.

AGRADECIMIENTO

Hacemos constar nuestro sincero agradecimiento a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, y en especial a nuestra querida ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO la cual nos abrió las puertas para nuestra formación académica.

A los señores del tribunal por su asesoramiento y su excelente dirección, para la culminación acertada de esta tesis.

También un agradecimiento especial a todos nuestros maestros que día a día fueron depositando sus sabios conocimientos en nuestra formación profesional.

René Guamán Gualoto

Roberto Chicaiza Gavilanes

CONTENIDOS

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	3
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
2. FUNDAMENTOS TÉCNICOS	
2.1 Generalidades.....	4
2.2 Determinación de la carga.....	5
2.3 Potencia máxima.....	5
2.4 Factor carga.....	7
2.5 Especificaciones de conductores eléctricos.....	7
2.6 Protecciones eléctricas.....	9
2.7 Alternativas y análisis de diseño.....	9
2.7.1 <i>Nivel de voltaje</i>	10
2.7.2 <i>Especificación de centros de carga</i>	10
2.7.3 <i>Factores de carga o de demanda</i>	10
2.7.4 <i>Banco de corrección del factor de potencia</i>	11
2.8 Norma utilizada para evidenciar los factores de riesgo de las instalaciones para las personas	11
2.8.1 <i>Seguridad</i>	12
3. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO TÉCNICO EN LAS INTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS TALLERES Y LABORATORIOS	
3.1 Diagnóstico de la situación actual.....	13
3.2 Características generales de los talleres y laboratorios de la facultad de mecánica	14
3.2.1 <i>Taller de Mecanizado Básico</i>	14
3.2.2.1 <i>Voltaje y potencia</i>	15
3.2.2.2 <i>Conexiones</i>	15
3.2.2.3 <i>Cableado</i>	16
3.2.2.4 <i>Contactos</i>	17
3.2.2.5 <i>Iluminarias</i>	17
3.2.2 <i>Taller de Soldadura</i>	18
3.2.3.1 <i>Voltaje y potencia</i>	19
3.2.3.2 <i>Conexiones</i>	19
3.2.3 <i>Taller de Fundición</i>	21
3.2.3.1 <i>Voltaje y potencia</i>	21
3.2.3.2 <i>Conexiones en mal estado</i>	22
3.2.4 <i>Norma de calidad para laboratorios eléctricos ISO/IEC 17025-2000</i>	23
3.2.5 <i>Laboratorio de Máquinas Eléctricas</i>	23
3.2.5.1 <i>Medición de voltaje</i>	23
3.2.5.2 <i>Tablero de distribución</i>	24
3.2.5.3 <i>Iluminación</i>	25
3.2.5.4 <i>Laboratorio de electrónica de potencia</i>	26

3.2.5.5	<i>Terminales</i>	26
3.2.5.6	<i>Interruptores</i>	26
3.2.6	<i>Laboratorio de Mecatrónica</i>	27
3.2.6.1	<i>Cajas de distribución</i>	28
3.2.6.2	<i>Iluminación</i>	29
3.2.7	<i>Edificio de Ingeniería Industrial</i>	29
3.2.7.1	<i>Cajas de distribución</i>	30
4.	ESTUDIO TÉCNICO	
4.1	Levantamiento de datos técnicos.....	31
4.1.1	<i>Equipos del Taller de Mecanizado Básico</i>	31
4.2	Determinación de actividades de mantenimiento y propuestas de uso eficiente.....	32
4.2.1	<i>Lista de actividades de mantenimiento</i>	32
4.3	Fichas técnicas de los equipos.....	33
4.3.1	<i>Equipos del Taller de Soldadura</i>	49
4.4	Tabla de daños causados por el deterioro eléctrico.....	53
4.5	Transformadores y línea de acometida.....	53
4.5.1	<i>Transformadores de Talleres de Mecanizado Básico y Soldadura</i>	53
4.5.2	<i>Transformador del Taller de Fundición</i>	55
4.5.3	<i>Línea trifásica de 13.8 kV</i>	55
4.5.4	<i>Selección del transformador</i>	55
5.	DETEMINACIÓN DE PROTECCIONES, CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CONSUMO ELÉCTRICO Y CÁLCULOS DE CONDUCTORES	
5.1	Cálculo de protecciones.....	56
5.2	Determinación de cargas.....	59
5.3	Calculo del calibre de los conductores y diámetro de la tubería.....	62
5.3.1	<i>Circuito principal o alimentador</i>	63
5.3.1.1	<i>Circuito derivado número 1 (torno)</i>	65
5.3.1.2	<i>Circuito derivado número 2 (fresa)</i>	65
5.3.1.3	<i>Circuito derivado número 3 (taladros)</i>	65
5.3.1.4	<i>Circuito derivado número 4 (esmeriles)</i>	66
5.3.1.5	<i>Circuito derivado número 5 (alumbrado)</i>	66
5.3.1.6	<i>Circuito derivado número 6 (soldadora)</i>	66
5.3.1.7	<i>Circuito derivado número 7 (sierra de cinta)</i>	67
5.3.2	<i>Carga de circuitos del Taller de Soldadura</i>	68
5.3.2.1	<i>Circuito principal o alimentador</i>	68
5.3.2.2	<i>Circuito derivado número 1 (esmeriles)</i>	69
5.3.2.3	<i>Circuito derivado número 19 (alumbrado)</i>	69
5.3.2.4	<i>Circuito derivado número 2-18 (soldadoras)</i>	70
5.3.3	<i>Carga por circuito del Taller de Fundición</i>	71
5.3.3.1	<i>Circuito principal alimentador</i>	71
5.3.3.2	<i>Circuito derivado número 1 (máquinas de taller)</i>	72
5.3.3.3	<i>Circuito derivado numero 2 (horno de inducción)</i>	73
5.3.3.4	<i>Circuito derivado numero 3 (puente grúa)</i>	73
5.3.3.5	<i>Circuito derivado numero 4 (iluminación)</i>	73

5.3.3.6	<i>Circuito derivado numero 5 (mufla)</i>	74
5.4	Carga total edificio principal de Ingeniería Industrial.....	74
5.4.1	<i>Circuito principal o alimentador</i>	74
5.4.2	<i>Circuito derivado (centro de cómputo)</i>	75
5.4.3	<i>Circuito derivado (biblioteca)</i>	76
5.4.4	<i>Circuito derivado (dirección)</i>	76
5.4.5	<i>Circuito derivado (aulas)</i>	76
5.4.6	<i>Circuito derivado (aso. Estudiantes)</i>	77
5.4.7	<i>Circuito derivado (bodega)</i>	77
5.5	Cálculo de capacidad del transformador.....	77
5.5.1	<i>Cálculo de la pérdida de tensión</i>	78
5.6	Cálculo de pérdidas de consumo de transformadores.....	79
6.	PROPUESTA DE SOLUCIÓN Y MANTENIMIENTO MEJORATIVO EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
6.1	Alternativa, análisis y propuesta de solución.....	84
6.2	Inspección de la instalación eléctrica.....	84
6.2.1	<i>Inspección visual</i>	85
6.2.2	<i>Plan de mejora</i>	86
6.2.3	<i>Punto de empalme</i>	86
6.2.4	<i>Tableros de protección</i>	86
6.2.5	<i>Propuesta de mejora</i>	87
6.2.6	<i>Circuitos</i>	87
6.2.6.1	<i>Propuesta de mejora</i>	88
6.3	Análisis de criticidad.....	92
6.4	Propuesta de mejora de las instalaciones de Ingeniería Industrial.....	93
6.4.1	<i>Especificaciones de montaje</i>	93
6.4.2	<i>Esquema general del sistema eléctrico</i>	93
6.4.3	<i>Acometida</i>	93
6.4.4	<i>Alimentadores</i>	94
6.4.5	<i>Cálculo del conductor por caída de voltaje</i>	94
6.4.5.1	<i>Sistema monofásico</i>	94
6.4.5.2	<i>Sistema bifásico</i>	95
6.5	Ingeniería del proyecto.....	95
6.5.1	<i>Mediciones de aislación</i>	96
6.5.2	<i>Medición puesta a tierra</i>	97
6.5.3	<i>Presupuesto del desarrollo del proyecto</i>	98
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
7.1	Conclusiones.....	99
7.2	Recomendaciones.....	100

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1 Niveles de iluminación	18
2 Detalle de los equipos del Taller de Mecanizado Básico.....	31
3 Características del esmeril.....	33
4 Características del taladro de pedestal	34
5 Taladro de pedestal Johannes	35
6 Características de la soldadora eléctrica Lincoln.....	36
7 Características de la sierra de cinta	37
8 Características del torno maier	38
9 Características del torno	39
10 Características del torno Alpin	40
11 Características torno	41
12 Características del torno Tos Trencin.....	42
13 Características dela fresadora.....	43
14 Características dela fresadora.....	44
15 Características dela fresadora Remac.....	45
16 Características dela fresadora Zeus.....	46
17 Características dela fresadora.....	47
18 Soldadora eléctrica Lincoln Electric.....	48
19 Características de la soldadora eléctricas.....	49
20 Características del puente grúa.....	50
21 Características del enfriador de agua.....	51
22 Características del pedestal delta.....	52
23 Daños causados por el deterioro eléctrico	53
24 Protecciones en el Taller Mecanizado Básico.....	58
25 Protecciones en el Taller Fundición.....	58
26 Protecciones en el Taller de Soldadura.....	59
27 Determinación de carga en el Taller de Mecanizado Básico.....	60
28 Determinación de carga en el Taller de Soldadura.....	61
29 Determinación de carga en el del Taller de Fundición.....	62
30 Carga por circuitos del taller de Mecanizado Básico.....	63
31 Carga total en el Taller de Soldadura.....	68
32 Carga total en el Taller de Fundición.....	71
33 Detalle de carga en el edificio de Ingeniería Industrial.....	74
34 Consumo mensual de la Facultad de Mecánica.....	78
35 Parámetro del banco de capacitores.....	82
36 Banco de capacitores.....	82
37 Estado actual del Taller de Mecanizado Básico.....	90
38 Estado actual del Taller de Soldadura.....	90
39 Estado actual del Taller de Fundición	91
40 Tipo de servicio de acuerdo a su estado técnico	92
41 Talleres de Mecanizado Básico, Soladura y Fundición.....	92
42 Costo de proyecto.....	98

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1	Curva de la potencia relativa..... 6
2	Taller de Mecanizado Básico..... 15
3	Caja de distribución..... 15
4	Conexiones eléctricas..... 16
5	Contactos con sulfatamiento..... 17
6	Luminarias en el Taller de Mecanizado Básico..... 17
7	Taller de Soldadura..... 18
8	Conexiones en el Taller de Soldadura..... 19
9	Taller de Fundición..... 21
10	Tableros de control..... 21
11	Instalaciones en mal estado..... 22
12	Caja de distribución..... 24
13	Tablero de distribución..... 24
14	Iluminación de laboratorio..... 25
15	Caja de distribución..... 25
16	Terminales..... 26
17	Interruptores..... 27
18	Laboratorio de Mecatrónica..... 27
19	Cajas de distribución..... 28
20	Iluminación..... 29
21	Edificio de Ingeniería Industrial..... 29
22	Cajas de distribución..... 30
23	Transformador Taller de Mecanizado Básico y Soldadura..... 54
24	Transformador Taller de Fundición..... 54
25	Línea de MT 13.8 kV... .. 55
26	Unidad capacitiva trifásica..... 83
27	Transformador trifásico de 100 VA..... 85
28	Tablero de protección..... 86
29	Sobrecalentamiento de conductores..... 87
30	Caja sin protección Taller de Mecanizado Básico..... 88
31	Conexiones inadecuadas..... 88
32	Colocación puesta a tierra 98

SIMBOLOGÍA

Pmax	Potencia máxima
Fc	Factor de carga
Pins	Potencia instalada
Vac	Voltios de corriente alterna.
Hz	Hertzios
Ic	Corriente corregida.
Wt	Carga total
Vl	Voltaje de línea
Fp	Factor de potencia.
Fv	Factor de demanda
En	Tensión entre fase y neutro.
E ^{0/00}	Caída de voltaje en porcentaje
L	Longitud en metros

LISTA DE ABREVIACIONES

IACS.	Cobre recocido Internacional.
TMPG.	Tablero de Medición y Protección
CCM.	Centro de Control de Motores.
STDI.	Subtableros de Distribución Interna
CTI.	Corriente Total Instalada.
EMT.	Tubo Eléctrico Liviano.
M.	Medidor.
Ip.	Interruptor Principal
Tp.	Tablero Principal.
St.	Subtablero
En.	Voltaje de Línea a Neutro

LISTA DE PLANOS

- A Diagrama unifilar de los Talleres
- B Diagrama unifilar del Taller de Fundición
- C Diagrama unifilar Taller de Mecanizado Básico
- D Taller de Soldadura.

LISTA DE ANEXOS

- A Selección conductores de cobre.
- B Determinación de transformadores.
- C Normas

RESUMEN

Se ha elaborado el análisis y evaluación de las instalaciones eléctricas internas de baja y alta tensión de los talleres y laboratorios de la Facultad de Mecánica entre ellos son: Talleres de Fundición, Soldadura, Mecanizado Básico además el edificio de Ingeniería Industrial, con el propósito de mejorar las instalaciones eléctricas permitiendo optimizar la distribución y seguridad de las personas, igualmente reducir costos en la institución.

Es trascendental conocer el sistema eléctrico y la maquinaria que opera en los talleres de la Facultad de Mecánica, se presenta una descripción técnica e ilustrativa desarrollando el mejoramiento en instalaciones y el mantenimiento adecuado evitando riesgos y prevención industrial.

Se efectuó el levantamiento de datos técnicos a través de fichas donde se encuentra detallada la información de los equipos y maquinaria, además evaluamos técnicamente las instalaciones y distribuciones eléctricas, encontrándose defectuosa la distribución de circuitos, conductores sulfatados, abultamiento de conductores en las cajas térmicas, inadecuado dimensionamiento de conductores y deterioro eléctrico debido que el sistema tiene varios años al servicio de la institución, se evaluó la capacidad de tensión en los conductos eléctricos de los talleres para desarrollar los objetivos planeados, se renueva el sistema de distribución a través de diagramas de distribución mediante el presente análisis y alternativas de solución a través del diseño y mantenimiento en las instalaciones eléctricas.

El resultado de la ejecución del trabajo proporciona beneficios favorables obteniendo el uso y funcionamiento adecuado de los circuitos eléctricos independientes apoyado en instrumentos técnicos y bajo las Normas Eléctricas del Código Ecuatoriano de la Construcción.

ABSTRACT

It has been prepared the analysis and evaluation of internal electrical installations of low and high voltage of the workshops and laboratories of the Faculty of Mechanic which are: foundry, Basic machining Basic, plus the building of industrial Engineering, whit the aim of improving electrical installations optimizing the distribution and safety of people, also cut costs in the institution.

It is transcendental know the electrical system and equipment operating in the workshops of the Faculty of Mechanic, technical and illustrative description is presented developing the improvement in the facilities and proper maintenance avoiding risks and industrial prevention.

The survey data technical data was performed through tabs to find detailed information of the equipment and machinery, also it was technically evaluated the facilities and power distribution, finding faulty distribution circuits, sulfated driver, bulging drivers in boxes thermal, inadequate sizing conductors and electrical deterioration because the system has several year of service to the institution, the ability to stress was evaluated on the electrical conductors of the workshops to develop the planned objectives, the distribution system is renewed through distribution diagrams using this analysis and alternative solution through design and maintenance of electrical installations.

The result of the execution of work provides favorable benefits by obtaining the proper use and operation of independent circuits supporting technical instruments and under the Electrical Standards of the Ecuadorian Code of Construction.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

En el presente estudio se analizará y evaluará lo referente al área de instalaciones eléctricas existentes en la Facultad de Mecánica en las áreas de laboratorios y talleres concerniente a voltajes que se necesitan para el funcionamiento de todos los equipos y maquinarias existentes.

Al momento, existen cuatro naves industriales construidas para el funcionamiento de los talleres. Esta Tesis va enfocada principalmente a los talleres de Fundición, Soldadura, Mecanizado Básico, laboratorios de Ingeniería de Mantenimiento y el edificio principal de Ingeniería Industrial. Estos talleres constan de un sistema de distribución de baja tensión que permite transportar y distribuir la energía eléctrica desde el punto de suministro hasta los equipos que se utilizan. Entre estos elementos se incluyen: conductores, máquinas eléctricas y sistemas de protección

Reduciendo el consumo de energía, minimizando las pérdidas eléctricas de los equipos y maquinaria existente en los talleres y laboratorios optimizando las cargas eléctricas necesarias lo cual conduciría al beneficio económico de la institución mediante el análisis técnico de las instalaciones eléctricas.

1.1 Antecedentes

La Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, viene formando profesionales técnicos, críticos y con un alto contenido en conocimientos que serán reflejados en cada una de las actividades profesionales asignadas.

Es de trascendental importancia recalcar los conocimientos teóricos que se ponen en práctica para el desarrollo de la presente tesis de grado, por lo mismo y siendo del área eléctrica se ha visto la necesidad de aportar con los conocimientos para un mejoramiento total de las redes eléctricas de baja tensión de los talleres y laboratorios de la Facultad de Mecánica.

Como es de conocimiento público en la Facultad de Mecánica se desarrollan muchas actividades donde funcionan varios talleres, laboratorios, aulas y oficinas.

Es de mucha importancia mantenerlas y conservarlas de forma correcta, debido al paso del tiempo y tomando en consideración la eficiencia útil.

1.2 Justificación

El desarrollo de los avances tecnológicos en todas las áreas del convivir diario, se ha visto en mayor grado en los equipos eléctricos y electrónicos. Las aplicaciones en la industria son cada vez más frecuentes, dado que nuestra actividad profesional se vea directamente relacionada en el campo de la industria y siendo del área de mantenimiento es fundamental mantener los talleres y laboratorios en óptimas condiciones reflejando los conocimientos adquiridos.

El presente plan, permite disponer un sistema de mantenimiento en las instalaciones eléctricas de los talleres y laboratorios de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica donde se realizan diversas actividades muchas de ellas relacionadas con la maquinaria que funciona con corriente eléctrica y una mínima falla en el sistema llegaría a constituir un gran factor de riesgo para la integridad de las personas que laboran en los talleres además evitar accidentes de trabajo y distribuir la energía de forma óptima.

Relacionados técnicamente con el mantenimiento se aportará con los conocimientos y de esta manera obtener un correcto plan de funcionamiento de las instalaciones de los talleres y laboratorios.

Enfatizando el estudio en los talleres de la facultad que se encuentran deteriorados, por lo mismo que existe una gran pérdida de energía en los equipos encareciendo las planillas eléctricas y provocando daños en la maquinaria y equipos que funcionan dentro de las instalaciones.

Recolectando la información de cada uno de los talleres y laboratorios, agregando el estudio de este plan de tesis se implementara mejoras en sus instalaciones eléctricas con sus respectivas protecciones y costos.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Analizar y evaluar las instalaciones eléctricas internas de baja tensión y alta tensión de los Talleres y Laboratorios de la Facultad de Mecánica.

1.3.2 *Objetivos específicos:*

Inspeccionar cada uno de los talleres y laboratorios para verificar el estado de las instalaciones.

Evidenciar los factores de riesgo de las instalaciones para las personas.

Determinar los daños causados en la maquinaria debido al deterioro del sistema de distribución eléctrico.

Determinar las protecciones de los diferentes circuitos.

Calcular el calibre de los conductores.

Calcular las pérdidas del consumo de energía eléctrica.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TÉCNICOS

2.1 Generalidades

La electricidad es un conjunto de fenómenos físicos referentes a los efectos producidos por las cargas eléctricas tanto en reposo como en movimiento.

Voltaje o fuerza electromotriz es la diferencia de la carga eléctrica entre dos puntos de un circuito eléctrico, es decir por una fuerza externa (invisible) para mover la carga de un punto a otro y su medida será el voltio.

Corriente alterna es el flujo continuo y desordenado de electrones de un circuito eléctrico.

La intensidad de corriente se conoce como la variación de carga respecto al tiempo y se mide en Columbios por segundo y se denomina ampere o amperios.

Corriente directa también conocida como corriente continua siempre fluye en la misma dirección pues la polaridad del voltaje o de la fuente es la misma, uno de los terminales o polos de la batería es siempre positiva y la otra negativa.

Se debe tomar en cuenta en toda estación de transformación y distribución de baja tensión los siguientes factores: la diferencia de potencial máxima entre dos conductores es inferior a 1.000 Voltios (1 kV), pero superior a 24Voltios. (LAGUNAS M. , 2001)

Determinación de la carga de la instalación.

Especificación de conductores eléctricos.

Protecciones eléctricas.

Factores con los cuales se debe tener el mayor de los cuidados en su momento de diseño.

2.2 Determinación de la carga

Para el diseño del sistema de distribución eléctrica se requiere conocer las características de la carga o potencia que se va alimentar.

Por carga se entiende, la demandada de la instalación y la suma de las capacidades de los equipos instalados, mientras mayor información se tenga al respecto del consumo y de las condiciones de operación de todos los elementos conectados a la instalación, mayores serán las posibilidades de cálculo que cumpla con los requerimientos técnicos. Esta información resulta indispensable para la etapa en que se realiza la ingeniería de detalle.

2.3 Potencia máxima

Para poder determinar mediante el teorema de máxima transferencia de potencia el cual establece que, dada una fuente, con una resistencia de fuente fijada de antemano, la resistencia de carga que maximiza la transferencia de potencia es aquella con un valor óhmico igual a la resistencia de fuente.

La transferencia de potencia es siempre cero, independientemente del valor de la resistencia de carga.

En esas condiciones la potencia disipada en la carga es máxima y es igual a:

$$P_{\max} = \frac{V^2}{4R_g} \quad (1)$$

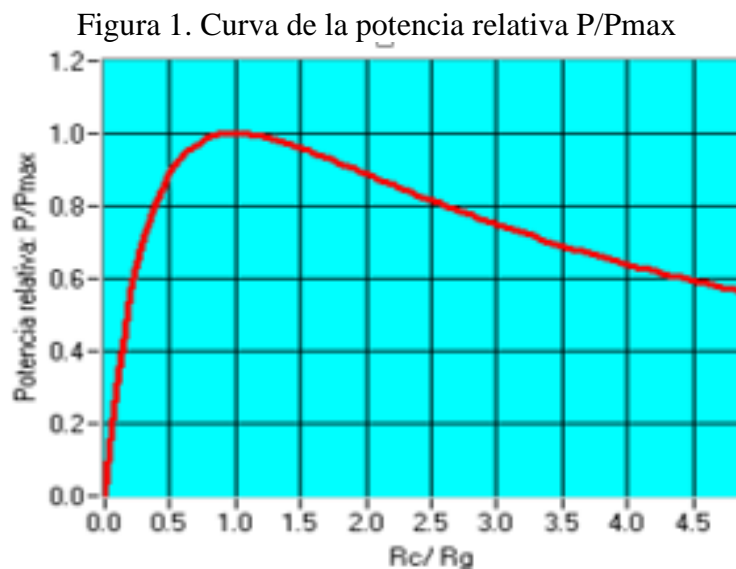
La condición de transferencia de máxima potencia no resulta en eficiencia máxima. Si definimos la eficiencia como la relación entre la potencia disipada por la carga y la potencia generada por la fuente, se calcula inmediatamente del circuito.

$$\eta = \frac{R_c}{R_c + R_g} = \frac{1}{1 + \frac{R_g}{R_c}} \quad (2)$$

La eficiencia cuando hay adaptación es de sólo 50%. Para tener eficiencia máxima, la resistencia de la carga debe ser infinitamente más grande que la resistencia del generador. Por supuesto en ese caso la potencia transferida tiende a cero. Cuando la resistencia de la carga es muy pequeña comparada a la resistencia del generador, tanto la eficiencia como la potencia transferida tienden a cero. En la curva se representa la potencia transferida relativa a la máxima posible (cuando hay adaptación) con respecto al cociente entre la resistencia de carga y la del generador. Se supone que las reactancias están compensadas completamente.

Nótese que el máximo de la curva no es crítico. Cuando las dos resistencias están desequilibradas del factor 2, la potencia transferida es 89% del máximo posible.

Cuando la impedancia de la fuente es una resistencia pura (sin parte reactiva), la adaptación se hace con una resistencia y es válida para todas las frecuencias. En cambio, cuando la impedancia de la fuente tiene una parte reactiva, la adaptación solo se puede hacer a una sola frecuencia. Si la parte reactiva es grande (comparada a la parte resistiva), la adaptación será muy sensible a la frecuencia, lo que puede ser un inconveniente (ROLDAN J. , 2011).



Fuente: Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas.

Potencia transferida en función de la adaptación. Sólo se tiene en cuenta la parte resistiva. Se supone que las reactancias están compensadas.

2.4 Factor carga

El factor carga (f_c) es el cociente de la carga o potencia máxima entre las cargas o potencia instaladas.

$$f_c = \frac{P_{max}}{P_{ins}} \quad (3)$$

Dónde:

f_c : Factor de carga

P_{ins} : Potencia instalada

P_{max} : Potencia máxima

El factor de las cargas se calcula eliminando las cargas que no son simultáneas, como los equipos y máquinas redundantes.

Sin embargo resulta muy difícil definir con precisión el factor de carga porque se desconoce la capacidad exacta que los equipos demandarán de los motores eléctricos que los mueven, ya por lo general la capacidad de los motores es mayor que la potencia necesaria para operar los equipos. La determinación de la carga es una labor que requiere de técnicas, pero también de un criterio para definir los preparativos que se deben darse para el futuro, así como la influencia de las posibles maniobras de operación. Una reserva excesiva representa una inversión que tal vez nunca se utilice, por el contrario reservas escasas puede provocar un problema a corto plazo. Por esta razón es preciso estudiar todas las opciones. (ROLDAN J. , 2011)

2.5 Especificaciones de conductores eléctricos

Los conductores eléctricos son materiales cuya resistencia al paso de la electricidad es muy baja. Los mejores conductores eléctricos son: metales, como el cobre, el oro, el hierro y el aluminio, y sus aleaciones, aunque existen otros materiales no metálicos que también poseen la propiedad de conducir la electricidad, como el grafito y soluciones salinas o cualquier material en estado de plasma.

Para el transporte de energía eléctrica, así como para cualquier instalación de uso doméstico o industrial, el mejor conductor es la plata, pero debido a su elevado precio, los materiales empleados habitualmente es el cobre (en forma de cables de uno o varios hilos), el aluminio; metal que si bien tiene una conductividad eléctrica del orden de 60% del cobre, es sin embargo un material tres veces más ligero, por lo que su empleo está más indicado en líneas aéreas de transmisión de energía eléctrica en las redes de alta tensión. A diferencia de lo que mucha gente cree, el oro es levemente peor conductor que el cobre, sin embargo, se utiliza en bornes de baterías y conectores eléctricos debido a su durabilidad y “resistencia” a la corrosión. (ENRIQUEZ HARPER, 1981)

La conductividad eléctrica del cobre puro fue adoptada por la Comisión Electrotécnica Internacional en 1913 como la referencia estándar para esta magnitud, estableciendo *el International Annealed Copper Standard* (Estándar Internacional del cobre recocido) o IACS. Según esta definición, la conductividad del cobre recocido medida a 20 °C es igual a 58.0 ms/m. A este valor es a lo que se llama 100% IACS y la conductividad del resto de los materiales se expresa como un cierto porcentaje de IACS.

La mayoría de los metales tienen valores de conductividad inferiores a 100% IACS pero existen excepciones como la plata o los cobres especiales de muy alta conductividad designados C-103 y C-110.

Como especificaciones de conductores eléctricos se entiende que los mismos deberán cumplir con condiciones de funcionamiento de ambiente, es así como se seleccionará conductores de tal manera que suministren la energía eléctrica a la carga sin ningún tipo de perturbación, además que existan en el mercado común y sean de fácil manejo.

En lo que tiene que ver con la selección de los conductores eléctricos o alimentadores, se lo realiza tomando en cuenta que un conductor al aire libre, como máximo deberá cargarse al 75% de su capacidad nominal. (RUIZ, 1977)

2.6 Protecciones eléctricas

Centrados sobre la protección de sobre intensidades se pueden producir debido a dos factores:

- Cortocircuitos: conexión de dos o más puntos a través de una impedancia despreciable.
- Sobrecarga: condición de funcionamiento de un circuito eléctrico sin defecto que provoca una sobre intensidad.

La protección contra cortocircuitos se la realiza mediante la utilización de fusibles, interruptores automáticos con sistema de disparo de electromagnetismo; mientras que para evitar sobrecargas se emplean los mismos y se agregan relés térmicos.

En las instalaciones de sistema eléctrico se debe considerar las situaciones anormales o fallas que pueden provocar daños en el elemento de la instalación, interrupción del servicio, o aún más importante, poner en peligro la integridad física de las personas que operan la instalación o que desarrollan su trabajo en la proximidad.

Se tendrá en cuenta un sistema de protección coordinado que desempeñe las siguientes funciones:

- Evitar situaciones peligrosas para las personas.
- Minimizar los daños provocados por condiciones anormales.
- Aislar la zona donde aparece la falla de tal forma que el resto de la instalación continúe operando en las mejores condiciones posibles.

Dentro del análisis de diseño y sus múltiples alternativas se tiene que mencionar los siguientes aspectos primordiales que a continuación se detallan:

2.7 Alternativas y análisis de diseño

- Nivel de voltaje
- Especificación de centros de carga
- Factores de carga o demanda
- Banco de corrección del factor de potencia

- Alimentadores o conductores eléctricos

2.7.1 Nivel de voltaje: Normalmente en la industria se manejan como voltaje de fuerza dos tipos como son de 220/127; 210/121V no es la excepción los talleres de la facultad.

Se tendrá un solo voltaje de salida en los secundarios de los transformadores instalados antes del tablero de medición y protección general.

2.7.2 Especificación de centros de carga. Un centro de carga es un tablero metálico que contiene una cantidad determinada de interruptores termomagnéticos, generalmente empleados para la protección y desconexión de pequeñas cargas eléctricas y alumbrado.

En el caso que el tablero se concentre exclusivamente interruptores para alumbrado se conoce como "tablero de alumbrado"; si concentra otros tipos de cargas, se conoce como "tablero de fuerza"; en caso que contengan interruptores tanto para fuerza como alumbrado se conocerá como "tablero de fuerza y alumbrado" o "tablero mixto".

Los centros de carga pueden ser monofásicos o trifásicos, razón por la cual pueden soportar interruptores termomagnéticos monopolares, bipolares o tripolares. De acuerdo con el número de circuitos, pueden contener de 1 hasta 80 unidades. Debido a lo cual se requiere tomar en cuenta todos los factores que intervienen en cada una de las áreas de trabajo para realizar una correcta elección e instalación del centro de carga y se pueda alimentar de una manera eficiente a todas las dependencias.

2.7.3 Factores de carga o de demanda. Como se conoce que el agrupamiento de las cargas se encuentra realizado por secciones se establecerá inicialmente el factor carga para cada uno de los centros de control de motores (C.C.M), en este caso por tener un agrupamiento que en cierta parte son puntuales o lo que es también específico se establecerá un factor de carga de 95%.

Para definir el factor de carga de los subtableros de distribución interna (S.T.D.I) se debe tener presente que estos ya controlan líneas en unos casos y áreas de producción también

éstos controlan la dotación de energía eléctrica a los diferentes centros de control de los motores, es así como se establece un factor de 95%.

2.7.4 Banco de corrección del factor de potencia. Las instalaciones eléctricas en su mayoría están compuestas de motores de inducción que generan un factor de potencia atrasado, por lo que es menester compensar la carga inductiva con la capacitiva.

La solución que normalmente resulta ser económica y sencilla, es la instalación de bancos de capacitadores que proporcionen los kVAR necesarios para que el factor de potencia esté por arriba de lo estipulado en el contrato de suministro de energía, establecido en 0.92 por la Empresa Eléctrica. Por lo que se ha considerado un factor de potencia para el sistema de 0.95 es un valor permitido. **(ROLDAN J. , 2011)**

El corregir el factor de potencia tiene beneficios técnicos y económicos muy altos, entre este beneficio podemos encontrar los siguientes:

- Eliminación de los cargos por bajo factor de potencia
- Posibilidad de bonificación si el factor de potencia es mayor a 0.90
- Si se instalan correctamente se pueden tener ahorros del 3% al 6%
- Menores pérdidas en el sistema por efecto Joule (calentamiento)
- Mejor regulación de tensión
- Liberación de capacidad en el sistema

Para el dimensionamiento del banco de corrección de potencia se tomará como dato de proyección.

2.8 Norma utilizada para evidenciar los factores de riesgo de las instalaciones para las personas: El código NEC 10 ha sido adoptado como ley de la republica del ecuador 15 de julio 1996 con decreto ejecutivo N° 3970 mediante el comité ejecutivo del código ecuatoriano de la construcción

Artículo 1° Oficializar con carácter obligatorio el código de practica ecuatoriano NEC 10 (Código Eléctrico Nacional) que establece la salvaguardia de las personas y de los bienes

contra los riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad y la instalación de conductores y equipos que cubren los requisitos para las instalaciones eléctricas, el alumbrado y protecciones de las mismas.

Artículo 2° Las personas naturales o jurídicas que tengan relación con las instalaciones de conductores y equipos, que no se sujeten a este Código Eléctrico Nacional serán sancionadas de conformidad con la ley.

2.8.1 Seguridad. La seguridad en el ámbito de las instalaciones eléctricas no solo compete al ámbito físico o de las personas sino también a la manutención, tanto de las instalaciones como de los elementos conectados a esta. Dotar de seguridad a las instalaciones eléctricas, implica tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Principales peligros de la electricidad
- Normas de seguridad en instalaciones eléctricas
- Clasificación de los accidentes eléctricos
- Protecciones generales.

CAPÍTULO III

3. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO TÉCNICO EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS TALLERES Y LABORATORIOS

3.1 Diagnóstico de la situación actual

Los talleres de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH, formados por el Taller de Fundición, Taller de Soldadura y el Taller de Mecanizado Básico; son talleres en los cuales se encuentran una serie de riesgos industriales, debido al deficiente sistema de instalación como son:

- Inadecuada distribución de circuitos eléctricos,
- Instalaciones eléctricas de baja tensión sin mantenimiento, lo cual no cumple con las condiciones técnicas y normas calificadas.
- Casi nula protección del cableado de las diferentes maquinarias.

El diagnóstico presenta que en las instalaciones de los talleres y laboratorios de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica existen equipos y máquinas industriales alimentados de la siguiente manera: 220,120 VAC 3F y 2F 60Hz, las líneas de producción, máquinas y equipos son movidos por motores eléctricos de corriente alterna tipo jaula de ardilla en su mayoría configurables para dos voltajes (220/440) VAC 3F 60Hz. Pero además existen cargas netamente resistivas (lámparas fluorescentes) alimentadas con un voltaje de 120 VAC 1F 60Hz.

Debido a que posee un sistema de instalación ineficiente, los cuales no han sido mejorados en cuanto a la tecnología moderna, analizando varios factores por los cuales se han deteriorado en lo siguiente:

- a. El principal factor de deterioro es, el tiempo de vida útil de cada una de las instalaciones eléctricas y sus sistemas de control cumplieron su ciclo.

- b. Condiciones ambientales, debido que los materiales están expuestos a condiciones climáticas variables permitiendo que todas las acometidas eléctricas, se encuentren averiadas, en gran porcentaje presentan daños y en algunos casos los mismos son irremediables, como consecuencia existe un constante riesgo de cortocircuitos en áreas de manejo de los equipos de soldadura.
- c. Falta de mantenimiento, debido a que son instalaciones eléctricas, que necesitan revisiones periódicas y gestión técnica de la energía, el objetivo es facilitar la eficiencia y ahorro energético.
- d. Cajas generales de protección; están en condiciones defectuosas. El tablero de control de algunos equipos y máquinas tienen fallas además no cuentan con las medidas de seguridad precautelarias debido a que cualquier individuo puede tener acceso a ellas.
- e. Luminarias; algunas se encuentran en mal estado o no existe suficiente voltaje debido a caídas de tensión detectadas por la mala distribución de las cargas en lo inherente a voltaje.
- f. Sistema de protecciones contra sobre intensidades y sobretensiones en todas las instalaciones que se encuentran en un avanzado estado de deterioro debido que no existe un mantenimiento y cuidado oportuno.

3.2 Características generales de los talleres y laboratorios de la Facultad de Mecánica

Describiremos de una manera breve las características, de todos y cada uno de los talleres y laboratorio de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento con los que cuenta la Facultad.

3.2.1 Taller de Mecanizado Básico. Inspección eléctrica y verificación del estado de cada uno de los circuitos por medio del amperímetro y según las normas eléctricas NEC10 del artículo 6.2.2 sobre materiales eléctricos.

Figura 2. Taller de mecanizado básico



Fuente: Autores

3.2.2.1 Voltaje y Potencia. Actividades eléctricas en el taller de Mecanizado Básico en medición de voltaje el equipo registró eventos durante dos días grabando valores máximos, mínimos y promedios de voltaje.

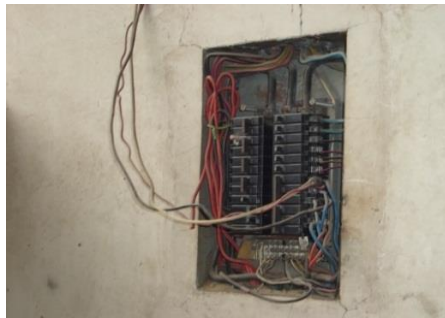
El límite de voltaje se mide para una variación ± 10 del límite de voltaje nominal 127V que rige la norma 15060 europea y CONELEC del Ecuador para alimentación de baja y media tensión y los valores deben estar dentro de los límites de 114,3V y 139,7V.

El análisis de medición de voltaje registra 118,59V el día 31 de marzo 2015 y el valor máximo 128,1V registrado el 01 de abril del 2015, el valor promedio de voltaje 123,34V.

Los valores de L1 se encuentran dentro de los límites del rango por lo cual estos valores de la norma del CONELEC004/01 con un porcentaje de variación máximo 0,86 y mínimo 6,93 del voltaje nominal.

3.2.2.2 Conexiones

Figura3: Caja de distribución



Fuente: Autores

Las cajas principales de los circuitos de potencia se encuentran con un sobre abultamiento de cableado el mismo que se ha realizado sin ningún estudio técnico.

Observaciones

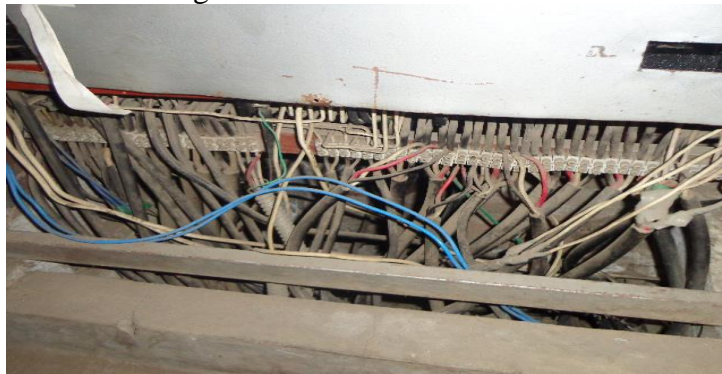
- Realizar una limpieza de terminales
- Falta de protección contra el ambiente, con presencia de oxidación y polvo.
- Conexiones incorrectas.

Conclusiones

- Las cajas de protección se encuentran en mal estado.

3.2.2.3 Cableado

Figura 4. Conexiones eléctricas



Fuente: Autores

Dentro de las conexiones eléctricas existen vetustez e instalaciones realizadas artesanalmente lo cual implica un alto riesgo a las personas que laboran en este taller en base a las recomendaciones de regulación del CONELEC 004/01El objetivo de esta norma es establecer niveles de calidad para la prestación del servicio eléctrico y distribución.

Observaciones

- Falta de mantenimiento e incremento de conexiones inadecuadas.
- No hay protección en algunos conductores.

Conclusiones

- Se encuentra en estado regular.

3.2.2.4 Contactos

Figura 5. Contactos con sulfatamiento



Fuente: Autores

Las elección de un conductor se hará considerando que debe asegurarse una suficiente capacidad de transporte de corriente, una caída de voltaje dentro de los límites permitidos, una adecuada resistencia mecánica y un buen comportamiento ante las condiciones ambientales donde podemos evidenciar que existe un sobrecalentamiento y sulfatación de bornes.

Observaciones

- Sobrecalentamiento de conductores.
- Falta de apriete en sus terminales.

Conclusiones

- Los contactores se encuentran en un estado regular.

3.2.2.5 Luminarias

Figura 6. Iluminarias del Taller de Mecanizado Básico



Fuente: Autores

Los niveles de iluminación indicados son valores adoptados, considerando las tareas visuales más frecuentes y representativas. Para tareas no consideradas y que puedan asimilarse sea las indicadas en esa tabla, se adoptará aquel valor correspondiente a la tarea más semejante. En caso de tareas visuales que requieran de gran concentración visual, discriminación de detalles finos, selección de colores, etc., deberán adoptarse niveles de iluminación superiores.

Tabla 1. Niveles de iluminación

Tipo de local	Nivel mínimo de iluminación recomendado
Áreas de trabajo	300luxes
Áreas de circulación (pasillos, corredores, etc.)	50luxes
Escaleras, escaleras mecánicas	100luxes
Áreas de parqueaderos cubiertos	30luxes

Fuente: Autores

Observaciones

- No cumple la norma NEC10 en el artículo 11.1 de iluminación

Conclusiones

- El estado de iluminación es regular

3.2.2 Taller de Soldadura

Figura 7. Taller de soldadura



Fuente: Autores

Cuenta con un área de 300 m². Es el espacio ideal para conocer y practicar el uso de los procesos de unión de metales, por aporte, fusión o plasma. Sirve de apoyo en la docencia a las facultades de Ingeniería Mecánica, Industrial y Mantenimiento.

Muchas fuentes de energía pueden ser usadas para la soldadura, incluyendo una llama de gas, un arco eléctrico, un láser, un rayo de electrones, procesos de fricción o ultrasonido. La energía necesaria para formar la unión entre dos piezas de metal generalmente proviene de un arco eléctrico.

El proceso industrial, la soldadura puede ser hecha en muchos ambientes diferentes, incluyendo al aire libre, debajo del agua y en el espacio. Sin importar la localización, sin embargo, se deben tomar precauciones para evitar quemaduras, descarga eléctrica, humos venenosos, la sobreexposición a la luz ultravioleta y accidentes propios del taller.

3.2.2.1 Voltaje y potencia. Actividades eléctricas en el Taller de Soldadura el límite de voltaje se mide para una variación ± 10 del límite de voltaje nominal 220V que rige la norma 15060 europea ELEC del Ecuador para alimentación de baja y media tensión y los valores deben estar dentro de los límites de 214V y 239,2V.

El análisis de medición de voltaje registra 220,59V el día 31 de marzo 2015 y el valor máximo 228,1V registrado el 01 de abril del 2015, el valor promedio de voltaje 223,34V.

Los valores de L1 se encuentran dentro de los límites del rango por lo cual estos valores de la norma del CONELEC004/01.

3.2.3.2 Conexiones:

Figura 8. Conexiones en el Taller de Soldadura



Fuentes: Autores

Para los efectos de fijación de los espacios de trabajo y distancias mínimas de seguridad, se considerará como zona alcanzable por una persona, a aquella que medida desde el punto donde ésta pueda situarse, esté a una distancia límite de 2,50 m por arriba, 1,0 m lateralmente y 1,0 m hacia abajo en base a la norma NEC 5.2 Espacios de trabajo y distancias mínimas de seguridad.

Son instalaciones sin protección para sobre intensidades y no existen conexiones a tierra y todas se alimentan de un mismo punto, cuando todas las máquinas están operativas existen caídas de tensión.

Observaciones

- Sobrecalentamiento de equipos de soldadora por calibres inadecuados. Según las normas MEC -10 Instalaciones Eléctricas en el Capítulo Medidas de Protección Contra contactos indirectos recomienda que el valor mínimo de resistencia de aislamiento sea de 300.000 Ohm para instalaciones con VOLTAJES de 220 V.
- Al accionar un sistema o circuito eléctrico el operador corre el riesgo de quedar sometido a VOLTAJES peligrosos por contacto directo o por contacto indirecto. Para los efectos de aplicación de esta Norma, se considerarán como máximos valores de voltaje a los cuales puede quedar sometido el cuerpo humano sin ningún riesgo, 50V en lugares secos y 24V en lugares húmedos o mojados en general y en salas de operaciones quirúrgicas en particular.
- Se considerará piso aislante aquel que tenga una resistencia superior a 50.000 Ohm, en instalaciones que operen a una tensión de servicio de 220V y a una frecuencia de 60Hz.

Conclusión

- Las soldadoras requieren ser reubicadas en lugares adecuados según norma 9.2 protección de contactos indirectos y seguros descartando el riesgo eléctrico, al igual que las conexiones y adecuada señalética de seguridad en el taller para la maquinaria. Se recomienda aplicar un circuito independiente con su respectiva protección para cada máquina soldadora.

3.2.3 Taller de Fundición

Figura 9. Talleres de Fundición



Fuente: Autores

En este taller se realizan diversas fundiciones con metales, desde los inicios de la Facultad de Mecánica, cuenta con varios hornos que son:

- Horno crisol para fundición de aluminio
- Horno para fundición de hierro

3.2.3.1 Voltaje y potencia

Figura 10. Tableros de control



Fuente: Autores

El Taller de Fundición posee un transformador de 200 kW en un sistema trifásico 380V los mismos que en los dos días de medición existió variaciones de ± 15 en su voltaje nominal. El análisis de medición de voltaje registra 365,59V el día 31 de marzo 2015 y el valor máximo 395,1V registrado el 01 de abril del 2015, el valor promedio de voltaje 380,34V y su demanda es inferior.

3.2.3.2 Conexión

Figura 11. Instalaciones en mal estado



Fuente: Autores

Está dividida en cinco circuitos derivados. Es por esto que este centro de carga será alimentado por un sistema trifásico el mismo que está en malas condiciones.

Todos los equipos eléctricos, electrónicos, carcasas, gabinetes, racks y cualquier otro componente metálico de estos sistemas deben ser apropiadamente aterrizados de acuerdo a la norma ANSI/NFPA 70-250 (NEC), ANSI/TIA-607.

Observaciones

- Las carcasas de los equipos conectados al secundario no estarán conectadas a tierra ni a la carcasa de otros equipos conectados a otros circuitos, pero la carcasa de todos los equipos conectados al circuito secundario y que pueden tocarse simultáneamente, estarán interconectados mediante un conductor de protección según la norma.
- Es necesario utilizar tubo galvanizado para las instalaciones porque proporciona protección adecuada en lugares expuestos a la humedad.
- Las normas MEC – 10 en Exigencias para Materiales y Equipos establecen que, de acuerdo al ambiente en que se instalen los equipos deberán contar con protecciones,

instalaciones sin protecciones a neutro que posibilita una descarga eléctrica al operador. Estado sin protección.

Conclusiones.

- Estado malo, no operativo

3.2.4 Norma de calidad para Laboratorios eléctricos ISO/IEC 17025-2000. Las mediciones realizadas en los Laboratorios de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica se registran bajo normas de sistemas de calidad (ISO 9001 o 9002) de igual manera los Laboratorios eléctricos se acreditan para pruebas o mediciones específicas, para productos específicos y para especificaciones de prueba bajo el sistema de calidad ISO 17025.

Las razones principales por las cuales tenemos que realizar sus respectivas mediciones en el laboratorio se acredita son:

- Identificar la utilización específica de los Laboratorios.
- Establecer medición correcta.
- Mejorar el cumplimiento de Normas.
- Conocer los requerimientos de instalación.
- Asegurar la aceptación de los datos del laboratorio.

3.2.5 Laboratorio de máquinas eléctricas. Su ubicación se encuentra en el edificio de Ingeniería de Mantenimiento, lo que corresponde a sus instalaciones eléctricas se mantienen en buen estado.

3.2.5.1 Medición de voltaje. CONELEC del Ecuador para alimentación de baja y media tensión y los valores deben estar dentro de los límites de 114,3V y 139,7V.

El análisis de medición de voltaje registra 40,26V el día 31 de marzo 2015 y el valor máximo 70,10V registrado el 01 de abril del 2015, el valor promedio de voltaje 51,34V.

Figura 12. Caja de distribución



Fuente: Autores

Observación:

- Cajas de distribución en buen estado
- Conexiones adecuadas
- Conductores en buen estado

Conclusiones:

- El estado de las instalaciones del laboratorio se encuentra en buen estado.

3.2.5.2 Tablero de distribución. Existe un mantenimiento adecuado en los Laboratorios por lo que sus tableros de protección cuentan con sus tapas en buen estado sus conexiones tienen un mantenimiento adecuado.

Figura 13. Tablero de distribución



Fuente: Autores

Observación:

- Mala distribución de conductores

Conclusiones:

- Tablero de distribución realizar corrección en el cableado

3.2.5.3 Iluminación

Figura 14. Iluminación del laboratorio



Fuente: Autores

Se verificó el estado de luminarias. Funcionaban todas, al igual que sus conexiones tenían un mantenimiento aceptable.

Observación:

- Luminarias funcionando

Conclusión:

- Iluminación en buen estado.

3.2.5.4 Laboratorio de Electrónica de Potencia. El laboratorio posee algunos equipos electrónicos, sus pupitres cuentan con toma corrientes en cada puesto para que el estudiante realice sus prácticas.

Figura 15. Caja de distribución



Fuente: Autores

CONELEC del Ecuador para alimentación de baja y media tensión y los valores deben estar dentro de los límites de 114,3V y 139,7V.

El análisis de medición de voltaje registra 75,49V el día 31 de marzo 2015 y el valor máximo 90.82V registrado el 01 de abril del 2015, el valor promedio de voltaje 70.40V.

Observaciones:

- La caja de distribución en buen estado
- Conexiones adecuadas
- Señalización en los tableros

Conclusión:

- En estado adecuado para realizar prácticas de los estudiantes

3.2.5.5 Terminales

Figura16. Terminales



Fuente: Autores

Se observa que los terminales se encuentran en buen estado y bien empalmados, esto nos permite que no existan sulfataciones en las uniones.

Observación:

- No existe presencia de sulfatamiento
- Buen apriete de terminales
- Conclusión:
- Terminales en buen estado.

3.2.5.6 Interruptores

Figura 17. Interruptores



Fuente: Autores

La señalización es importante para cualquier conexión nos ayudará a saber el tipo de voltaje que van a conectar, esto protegerá el equipos a utilizarse.

Observación

- Buena señalización así evitamos riesgo de seguridad
- Instalaciones adecuadas y seguras

Conclusiones

- Corrección en la parte de ocultamiento de conductos.

3.2.6 Laboratorio de Mecatrónica. La Facultad de Mecánica cuenta con Laboratorios de Automatización en la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento con un equipamiento de primera línea para que los estudiantes puedan tener conocimiento de tecnología actualizada.

Figura 18. Laboratorios de mecatrónica



Fuente: Autores

CONELEC del Ecuador para alimentación de baja y media tensión y los valores deben estar dentro de los límites de 114,3V y 139,7V.

El análisis de medición de voltaje registra 65.25V el día 31 de marzo 2015 y el valor máximo 45.58V registrado el 01 de abril del 2015, el valor promedio de voltaje 38.59V.

Observación:

- Debido al incremento de equipos se debe mejorar sus instalaciones por sección de equipos.

Conclusión:

- Necesita cambios en la alimentación de circuitos.

3.2.6.1 Cajas de distribución. Mediante la inspección de sus cajas observamos que se debe mejorar la calidad de distribución de las canaletas o tubos, no deben estar visibles como muestra la figura.

Figura 19. Cajas de distribución



Fuente: Autores

Observaciones:

- Controlar y dar seguimiento a los estudios técnicos
- La extensión eléctrica se encuentra tendida por vía aérea.

Conclusiones:

- Mejorar las instalaciones eléctricas.

3.2.6.2 Iluminación. Las lámparas de iluminación están protegidas contra rotura de accidentes existe una cantidad adecuada al área de trabajo.

Figura 20. Iluminación



Fuente: Autores

Las lámparas de iluminación están protegidas contra rotura y accidentes, existe una cantidad adecuada al área de trabajo.

Observaciones:

- Su aislación está en buen estado sin cortes y cables expuestos.
- Lámparas de iluminación en buen estado.

Conclusión:

- Su iluminación se encuentra en correcto funcionamiento.

3.2.7 Edificio de Ingeniería Industrial. Se encuentran alimentados por un transformador eléctrico monofásico de una capacidad de 15 kVA.

Figura 21. Edificio de Ingeniería Industrial



Fuente: Autores

Se encuentran alimentados por un transformador eléctrico monofásico de capacidad 15 kVA.

El análisis de medición de voltaje registra 108.10V el día 31 de marzo 2015 y el valor máximo 105.25V registrado el 01 de abril del 2015, el valor promedio de voltaje 105.00V

Observaciones:

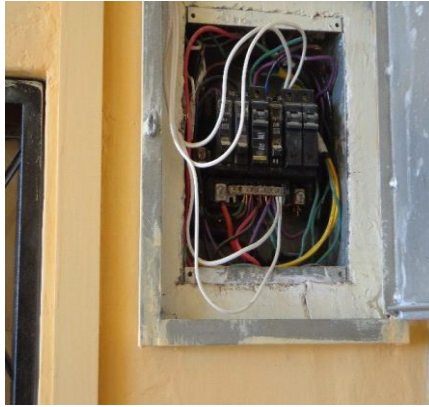
- Existen breakers que no poseen circuito alguno conectado
- Existe dependencia de circuito de alumbrado.

Conclusión:

- Realizar un mantenimiento preventivo en todas las instalaciones eléctricas.

3.2.7.1 Cajas de distribución. Se evidencia una adaptación de circuitos de acuerdo a la implementación de equipos, hay mejorar su distribución.

Figura 22. Cajas de distribución



Fuente: Autores

Se evidencia una adaptación de circuitos de acuerdo a la implementación de equipos, hay que tener orden y mejorar su distribución.

Observación:

- Tenemos que mejorar en cuanto a la distribución de circuitos.

Conclusión:

- Su estado se encuentra en malas condiciones.

CAPÍTULO IV

4. ESTUDIO TÉCNICO

4.1 Levantamiento de datos técnicos

El levantamiento de datos técnicos es el primer paso donde se determinará la carga instalada con los datos de placa de cada equipo que constituyen cada taller.

4.1.1 Equipos del Taller de Mecanizado Básico. A continuación se detalla el listado de equipos existentes en el taller.

Tabla 2. Detalle de los equipos del Taller de Mecanizado Básico

Equipos eléctricos	Cantidad	Operativos	Dañados
Esmeriles	4	2	2
Taladros de pedestal	2	0	2
Soldadora de punto	1	1	0
Soldadora eléctrica	1	1	0
Sierra de cinta	1	1	0
Tornos	12	4	8
Fresas	6	2	4
Lámparas Fluorescente 2*40W	36	21	15
Lámparas de vapor de sodio 250W	4	3	1

Fuente: Autores

4.2 Determinación de actividades de mantenimiento y propuestas de alternativas de uso eficiente:

La generación de las actividades de mantenimiento brindará a la Facultad de Mecánica un ordenado conocimiento de las operaciones que se deberán realizar en las instalaciones eléctricas a los equipos de los talleres y laboratorios para mantenerlos en un mejor estado.

MEC	MECÁNICO
ELEC	ELÉTRICO
LUB	LUBRICACIÓN
INSTR	INSTRUMENTACIÓN


Nos enfocamos en la parte eléctrica para determinar con exactitud los puntos críticos de forma general de cada uno de los talleres y laboratorios.



4.2.1 Listado actividades de mantenimiento. Para listar las actividades de mantenimiento primero se tomó en cuenta a cada uno de los sistemas componentes de los equipos. Así, a partir de estos se determinan los grupos de intervención y se ubicará la nomenclatura de cada uno de ellos para poder diferenciarlos así:

- Verificación de: Voltaje, potencia y amperaje
- Revisión de conexiones
- Identificación de cableado
- Verificación de funcionamiento de contactores
- Inspección de luminarias de la zona
- Medición de aislamiento
- Levantamiento de datos técnicos de las placas de los equipos
- Identificación de los equipos mediante fichas técnicas
- Evaluación de su estado de funcionamiento.

4.3 Fichas Técnicas de los equipos


Tabla 3. Características del esmeril



	ESMERIL 01		Ficha:1-1	
	DATOS TÉCNICOS - PARTES PRINCIPALES		Código: FAME-MB-ES01	
			Inventario: Manuales de Fabricante: No	
Versión:	FACULTAD DE MECÁNICA	Sección: MECANIZADO BÁSICO		

FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA	DATOS DE MÁQUINA			
	Marca	Modelo	Serie	
	Rong Long	SN-10G	SN6GS	
	Color	País de origen	Capacidad	
	verde	Brasil		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES			
	RANGO DE VELOCIDADES			
	Potencia 500 W Ø del disco 175 mm Anchura del disco de amolar 25 mm Taladro del disco de amolar 32 mm Tamaño de grano 36 – 60 Velocidad nominal de rotación 2.840 rpm Peso 14,3 kg 220 V 0 601 277 003			
	DATOS DEL MOTOR			
	Marca		Potencia	1/4 HP
	Serie		RPM	3600
Voltaje	110/220 V	Hz	60	
Amperios	12/6 A	Modelo		
TIPO DE MOTOR				
Corriente Continua		Rotor Devanado	Jaula de Ardilla	X
PARTES IMPORTANTES				
				
#	DENOMINACIÓN			
1	CARCASA			
2	MESA DE SUJECIÓN			
3	MOTOR			
4	SISTEMAS ELECTRICOS			

Fuente: Autores.

Tabla 4. Características del taladro de pedestal


	TALADRO PEDESTAL 01	Ficha:1-1
		Código: FAME-MB TL01
	DATOS TÉCNICOS - PARTES PRINCIPALES	Inventario:
		Manuales de Fabricante: No
Versión:	FACULTAD DE MECÁNICA	Sección: MECANIZADO BÁSICO

FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA		DATOS DE MÁQUINA			
	Marca	Modelo	Serie		
	Bimak	ene-73	Th235F		
	Color	País de origen	Capacidad		
	VERDE	BRASIL			
	CARACTERÍSTICAS GENERALES				
	Velocidades: 325, 640, 995, 1375 (RPM)				
	DATOS DEL MOTOR				
	Marca	TECO	Potencia	1/2 HP	
	Serie	3120744	RPM	1740	
	Voltaje	110/120 V	Hz	60	
Amperios		Modelo	DQW-B		
TIPO DE MOTOR					
Corriente Continua		Rotor Devanado		Jaula de Ardilla	
PARTES IMPORTANTES					
					
#	DENOMINACIÓN				
1	CARCASA				
2	PANEL DE CONTROL				
3	CABEZAL, HUSILLO PORTABROCAS Y MESA DE SUJECIÓN				
4	MOTOR				

Fuente: Autores.

Tabla 5. Taladro de pedestal Johames

	TALADRO DE PEDESTAL 02	Ficha:1-1
	DATOS TÉCNICOS - PARTES PRINCIPALES	Código: FAME-MB-TP02 Inventario: 1655 Manuales de Fabricante: No
Versión:	FACULTAD DE MECÁNICA	Sección: MECANIZADO BÁSICO

FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA		DATOS DE MÁQUINA			
	Marca	Modelo	Serie		
	Color	País de origen	Capacidad		
	VERDE	ARGENTINA			
	CARACTERÍSTICAS GENERALES				
DATOS DEL MOTOR					
Marca	TECO	Potencia	1/2 HP		
Serie	3120744	RPM	1740		
Voltaje	110/120 V	Hz	60		
Amperios		Modelo	DQW-B		

TIPO DE MOTOR				
Corriente Continua		Rotor Devanado		Jaula de Ardilla
				X


PARTES IMPORTANTES


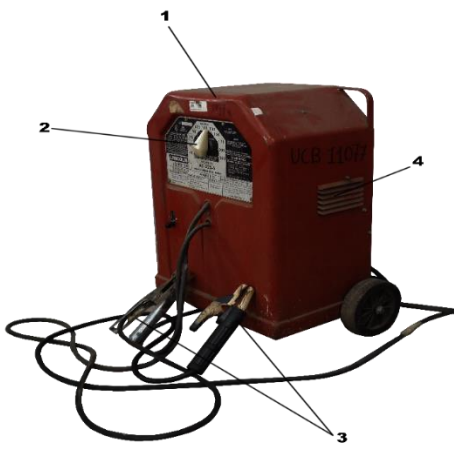


#	DENOMINACIÓN
1	CARCASA
2	PANEL DE CONTROL
3	CABEZAL, HUSILLO PORTABROCAS Y MESA DE SUJECCIÓN
4	MOTOR
5	SISTEMAS DE TRASMISIÓN

Fuente: Autores.


Tabla 6. Características de la soldadura Lincoln

	SOLDADORA ELÉCTRICA 02	Ficha:1-1
	DATOS TÉCNICOS - PARTES PRINCIPALES	Código: FAME-MB-SO02
Versión:	FACULTAD DE MECÁNICA	Inventario: 1654
		Manuales de Fabricante: No
		Sección: MECANIZADO BÁSICO

FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA		DATOS DE MÁQUINA			
		Marca	Modelo	Serie	
		LINCOLN	AC-225		
		Color	País de origen	Capacidad	
		ROJO	USA		
		CARACTERÍSTICAS GENERALES			
DATOS DEL MOTOR					
		Marca		Potencia	
		Serie		RPM	
		Voltaje		Hz	
		Amperios		Modelo	
TIPO DE MOTOR					
Corriente Continua		Rotor Devanado		Jaula de Ardilla	
PARTES IMPORTANTES					
					
#	DENOMINACIÓN				
1	CARCASA				
2	PANEL DE CONTROL				
3	CABLES PORTA ELECTRODOS Y TIERRA				
4	PARTES INTERNAS				

Fuente: Autores.


Tabla 7. Características de la sierra de cinta


	SIERRA DE CINTA 01	Ficha:1-1
		Código: FAME-MB-SC01
	DATOS TÉCNICOS - PARTES PRINCIPALES	Inventario:
		Manuales de Fabricante: No
Versión:	FACULTAD DE MECÁNICA	Sección: MECANIZADO BÁSICO

FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA		DATOS DE MÁQUINA			
		Marca	Modelo	Serie	
		Rong Long	BS-016		
		Color	País de origen	Capacidad	
		VERDE	USA		
CARACTERÍSTICAS GENERALES					
DATOS DEL MOTOR					
Marca		Potencia			
Serie		RPM			
Voltaje	220 V	Hz		50-60	
Amperios	90	Modelo			
TIPO DE MOTOR					
Corriente Continua		Rotor Devanado		Jaula de Ardilla	
PARTES IMPORTANTES					
					
#	DENOMINACIÓN				
1	CARCASA				
2	PANEL DE CONTROL				
3	SISTEMA HIDRAULICO				
4	PARTES INTERNAS				

Fuente: Autores.

Tabla 8. Características del torno Maier.

	TORNO 01	Ficha:1-1
		Código: FAME-MB-TO01
DATOS TÉCNICOS - PARTES PRINCIPALES	FACULTAD DE MECÁNICA	Inventario:
		Manuales de Fabricante: No
Versión:	FACULTAD DE MECÁNICA	Sección: MECANIZADO BÁSICO

FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA		DATOS DE MÁQUINA			
	Marca	Modelo	Serie		
	Bauknecht				
	Color	País de origen	Capacidad		
	VERDE				
	CARACTERÍSTICAS GENERALES				
	Largo: 215 cm Ancho: 78 cm Alto: 130 cm				
DATOS DEL MOTOR					
Marca		Potencia			
Serie		RPM	1740		
Voltaje	380/220v	Hz	60 Hz		
Amperios	4.9/8.4 A	Modelo			
TIPO DE MOTOR					
Corriente Continua		Rotor Devanado		Jaula de Ardilla	X


PARTES IMPORTANTES




#	DENOMINACIÓN
1	CARCASA
2	PANEL DE CONTROL
3	SISTEMA DE LUBRICACIÓN
4	MOTOR
5	PARTES INTERNAS

Fuente: Autores.

Tabla 9. Características del torno

	TORNO 02	Ficha:1-1
		Código: FAME-MB,-TO02
	DATOS TÉCNICOS - PARTES PRINCIPALES	Inventario:
		Manuales de Fabricante: No
Versión: 2010	FACULTAD DE MECÁNICA	Sección: MECANIZADO BÁSICO

FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA	DATOS DE MÁQUINA		
	Marca	Modelo	Serie
	Electro moto rework		
	Color	País de origen	Capacidad
	CELESTE		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
Largo: 215 cm Ancho: 85 cm Alto: 140 cm			
DATOS DEL MOTOR			
Marca		Potencia	1-4HP
Serie		RPM	1380
Voltaje	380-220	Hz	60
Amperios	3.42/2 A	Modelo	

TIPO DE MOTOR					
Corriente Continua		Rotor Devanado		Jaula de Ardilla	X


PARTES IMPORTANTES





#	DENOMINACIÓN
1	CARCASA
2	PANEL DE CONTROL
3	SISTEMA DE LUBRICACIÓN
4	MOTOR
5	PARTES INTERNAS
6	CARCASA

Fuente: Autores.

Tabla 10. Características del torno alpin


	TORNO 03	Ficha:1-1
		Código: FAME-MB-TO03
DATOS TÉCNICOS - PARTES PRINCIPALES	FACULTAD DE MECÁNICA	Inventario:
		Manuales de Fabricante: No
Versión:	FACULTAD DE MECÁNICA	Sección: MECANIZADO BÁSICO

FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA		DATOS DE MÁQUINA			
	Marca	Modelo	Serie		
	Bauknecht				
	Color	País de origen	Capacidad		
	BLANCO	KOREA			
	CARACTERÍSTICAS GENERALES				
Largo: 195 cm Ancho: 96 cm Alto: 125 cm					
DATOS DEL MOTOR					
Marca		Potencia	2.25 kW		
Serie		RPM	1740		
Voltaje	380/220v	Hz	60		
Amperios	4.9/8.4 A	Modelo			
TIPO DE MOTOR					
Corriente Continua		Rotor Devanado		Jaula de Ardilla	
PARTES IMPORTANTES					
					
#	DENOMINACIÓN				
1	CARCASA				
2	PANEL DE CONTROL				
3	SISTEMA DE LUBRICACIÓN				
4	MOTOR				
5	PARTES INTERNAS				
6	CARCASA				

Fuente: Autores.

Tabla 11. Características del torno.

	TORNO 04	Ficha:1-1
	DATOS TÉCNICOS - PARTES PRINCIPALES	Código: FAME-MB-TO04
Versión:	FACULTAD DE MECÁNICA	Inventario:
		Manuales de Fabricante: No
		Sección: MECANIZADO BÁSICO

FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA	DATOS DE MÁQUINA		
	Marca	Modelo	Serie
	NEBES		
	Color	País de origen	Capacidad
	VERDE	ITALIA	
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
Largo: 250cm Ancho: 95 cm Alto: 155 cm			
DATOS DEL MOTOR			
Marca		2 HP	
Serie		1400	
Voltaje	380/220v	60	
Amperios	8.5/4.9 A		

TIPO DE MOTOR

Corriente Continua		Rotor Devanado		Jaula de Ardilla	X
---------------------------	--	-----------------------	--	-------------------------	----------


PARTES IMPORTANTES



	
---	--

#	DENOMINACIÓN
1	CARCASA
2	PANEL DE CONTROL
3	SISTEMA DE LUBRICACIÓN
4	MOTOR
5	PARTES INTERNAS
6	CARCASA

Fuente: Autores.


Tabla 12. Características del torno Trecin



	TORNO 05	Ficha:1-1
		Código: FAME- MB-TO05
DATOS TÉCNICOS - PARTES PRINCIPALES	FACULTAD DE MECÁNICA	Inventario:
		Manuales de Fabricante: No
Versión:	FACULTAD DE MECÁNICA	Sección: MECANIZADO BÁSICO

FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA		DATOS DE MÁQUINA			
	Marca	Modelo	Serie		
	Adam Baumuller				
	Color	País de origen	Capacidad		
	VERDE				
	CARACTERÍSTICAS GENERALES				
Largo: 250cm Ancho: 95 cm Alto: 155 cm					
DATOS DEL MOTOR					
Marca		Potencia	2 HP		
Serie		RPM	1400		
Voltaje	380/220v	Hz	60		
Amperios	8.5/4.9 A	Modelo			
TIPO DE MOTOR					
Corriente Continua		Rotor Devanado		Jaula de Ardilla	
PARTES IMPORTANTES					
					
#	DENOMINACIÓN				
1	CARCASA				
2	PANEL DE CONTROL				
3	SISTEMA DE LUBRICACIÓN				
4	MOTOR				
5	PARTES INTERNAS				
6	CARCASA				

Fuente: Autores.


Tabla 13. Características de la fresadora.



	FRESADORA 01	Ficha:1-1
	DATOS TÉCNICOS - PARTES PRINCIPALES	Código: FAME-MB-FR01
Versión:	FACULTAD DE MECÁNICA	Inventario:
		Manuales de Fabricante: No
		Sección: MECANIZADO BÁSICO

FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA		DATOS DE MÁQUINA			
		Marca	Modelo	Serie	
		Johannes kosmann			
		Color	País de origen	Capacidad	
		VERDE			
CARACTERÍSTICAS GENERALES					
DATOS DEL MOTOR					
Marca		Potencia			
Serie		RPM	2800		
Voltaje	220 V	Hz	60		
Amperios	3.3 A	Modelo			
TIPO DE MOTOR					
Corriente Continua		Rotor Devanado		Jaula de Ardilla	
PARTES IMPORTANTES					
					
#	DENOMINACIÓN				
1	CARCASA				
2	PANEL DE CONTROL				
3	SISTEMA DE LUBRICACIÓN				
4	MOTOR				
5	PARTES INTERNAS				
6	CARCASA				

Fuente: Autores.


Tabla 14. Características de la fresadora



	FRESADORA 02	Ficha:1-1
	DATOS TÉCNICOS - PARTES PRINCIPALES	Código: FAME-MB-FR02
Versión:		FACULTAD DE MECÀNICA
		Sección: MECANIZADO BÁSICO

FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA		DATOS DE MÁQUINA			
		Marca	Modelo	Serie	
		August Von Derley			
		Color	País de origen	Capacidad	
		VERDE			
CARACTERÍSTICAS GENERALES					
DATOS DEL MOTOR					
Marca		Potencia			
Serie		RPM			
Voltaje		Hz			
Amperios		Modelo			
TIPO DE MOTOR					
Corriente Continua		Rotor Devanado		Jaula de Ardilla	
PARTES IMPORTANTES					
					
#	DENOMINACIÓN				
1	CARCASA				
2	PALANCA DE ACCIONAMIENTO				
3	MECANISMOS DE TRASMISIÓN DE MOVIMIENTO				

Fuente: Autores.


Tabla 15. Características de la fresa Remac.

	FRESADORA 03	Ficha:1-1
	DATOS TÉCNICOS - PARTES PRINCIPALES	Código: FAME-MB-FR03
Versión:	FACULTAD DE MECÁNICA	Inventario:
		Manuales de Fabricante: No
		Sección: MECANIZADO BÁSICO

FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA		DATOS DE MÁQUINA				
		Marca	Modelo	Serie		
		Remac				
		Color	País de origen	Capacidad		
		GRIS				
CARACTERÍSTICAS GENERALES						
DATOS DEL MOTOR						
Marca		Potencia				
Serie		RPM		2800		
Voltaje	220 V	Hz		60		
Amperios	3.3 A	Modelo				
TIPO DE MOTOR						
Corriente Continua		Rotor Devanado		Jaula de Ardilla		
PARTES IMPORTANTES						
						
#	DENOMINACIÓN					
1	CARCASA					
2	PANEL DE CONTROL					
3	SISTEMA DE LUBRICACIÓN					
4	MOTOR					
5	PARTES INTERNAS					
6	CARCASA					

Fuente: Autores.


Tabla 16. Características de la fresa Zeus.



	FRESADORA 04	Ficha:1-1
	DATOS TÉCNICOS - PARTES PRINCIPALES	Código: FAME-MB-FR04
Versión:	FACULTAD DE MECÁNICA	Inventario:
		Manuales de Fabricante: No
		Sección: MECANIZADO BÁSICO

FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA		DATOS DE MÁQUINA			
	Marca	Modelo	Serie		
	Zeus	Kt546	ZT23467K		
	Color	País de origen	Capacidad		
	VERDE				
	CARACTERÍSTICAS GENERALES				
Largo: 145 cm Ancho: 97 cm Alto: 145 cm					
DATOS DEL MOTOR					
Marca		Potencia	1.4		
Serie		RPM	1700		
Voltaje	220 V	Hz	60		
Amperios	11.3 A	Modelo			
TIPO DE MOTOR					
Corriente Continua		Rotor Devanado	Jaula de Ardilla		
PARTES IMPORTANTES					
					
#	DENOMINACIÓN				
1	CARCASA				
2	PANEL DE CONTROL				
3	SISTEMA DE LUBRICACIÓN				
4	MOTOR				
5	PARTES INTERNAS				

Fuente: Autores.

Tabla 17. Características de la fresadora

	FRESADORA 05	Ficha:1-1
	DATOS TÉCNICOS - PARTES PRINCIPALES	Código: FAME-MB-FR05
Versión:	FACULTAD DE MECÁNICA	Inventario:
		Manuales de Fabricante: No
		Sección: MECANIZADO BÁSICO


FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA		DATOS DE MÁQUINA		
		Marca	Modelo	Serie
		Atlas		
		Color	País de origen	Capacidad
		GRIS		
		CARACTERÍSTICAS GENERALES		
		Largo: 145 cm Ancho: 97 cm Alto: 145 cm		
		DATOS DEL MOTOR		
		Marca		Potencia
		Serie		RPM 1400
		Voltaje	220	Hz 60
		Amperios	5/4	Modelo
TIPO DE MOTOR				
Corriente Continua			Rotor Devanado	Jaula de Ardilla
PARTES IMPORTANTES				
				
#	DENOMINACIÓN			
1	CARCASA			
2	PANEL DE CONTROL			
3	SISTEMA DE LUBRICACIÓN			
4	MOTOR			
5	PARTES INTERNAS			
6	CARCASA			


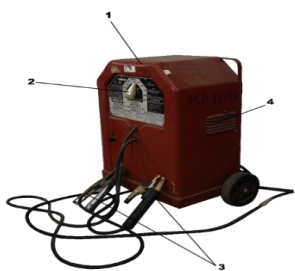
Fuente: Autores.

4.3.1 Equipos del Taller de Soldadura: Las once soldadoras eléctricas de marca Lincoln instaladas presentan las mismas características y todas se encuentran en el Taller de Soldadura.

A continuación mostramos la ficha técnica en representación de las once.


Tabla 18. Soldadora eléctrica Lincoln


	SOLDADORA ELÉCTRICA 01-11	Ficha:1-1
	DATOS TÉCNICOS - PARTES PRINCIPALES	Código: FAME-SO-SO01-11
Versión:	FACULTAD DE MECÁNICA	Inventario:
		Manuales de Fabricante: No
		Sección: TALLER DE SOLDADURA

FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA		DATOS DE MÁQUINA			
		Marca	Modelo	Serie	
		LINCOLN	AC-225		
		Color	País de origen	Capacidad	
		ROJO	USA		
		CARACTERÍSTICAS GENERALES			
DATOS DEL MOTOR					
		Marca		Potencia	
		Serie		RPM	
		Voltaje		Hz	
		Amperios		Modelo	
TIPO DE MOTOR					
Corriente Continua		Rotor Devanado		Jaula de Ardilla	
PARTES IMPORTANTES					
					
#	DENOMINACIÓN				
1	CARCASA				
2	PANEL DE CONTROL				
3	CABLES PORTA ELECTRODOS Y TIERRA				
4	PARTES INTERNAS				
5	CARCASA				

Fuente: Autores.

Tabla 19. Características de la soldadora eléctrica

	SOLDADORA ELÈCTRICA 12	Ficha:1-1
	DATOS TÉCNICOS - PARTES PRINCIPALES	Código: FAME-SO-SO12
Versión:	FACULTAD DE MECÀNICA	Inventario:
		Manuales de Fabricante: No
		Sección: TALLER DE SOLDADURA

FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA	DATOS DE MÁQUINA		
	Marca	Modelo	Serie
	Berlon		
	Color	País de origen	Capacidad
	ROJO		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
Largo: 65 cm Ancho: 80 cm Alto: 60 cm			
DATOS DEL MOTOR			
Marca		Potencia	
Serie		RPM	
Voltaje	220	Hz	
Amperios	30	Modelo	

TIPO DE MOTOR

Corriente Continua		Rotor Devanado		Jaula de Ardilla	
---------------------------	--	-----------------------	--	-------------------------	--


PARTES IMPORTANTES




#	DENOMINACIÓN
1	CARCASA
2	PANEL DE CONTROL
3	CABLES PORTA ELECTRODOS Y TIERRA
4	PARTES INTERNAS
5	CARCASA

Fuente: Autores.

Tabla 20. Características del puente grúa.

	PUENTE GRUA	Ficha:1-1
	DATOS TÉCNICOS - PARTES PRINCIPALES	Código: FAME-FU-PG01
Versión:		FACULTAD DE MECÁNICA
		Sección: FUNDICIÓN

FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA	DATOS DE MÁQUINA			
	Marca	Modelo	Serie	
	Synrogear			
	Color	País de origen	Capacidad	
	VERDE			
	CARACTERÍSTICAS GENERALES			
	DATOS DEL MOTOR			
	Marca		Potencia	
	Serie		RPM	
	Voltaje	320	Hz	
	Amperios	6.2	Modelo	


TIPO DE MOTOR			
Corriente Continua		Rotor Devanado	
		Jaula de Ardilla	



PARTES IMPORTANTES	
	

#	DENOMINACIÓN
1	CARCASA
2	PALANCA DE ACCIONAMIENTO
3	MECANISMOS DE TRASMISIÓN DE MOVIMIENTO
4	MOTOR
5	SISTEMA DE TRANSMISIÓN

Fuente: Autores.


Tabla 21. Características del enfriador de agua



	ENFRIADOR DE AGUA	Ficha:1-1
	DATOS TÉCNICOS - PARTES PRINCIPALES	Código: FAME-FU-EF01
Versión:	FACULTAD DE MECÁNICA	Inventario:
		Manuales de Fabricante: No
		Sección: FUNDICIÓN

FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA		DATOS DE MÁQUINA				
		Marca	Modelo	Serie		
		Johannes kosmann				
		Color	País de origen	Capacidad		
		VERDE				
		CARACTERÍSTICAS GENERALES				
DATOS DEL MOTOR						
Marca			Potencia			
Serie			RPM			
Voltaje	220 V	Hz	60			
Amperios		Modelo				
TIPO DE MOTOR						
Corriente Continua		Rotor Devanado		Jaula de Ardilla		
PARTES IMPORTANTES						
						
#	DENOMINACIÓN					
1	CARCASA					
2	PANEL DE CONTROL					
3	SISTEMA DE LUBRICACIÓN					
4	MOTOR					
5	PARTES INTERNAS					
6	CARCASA					

Fuente: Autores.

Tabla 22. Características del pedestal delta

	TALADRO PEDESTAL	Ficha:1-1
	DATOS TÉCNICOS - PARTES PRINCIPALES	Código: FAME-FU-TP01
Versión:	FACULTAD DE MECÁNICA	Inventario:
		Manuales de Fabricante: No
		Sección: FUNDISIÓN

FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA		DATOS DE MÁQUINA		
		Marca	Modelo	Serie
			SN10G	
		Color	País de origen	Capacidad
		VERDE		
		CARACTERÍSTICAS GENERALES		
DATOS DEL MOTOR				
Marca		Potencia		
Serie		RPM		
Voltaje		Hz		
Amperios		Modelo		
TIPO DE MOTOR				
Corriente Continua		Rotor Devanado		Jaula de Ardilla
PARTES IMPORTANTES				
				
#	DENOMINACIÓN			
1	CARCASA			
2	PALANCA DE ACCIONAMIENTO			
3	MECANISMOS DE TRASMISIÓN DE MOVIMIENTO			
4	MOTOR			
5	SISTEMA DE LUBRICACION			

Fuente: Autores.

4.4 Tabla de daños causados por el deterioro eléctrico:

Se detallan los equipos eléctricos dañados por avería eléctrica.

Tabla 23. Daños causados por el deterioro eléctrico

Equipos eléctricos	Cantidad	Operativos	Dañados	Causas
Esmeriles	8	5	3	Sobrecalentamiento en los conductores
Taladros de pedestal	3	1	2	Sobrecarga en el motor
Soldadora de punto	1	1	0	Sulfatamiento en los terminales
Soldadora eléctrica	13	9	4	Sobrecarga en bobinas
Sierra de cinta	1	1	0	Sobrecalentamiento y corto circuito
Tornos	12	4	8	Corto circuitos en los cables de suministro por utilización de calibre de conductor inferior a lo requerido
Fresadoras	6	2	4	Falta de protección contra sobrecargas
Lámparas 2*40W	36	21	15	Explosión por sobrecarga
Lámparas de vapor de sodio 250W	4	3	1	Ambiente agresivo
Horno de inducción	1	1	0	Falla en el sistema eléctrico de alimentación por falla del sistema de enfriamiento
Puente grúa	2	1	1	Sulfatamiento de terminales
Horno de fundición	1	1	0	Deterioro de aparatos de control

4.5 Transformadores y línea de acometida.

4.5.1 Transformadores de los Talleres de Mecanizado Básico y Soldadura. Es un Transformador trifásico de 100 kW que alimenta al Taller de Mecanizado Básico y al Taller de Soldadura, se encuentra la acumulación del cableado que presenta el riesgo de un cortocircuito llegando afectar a la maquinaria existente en el Taller.

Figura 23. Transformador del Taller de Mecanizado Básico y Soldadura



Fuente: Autores

Debemos tomar en cuenta en la parte de alta tensión sus conexiones necesitan un mantenimiento eléctrico adecuado para evitar cualquier riesgo.

4.5.2 Transformador del Taller de Fundición de 200 kW. Alimenta al Taller de Fundición y se encuentra en mal estado. Es importante realizar un mantenimiento preventivo periódicamente, ya que el transformador se encuentra expuesto a factores climáticos y corrosión.

Figura 24. Transformador del Taller de Fundición



Fuente: Autores

4.5.3 Línea trifásica de 13.8 kV que alimenta a los Talleres

Figura 25. Línea de MT 13.8 kV



Fuente: Autores

La Facultad de Mecánica posee una potencia instalada en los transformadores de 584 kVA; con un total de 5 transformadores trifásicos cuya capacidad son de 50, 100, 200, 160 y 75 kVA; respectivamente, su ubicación se muestra en la red de distribución eléctrica. Tres de estos transformadores (50kVA, 100kVA, 75kVA) se encuentran ubicados en postes y los dos restantes (200kVA, 160kVA) se hallan en cámaras de transformación.

4.5.4 Selección del transformador. Una vez que se realizó el cálculo del levantamiento técnico en los tres talleres, se determinó que la distribución se encuentra alimentada por dos transformadores trifásicos de 100 kVA, uno para los Talleres de Mecanizado Básico y Soldadura y el otro para el Taller de Fundición.

Los Talleres de Mecanizado Básico y Soldadura tienen un transformador de 100 kVA y sumando las potencias de los equipos se determinan un transformador de 75 KW para alimentar los dos talleres.

En el Taller de Fundición no existe inconveniente ya que posee un transformador de 200 kW y su demanda es inferior.

Potencia	Talleres	Transformadores
343.48 W	Fundición	27 KVA
139.442 W	Soldadura	111,55 kVA
65.200 w	Mecanizado Básico	52,16 KVA

$(139.442 + 65.200) 0,8$

163 kVA

CAPÍTULO V

5. DETERMINACIÓN DE PROTECCIONES Y CÁLCULOS DE PÉRDIDA DE CONSUMO DE ENERGÍA Y CALIBRE DE CONDUCTORES

5.1 Cálculo de protecciones

Para regular el paso de la corriente en forma general y casos particulares, se dispone de listones fusibles, interruptores termomagnéticos y protecciones de otro tipo, que eviten el paso de corrientes mayores a las previstas tanto los listones fusibles de los tapones como los listones dentro de cartuchos renovables así como los interruptores termomagnéticos aprovechan el efecto producido por el calentamiento para impedir el paso de las corrientes peligrosas al circuito al cual protegen como nos indica la norma NEC10 en el artículo 7.1.2 sobre protecciones

En el caso del circuito principal alimentador se usarán fusibles de cartucho con contactos de navaja, ya que hay disponibles elementos fusibles de 100, 150, 200, 250, 300, 400 y 500 amperios para utilizar los cartuchos fusibles se dispone de diferentes interruptores de seguridad:

- Tipo LD para servicio ligero (Light duty)
- Tipo ND para servicio normal (Normal duty)
- Tipo HD para servicio pesado (Heavy duty)

En este caso se usará un interruptor de seguridad tipo ND debido a que este tipo de interruptores se recomiendan en instalaciones residenciales, edificios, comercios, instalaciones industriales (como protección individual de motores), es decir lugares donde el número de operaciones (abrir o cerrar) no son muy fuertes.

Se usará una caja NEMA 1 para uso general, debido a que es adecuada en aplicaciones para servicio interior en condiciones normales de medio ambiente.

Considerando que el circuito alimentador es un sistema trifásico que cada fase lleva una corriente de 360 A (capacidad del cable) se utilizarán protecciones de tres tipos como fusibles de cartucho, contactos, y de navaja de 400 A es decir 3 x 400.

En el caso de los circuitos derivados se utilizarán interruptores termomagnéticos o mejor conocidos como pastillas debido a que aprovechan el efecto del calentamiento al paso de las corrientes mayores a las previstas, condición que los hace operar mecánicamente el automático para botar la palanca de su posición de normalmente cerrado a una posición intermedia indicando una falla eléctrica en el circuito que protegen. Para cerrar el circuito es necesario llevar la pastilla a su posición de abierto e inmediatamente a la posición de cerrado.

Nota: Resulta importante seleccionar la protección de un valor un poco superior al que resulte en los cálculos exactos, impidiendo con ello, abrir el circuito en forma continua y sin causa justificada.

De acuerdo a la tabla de protecciones en el Taller de Mecanizado Básico tenemos los datos para el cálculo de protecciones.

$$I = \frac{It}{V} \quad (4)$$

$$I = \frac{50.22}{127}A$$

$$I = 39,54A$$

$$I = It * 1.25$$

$$I = 39.54 * 1.25$$

$$I = 49.42A$$

$$It = 50.22A$$

$$V = 127V$$

It= Potencia total del circuito

$$Fs. = 1.25$$

Como se observa en el cálculo para protecciones se divide la corriente máxima del circuito por el voltaje de línea y se multiplica por un factor de seguridad de 1.25 y el resultado se

aproxima a una protección existente en el mercado y los valores de amperaje son estandarizados como indica la tabla de conductores.

Tabla 24. Protecciones en el Taller de Mecanizado Básico

Circuitos	Sistema	Corriente Calculada	Protección Termo magnética
1	3Φ	50.22 A	3 x 70 A
2	3Φ	23.62 A	3 x 30 A
3	2Φ	8.89 A	2 x 20 A
4	2Φ	19.34 A	2 x 30 A
5	2Φ	12.97 A	2 x 20 A
6	2Φ	16.72 A	2 x 20 A
7	2Φ	6.42 A	2 x 15 A
PRINCIPAL	3Φ	150.93 A	3 x 175 A

Fuente: Autores

Tabla 25. Protecciones en el Taller de Fundición

Circuitos	Sistema	Corriente calculada	Protección termomagnética
1	3Φ	11.04 A	2 x 15 A
2	3Φ	43.30 A	3 x 50 A
4	3Φ	8.43 ^a	2 x 20 A
5	3Φ	4.15 A	2 x 16 A
PRINCIPAL	3Φ	92.72 A	3 x 175 A

Fuente: Autores

Tabla 26. Protecciones en el Taller de Soldadura

Circuitos	Sistemas	Corriente calculada	Protección termomagnética
1	(2Φ)	5.53 A	2 x 15 A
2	(2Φ)	34.65 A	2 x 30 A
3	(2Φ)	34.65 A	2 x 30 A
4	(2Φ-3h)	34.65 A	2 x 30 A
5	(2Φ)	34.65 A	2 x 30 A
6	(2Φ)	34.65 A	2 x 30 A
7	(2Φ)	34.65 A	2 x 30 A
8	(2Φ)	34.65 A	2 x 30 A
9	(2Φ)	34.65 A	2 x 30 A
10	(2Φ)	34.65 A	2 x 30 A
11	(2Φ)	34.65 A	2 x 30 A
12	(2Φ)	34.65 A	2 x 30 A
13	(2Φ)	34.65 A	2 x 30 A
14	(2Φ)	34.65 A	2 x 30 A
19	(2Φ)	34.65 A	2 x 30 A
20	(2Φ)	7.78	2 x 15 A

Fuente: Autores

5.2 Determinación de cargas

Una vez realizado el levantamiento técnico, el siguiente paso es realizar el cálculo de carga donde se determina la potencia total que consume cada taller, factores como rendimiento, factor de potencia y potencia del equipo nos ayuda para determinar el diseño y el cálculo de calibres de conductores y sus respectivas protecciones

Tabla 27. Determinación de carga en el Taller de Mecanizado Básico

Contenido	Potencia (hp)	Potencia (kW)	Fases	Rendimiento	Factor de potencia	Potencia (kVA)	Corriente (a)
fresadora asea	2,06	1,54	3	0,9	0,85	1,81	5,7
fresadora asea	2,06	1,54	3	0,9	0,85	1,81	5,7
fresadora Remac	1,75	1,31	3	0,9	0,85	1,54	12,1
fresadora Remac	1,75	1,31	3	0,9	0,85	1,54	12,3
fresadora Zeus	2,6	1,94	3	0,9	0,85	2,28	11,6
fresadora atlas	2,6	1,94	3	0,9	0,85	2,28	8,0
tornos Maier&co	1,75	1,31	3	0,9	0,85	1,54	12,1
tornos Maier&co	1,75	1,31	3	0,9	0,85	1,54	12,1
tornos Maier&co	1,75	1,31	3	0,9	0,85	1,54	12,1
tornos Maier&co	1,75	1,31	3	0,9	0,85	1,54	12,1
tornos Vem	1,25	0,93	3	0,9	0,85	2,88	3,45
tornos Alpin 1	5,75	4,29	3	0,9	0,85	13,26	15,6
tornos Alpin 2	5,75	4,29	3	0,9	0,85	5,05	15,6
tornos .j .k 1	3,25	2,42	3	0,9	0,85	2,85	5,2
Tornos. Vem	1,25	0,93	3	0,9	0,85	1,10	2,5
Tornos Tos Trencin	3	2,24	3	0,9	0,85	2,63	5,0
Esmeril 1	1	0,75	2	0,9	0,85	0,88	6,0
Esmeril 2	1	0,75	2	0,9	0,85	0,88	6,0
Esmeril 3	1	0,75	2	0,9	0,85	0,88	6,0
Esmeril 4	1	0,75	2	0,9	0,85	0,88	6,0
Taladro p	0,75	0,56	2	0,9	0,85	1,50	11,0
Soldadora de punto	12,53	9,35	2	0,9	0,85	11,00	50,0
Soldadora de punto	12,53	9,35	2	0,9	0,85	11,00	50,0
Sierra de cinta	2,68	2,00	2	0,9	0,85	2,00	9,0
Taladro pedestal	0,75	0,56	2	0,9	0,85	2,99	11,0
Iluminación		3,50	2	0,9	0,85	4,12	7,0
TOTAL		58,24					313,15

Fuente: Autores

Tabla 28. Determinación de carga en el Taller de Soldadura

Contenido	Potencia (hp)	Potencia (kW)	Fases	Rendimiento	Factor de Potencia	Potencia (kVA)	Corriente (A)
Esmeril 1	1	0.75	2	0.9	0.85	0.88	6
Esmeril 2	1	0.75	2	0.9	0.85	0.88	6
Soldadora eléctrica	12.53	9.35	2	0.9	0.85	11.00	50
Soldadora eléctrica	12.53	9.35	2	0.9	0.85	11.00	50
Soldadora eléctrica	12.53	9.35	2	0.9	0.85	11.00	50
Soldadora	12.53	9.35	2	0.9	0.85	11.00	50
Soldadora eléctrica	12.53	9.35	2	0.9	0.85	11.00	50
Soldadora eléctrica	12.53	9.35	2	0.9	0.85	11.00	50
Soldadora eléctrica	12.53	9.35	2	0.9	0.85	11.00	50
Soldadora eléctrica	12.53	9.35	2	0.9	0.85	11.00	50
Soldadora eléctrica	12.53	9.35	2	0.9	0.85	11.00	50
Soldadora eléctrica	7.37	5.5	2	0.9	0.86	6.47	30
Soldadora eléctrica	7.37	5.5	2	0.9	0.86	6.47	30
Soldadora eléctrica	7.37	5.5	2	0.9	0.86	6.47	30
Soldadora	7.37	5.5	2	0.9	0.86	6.47	30
Soldadora eléctrica	12.53	9.35	2	0.9	0.85	11.00	24
Iluminación		2.1	2	0.9	0.86	2.44	7
TOTAL	124.25				168.55	129,08	563

Fuente: Autores

Tabla 29. Determinación de carga en el Taller de Fundición

Contenido	Potencia (hp)	Potencia (kW)	Fases	Rendimiento	Factor Potencia	Potencia (kVA)	Corriente (A)
Esmeril 1	1	0.75	2	0.9	0.85	0.88	6
Taladro pedestal	1	0.746	2	0.9	0.86	1.97	7.5
Esmeril 2	1	0.75	2	0.9	0.85	0.88	6
Horno Ind.		17530	3	0.9	0.85	11.00	50
Enfriador agua	1	0.746	2	0.9	0.85	0.88	12
Puente Grúa 1	3	2.238	3	0.9	0.85	2.63	6.2
Puente Grúa 2	5.5	4.103	3	0.9	0.85	4.83	14.075
Puente Grúa 3	5.5	4.103	3	0.9	0.86	4.83	14.075
Iluminación		2275	2	0.9	0.86	2.28	7
Mufla	1.5	1.119	2	0.9	0.86	1.12	10
TOTAL		34.35				31,29	132.85

Fuente: Autores

5.3 Cálculo del calibre de los conductores y el diámetro de la tubería

Una vez determinada la carga total de los talleres, identificaremos los circuitos y dividiremos para calcular los diferentes tipos de conductores y diámetros de tubería recomendados.

Tabla 30. Carga por circuitos del Taller de Mecanizado Básico

Contenido	Cantidad	Potencia hp	Potencia W	Fases	Rendimiento	fp	Potencia kVA	Corriente
Taladros Pedestal	2	1.5	1119	1	0.9	0.85	8.03	22
Fresadoras	5	14.11	10526	3	0.9	0.86	31.47	41.51
Tornos	7	17.25	12866	3	0.9	0.86	40.63	52.84
Iluminación	24		3500	2	0.9	0.86	3.5	3.5
Soldadora	2	25.06	35190	2	0.9	0.85	94.09	100
Sierra Cinta	1	2.68	1999				10.69	9
TOTAL		66,60	65.200				188.41	228.85

5.3.1 *Circuito principal o alimentador.* Siendo la CTI (Corriente Total Instalada) igual a 565200 W se utilizará un sistema trifásico

Siendo la corriente en el circuito alimentador vamos a calcular así:

$$I_{c \text{ Total}} = W_{TX} F_U / (\sqrt{3} x V_L x 0.85) \quad (4)$$

$$I_{c \text{ Total}} = (65200 \text{ W} \times 0.7) / (\sqrt{3} \times 220 \times 0.85)$$

$$I_{c \text{ Total}} = 140.91 \text{ A}$$

Siendo:

$$I_{c \text{ Total}} = \text{Corriente corregida}$$

$$W_T = \text{Carga total}$$

$$V_L = \text{Voltaje de línea}$$

$$F_P = \text{Factor de potencia}$$

F_U = Factor de demanda

Se considera un Factor de potencia $F_P = \cos 0.85$ y un Factor de utilización o demanda $F_U = 0.7$ por razones de uso didáctico para estudiantes.

Los conductores están identificados en cuanto a su tamaño por su calibre, que puede ser milimétrico y expresarse en mm^2 o americano en AWG o MCM con una equivalencia en mm^2 .

Se utilizarán conductores de acuerdo a la intensidad de corriente admisible para conductores de cobre, con aislamiento tipo THW, THHW/LS (Según tabla de selección de conductores Anexo B), ya que tienen un aislamiento de termoplástico resistente al calor ($75\text{ }^\circ\text{C}$ máximo) trabajan en ambientes secos y en humedad, con este aislamiento los conductores tienen mayor conducción comparado con otros.

Debido a que no hay conductores de la capacidad calculada se utilizarán conductores de mayor capacidad que será de 150 A por fase y 130 A por neutro. Entonces se utilizarán conductores tipo THHW/LS calibre 1/0 para cada fase (3-150) y cable tipo 130 para el neutro (1-115).

Siendo así se necesita una tubería capaz de abarcar (3-1/0) y (1-2) AWG sabiendo que 3 cables calibre 1/0 AWG ocupará un área de 641.88mm^2 con todo y aislamiento y que un cable calibre 1 ocupará un área de 127.23 mm^2 con todo y aislamiento.

Es entonces que el área total será de 769.11 mm^2 . (193.8mm).

Debido a las posibles condiciones de humedad y altas temperaturas se utilizarán en toda la instalación tubo eléctrico liviano EMT de acero galvanizado debido a que el galvanizado por inmersión le proporciona la protección necesaria a la tubería para poder ser instalada en lugares o locales expuestos a la humedad y altas temperaturas.

En Taller de Mecanizado Básico se determinó que la potencia total instalada es de 65200 W. Para lo cual se dividirá en siete circuitos derivados. Es por esto que este centro de carga será alimentado por un sistema trifásico.

5.3.1.1 Circuito derivado n° 1 (tornos). El circuito se contempla una carga de 12866 W.

$$I_{C \text{ Total}} = (12866 \text{ W} \times 0.7) / (\sqrt{3} \times 220 \times 0.85) \quad (5)$$

$$I_{C \text{ Total}} = 27.8 \text{ A}$$

Al tratarse de un circuito que controla tornos. Según el cálculo se determinó que se debió utilizar conductores con aislamiento tipo THW (Anexo B) se recomienda conductores calibre 8 (debido a que tienen una capacidad de conducción igual a 45 A, es decir (3) fases y un conductor cable o alambre calibre 10 para neutro.

Estos cables deberán transportar en una tubería de pared desde el circuito principal o alimentador al centro de carga. Para determinar el diámetro de esta tubería se debe considerar que ocupan un área de 196.83mm² con todo y aislamiento y que ocupa un área de 49.26mm² con todo y aislamiento sumando un área total de 246.09mm² por lo cual se utilizará una tubería de pared ³/₄ de 20.93mm ya que tiene una capacidad de 438.06 mm².

5.3.1.2 Circuito derivado n° 2 (fresas). En este circuito se contempla una carga de 10526 W.

$$I_{C \text{ Total}} = (10526 \text{ W} \times 0.7) / (\sqrt{3} \times 220 \times 0.85)$$

$$I_{C \text{ Total}} = 22.74 \text{ A}$$

Al tratarse de un circuito que controla taladros se considera un conductor THW calibre 12 ya que tiene una capacidad de 25 A, considerando que en este circuito se utilizarán 2-12 fases y 1-14 neutro y que el área de 2-12 es de 12.32mm² y tiene un área de 12.32mm² el área total será de 61.52mm², es decir se utilizará tubería ¹/₂ pulgadas 13mm debido a que tiene una capacidad de 96mm².

5.3.1.3 Circuito derivado n° 3 (taladros). Este circuito se contempla una carga de 1119 W.

$$I_{C \text{ Total}} = (1119 \text{ W} \times 0.7) / (220 \times 0.85)$$

$$I_{C \text{ Total}} = 4.18 \text{ A}$$

5.3.1.4 Circuito derivado n° 4 (esmeriles). En este circuito se contempla una carga de 4476 W.

$$I_{C \text{ Total}} = (4476 \text{ W} \times 0.7) / (220 \times 0.85)$$

$$I_{C \text{ Total}} = 16.76 \text{ A}$$

Al tratarse de un circuito que controla esmeriles se considera cable o alambre tipo THW calibre 12 ya que tiene una capacidad de 25 A.

Considerando que en este circuito se utilizarán 2-12 fases y 1-14 neutro y que el área de 2-12 es de 12.32mm² y que 1-14 tiene un área de 12.32mm² el área total será de 61.52mm² es decir se utilizará tubería 13mm.

5.3.1.5 Circuito derivado n° 5 (alumbrado). En este circuito se contempla una carga de 3500 W.

$$I_{C \text{ Total}} = (3500 \text{ W} \times 0.7) / (220 \times 0.85)$$

$$I_{C \text{ Total}} = 13,10 \text{ A}$$

Al tratarse de un circuito que controla alumbrado se considera cable o alambre tipo THW calibre 12 ya que tiene una capacidad de 25 A.

Considerando que en este circuito se utilizarán 2-12 fases y 1-14 neutro y que el área de 2-12 es de 12.32mm² y que 1-12 tiene un área de 12.32mm² el área total será de 61.52mm², es decir se utilizará tubería 13mm.

5.3.1.6 Circuito derivado n° 6 (soldadora). En este circuito se contempla una carga de 18695 W.

Por la cantidad de corriente que deben soportar los conductores se recomienda realizar un circuito independiente para cada soldadora.

Soldadora eléctrica 9347.5 W (9.35 kW)

Soldadora de punto 9347.5 W (9.35 kW)

$$I_{C \text{ Total}} = (9347.8 \times 0.7) / (220 \times 0.85)$$

$$I_{C \text{ Total}} = 35 \text{ A}$$

Al tratarse de un circuito que controla máquinas soldadoras se considera cable o alambre tipo THW calibre 8 ya que tiene una capacidad de 50 A.

Estos conductores se deben transportar por una tubería por pared desde el circuito principal o alimentador hasta centro de carga.

Para determinar el diámetro de esta tubería se debe considerar que ocupan un área de 196.83mm² con todo y aislamiento y que 1-10 ocupa un área de 49.26mm² con todo y aislamiento sumando un área total de 246.09mm² por lo cual se utilizará una tubería pared de 25mm ya que tiene una capacidad de 250 mm².

5.3.1.7 *Circuito derivado n° 7 (sierra de cinta).* En este circuito se contempla una carga de 1999 W.

$$I_{C \text{ Total}} = (W_t \times F_u) / (V_l \times 0.85) \quad (6)$$

$$I_{C \text{ Total}} = (1999 \text{ W} \times 0.7) / (220 \times 0.85)$$

$$I_{C \text{ Total}} = 7.48 \text{ A}$$

Al tratarse de un circuito que controla una sierra de cinta se considera cable o alambre tipo THW calibre 12 ya que tiene una capacidad de 25 A.

Considerando que en este circuito se utilizarán 2-12 fases y 1-14 neutro y que el área de 2-12 es de 12.32mm² y que 1-14 tiene un área de 9.82mm² el área total será de 22.14mm² es decir se utilizará tubería 13mm.

Tabla 31. Carga total en el taller de soldadura

Circuitos	Marca	Cantidad	Potencia Hp	Potencia kW	Fases	Rendimientos	Fp	Potencia kVA	Corriente
1 Esmeriles	Rong	4	1	2.984	2	0.9	0.85	31.91	24
2 Soldadora	Lincoln Electric	1	12.53	9.35	2	0.9	0.85	25	50
3 Soldadora	Lincoln Electric	1	12.53	9.35	2	0.9	0.85	25	50
4 Soldadora	Lincoln Electric	1	12.53	9.35	2	0.9	0.85	25	50
5 Soldadora	Lincoln Electric	1	12.53	9.35	2	0.9	0.85	25	50
6 Soldadora	Lincoln Electric	1	12.53	9.35	2	0.9	0.85	25	50
7 Soldadora	Lincoln Electric	1	12.53	9.35	2	0.9	0.85	25	50
8 Soldadora	Lincoln Electric	1	12.53	9.35	2	0.9	0.85	25	50
9 Soldadora	Lincoln Electric	1	12.53	9.35	2	0.9	0.85	25	50
10 Soldadora	Lincoln Electric	1	12.53	9.35	2	0.9	0.85	25	50
11 Soldadora	Lincoln Electric	1	12.53	9.35	2	0.9	0.85	25	50
12 Soldadora	Lincoln Electric	1	12.53	9.35	2	0.9	0.85	25	50
13 Soldadora	Berln	1	7.37	5.5	2	0.9	0.86	14.53	50
14 Soldadora	Berln	1	7.37	5.5	2	0.9	0.86	14.53	50
15 Soldadora	Berln	1	7.37	5.5	2	0.9	0.86	14.53	50
16 Soldadora	Berln	1	7.37	5.5	2	0.9	0.86	14.53	50
17 Soldadora	Berln	1	7.37	5.5	2	0.9	0.86	14.53	50
18 Soldadora	Industrial Manfer	1	7.37	5.5	2	0.9	0.85	14.71	50
Iluminación	Lámpara Sodio	12	0.23	2.1	2	0.9	0.86	5.55	7
TOTAL				139,442				400,278	881

Fuente: Autores

5.3.2 Carga por circuitos del Taller de Soldadura. Según datos calculados, el centro de carga del Taller de Soldadura se determinó que la potencia total instalada es de 139,442 W. Para lo cual se dividirá en diecinueve circuitos derivados. Es por esto que este centro de carga será alimentado por un sistema trifásico.

5.3.2.1 Circuito principal o alimentador. Siendo la CTI (Carga Total Instalada) igual a 139,442 W se utilizará un sistema trifásico. Siendo la corriente en el circuito alimentador:

$$I_{C \text{ Total}} = (139442 \text{ W} \times 0.6) / (220 \times 0.85)$$

$$I_{C \text{ Total}} = 447.35 \text{ A}$$

Se considera un factor de potencia $F_p = \cos 0.85$ y un factor de utilización o demanda.

$$FU = 0,7$$

Se utilizarán entonces conductores con aislamiento tipo THW ya que tienen un aislamiento de termoplástico resistente al calor (75 °C máximo) y a la humedad, no hay conductores de la capacidad calculada se utilizarán cables con mayor capacidad que será de 447 A por fase y 455 A por neutro, entonces se utilizarán cables tipo THW calibre 700 MCM para cada fase (2-700) y cable tipo 600 MCM para el neutro (1-600).

Siendo así, se necesita una tubería capaz de abarcar 2-700 MCM y 1-600 MCM sabiendo que 2 cables calibre 700 MCM ocuparán un área de 1200mm² con todo y aislamiento y que un cable calibre 600 MCM ocupará un área de 490 mm² con todo y aislamiento. Es entonces que el área total será de 2058 mm².

Debido a las posibles condiciones de humedad y altas temperaturas se utilizarán en toda la instalación tubo eléctrico liviano EMT de acero galvanizado debido a que el galvanizado por inmersión le proporciona la protección necesaria a la tubería para poder ser instalada en lugares o locales expuestos a la humedad y altas temperaturas.

Se utilizará tubería de 2" debido a que tiene un área de 3456 mm², según datos calculados

El centro de carga del Taller de Soldadura se determinó que la potencia total instalada es de 139,442 W. Para lo cual se dividirá en siete circuitos derivados. Es por esto que este centro de carga será alimentado por un sistema trifásico.

5.3.2.2 Circuito derivado n° 1 (esmeriles). En este circuito se contempla una carga de 1492 W.

$$I_{C \text{ Total}} = (1492 \text{ W} \times 0.7) / (220 \times 0.85)$$

$$I_{C \text{ Total}} = 5,58 \text{ A}$$

Al tratarse de un circuito que controla esmeriles se considera un conductor tipo THW calibre 12 ya que tiene una capacidad de 25 A.

Considerando que en este circuito se utilizarán 2-12 fases y 1-14 neutro y que el área de 2-12 es de 12.32mm² y que 1-14 tiene un área de 10.54mm² el área total será de 46.54mm² es decir se utilizará tubería 13mm.

5.3.2.3 Circuito derivado n° 19 (alumbrado). En este circuito se contempla una carga de 2100 W.

$$I_{C\ Total} = (2100\ W \times 0.7) / (220 \times 0.85)$$

$$I_{C\ Total} = 7.86\ A$$

Al tratarse de un circuito que controla alumbrado se considera cable o alambre tipo THW calibre 12 ya que tiene una capacidad de 25 A.

Considerando que en este circuito se utilizarán 2-12 fases y 1-12 neutro y que el área de 2-12 es de 12.32mm² y que 1-14 tiene un área de 10.54 mm² el área total será de 46.54 mm² es decir se utilizará tubería 13mm.

5.3.2.4 Circuito derivado n° 2 – 18 (soldadoras). En este circuito se contempla una carga de 9350 W.

$$I_{C\ Total} = (9350\ W \times 0.6) / (220 \times 0.85)$$

$$I_{C\ Total} = 30\ A.$$

Al tratarse de un circuito que controla máquinas soldadoras se considera un conductor tipo THW calibre 8 ya que tiene una capacidad de 50 A.

Se recomienda aplicar un circuito independiente con su respectiva protección para cada máquina soldadora.

5.3.3 Carga por circuitos del Taller de Fundición. Según datos calculados el centro de carga del Taller de Fundición se determinó que la potencia total instalada es de 34348 W.

Para lo cual se dividirá en cinco circuitos derivados. Es por esto que este centro de carga será alimentado por un sistema trifásico.

Tabla 32. Carga total en el Taller de Fundición.

Circuitos	Equipos	Potencia (W)	FU	FP	En (V)	Intensidad (A)
1	Máquinas industriales	2980	0.8	0.85	127	11.16
2	Horno inducción	17530	0.8	0.85	127	37.89
3	Puente grúa	10444	0.8	0.85	127	22.57
4	Iluminación	2275	0.8	0.85	127	8.52
5	Mufla	1119	0.8	0.85	127	4.19
CIRCUITO PRINCIPAL		34348	0.8	0.85	127	84.32

Fuente: Autores

5.3.1.1 Circuito principal o alimentador. Siendo la CTI igual a 34348 W. se utilizará un sistema trifásico.

Siendo la corriente en el circuito alimentador

$$I_{c \text{ Total}} = W_{TX} F_U / \sqrt{(3 \times E_n \times F_p)} \quad (7)$$

$$I_{c \text{ Total}} = 34348 \text{ w} \times 0.80 / \sqrt{3 \times 127 \text{ v} \times 0.85}$$

$$I_{c \text{ Total}} = 84.84 \text{ A.}$$

Siendo:

$$I_{c \text{ Total}} = \text{Corriente corregida}$$

W_T = Carga total

E_n = Tensión entre fase y neutro (127 V)

F_p = Factor de potencia

F_U = Factor de demanda

Se considera un factor de potencia $F_p = \cos 0.85$ y un factor de utilización o demanda igual a $F_U 0.7$.

Se utilizarán entonces conductores con aislamiento tipo THW ya que tienen un aislamiento de termoplástico resistente al calor (75 °C máximo) y a la humedad, con este aislamiento los conductores tienen mayor conducción comparado con otros.

Es entonces que se utilizarán cables tipo THW calibre 10.

Debido a las posibles condiciones de humedad y altas temperaturas se utilizarán en toda la instalación tubo conducto de acero galvanizado, debido a que el galvanizado por inmersión le proporciona la protección necesaria a la tubería para poder ser instalada en lugares o locales expuestos a la humedad y altas temperaturas.

Por lo cual se utilizará tubería pared de 65 x 65 mm debido a que tiene un área de 1638mm²

5.3.3.2 Circuito derivado n° 1 (máquinas de Taller). En este circuito se contempla una carga de 2980 W.

$$I_{cT1} = W_{TX} F_U / E_n \times F_p \quad (8)$$

$$I_{cT1} = 2980 \times 0.85 / 127 \times 0.85$$

$$I_{cT1} = 11.17 \text{ A}$$

Al tratarse de un circuito que controla máquinas de baja potencia existentes en el taller se considera cable o alambre tipo THW calibre 12 ya que tiene una capacidad de 25 A.

5.3.3.3 Circuito derivado n° 2 (horno de inducción). En este circuito se contempla una carga de 17530 W.

$$I_{cT1} = 17530W \times 0.8 / \sqrt{3} \times 127 \times 0.85$$

$$I_{cT1} = 75 \text{ A}$$

Al tratarse de un circuito que controla un horno de inducción. Según el cálculo se determinó que se debió utilizar conductores con aislamiento tipo THW se recomienda conductores calibre 4 (debido a que tienen una capacidad de conducción igual a 90 A)

5.3.3.4 Circuito derivado n° 3 (puente grúa). En este circuito se contempla una carga de 10444 W.

$$I_{cT1} = 10444 \times 0.85 / \sqrt{3} \times 127 \times 0.85$$

$$I_{cT1} = 47,48 \text{ A}$$

Al tratarse de un circuito que controla tres motores del puente grúa se considera un conductor tipo THW calibre 8 ya que tiene una capacidad de 50 A (se podría utilizar calibre 12 o menores pero la NOM establece calibres no menores a 10 ó 12).

5.3.3.5 Circuito derivado n° 4 (iluminación). El circuito se contempla una carga de 2275 W.

$$I_{cT1} = (W_{TX} F_U) / (E_n \times F_p) \quad (9)$$

$$I_{cT1} = (2275 \times 0.80) / (220 \times 0.85)$$

$$I_{cT1} = 9,73 \text{ A}$$

Al tratarse de un circuito que controla Iluminación se considera un conductor tipo THW calibre 12 ya que tiene una capacidad de 25 A.

5.3.3.6 Circuito derivado n° 5 (mufla). El circuito se contempla la carga de 1119 W.

$$I_{CT1} = 1119 \times 0.80 / 220 \times 0.85$$

$$I_{CT1} = 4.78 \text{ A}$$

Al tratarse de un circuito que controla una mufla se considera cable o alambre tipo THW calibre 12 ya que tiene una capacidad de 25 A.

5.4 Carga total en el edificio principal de Ingeniería Industrial

Tabla 33. Detalle de carga en el edificio de Ingeniería Industrial

Circuitos	Equipos	Potencia (W)	FU	FP	En (V)	Intensidad (A)
1	Centros de Computo	13960	0.8	0.85	120	30.17
2	Biblioteca	741	0.8	0.85	120	1.60
3	Dirección	1478	0.8	0.85	120	2.30
4	Aulas	785	0.8	0.85	120	1.22
5	Aso. Estudiantes	560	0.8	0.85	120	0.87
6	Bodega	530	0.8	0.85	120	0.21
CIRCUITO PRINCIPAL		18054	0.8	0.85	120	36.37

Fuente: Autores

Para realizar los cálculos, se tomó como referencia los centros de cómputo y demás dependencias. Los siguientes datos son de consumo eléctrico de los equipos.

5.4.1 Circuito principal o alimentador. Siendo la CTI igual a 18054W mediante un sistema trifásico.

Siendo la corriente en el circuito alimentador:

$$I_{c \text{ Total}} = 18054 \times 0.80 / \sqrt{3} \times 127 \times 0.85 \quad (10)$$

$$I_{c \text{ Total}} = 44.60 \text{ A}$$

Se considera un factor de potencia $F_p = \cos 0.85$ y un factor de utilización o demanda $F_u = 0.7$.

Se utilizarán conductores con aislamiento tipo THW ya que tienen un recubrimiento termoplástico resistente al calor (75 °C máximo) y humedad, con este aislamiento los conductores tienen mayor conducción comparado con otros.

Como resultado la selección del conductor THW a 75°C calibre 12 AWG (3.307 mm²) con una capacidad de conducción de 20 A – 25 A para alumbrado y fuerza. Esta selección tomará en cuenta en algunos casos la caída de tensión.

Debido a las posibles condiciones de humedad y altas temperaturas se utilizarán en toda instalación tubo de acero galvanizado pared debido que el galvanizado por inmersión proporciona la protección necesaria a la tubería para ser instalada en lugares o locales expuestos a la humedad y altas temperaturas.

5.4.2 Circuito derivado n° 1 (Centros de Cómputo). En este circuito se contempla una carga de 13960 W, debido a esto se utilizará el sistema trifásico.

$$I_{c \text{ Total}} = 13960 \times 0.85 / \sqrt{3} \times 127 \times 0.85$$

$$I_{c \text{ Total}} = 36.64 \text{ A}$$

Al tratarse de un circuito que controla máquinas de baja potencia se considera conductor tipo THW calibre 10 que tiene una capacidad de 40 A.

Considerando que en este circuito se utilizarán 2-12 fases y 1-12 neutro, el área de 2-12 es 12.32mm² y 1-12 tiene una área de 12.32mm² el área total será de 61.52mm² es decir se utilizará tubería 13mm pared gruesa debido a que tiene una capacidad de 96mm²

5.4.3 Circuito derivado n° 2 (Biblioteca). En este circuito se contempla una carga de 741 W.

$$I_{c \text{ Total}} = 741 \text{ W} \times 0.8 \times 127 \times 0.85$$

$$I_{c \text{ Total}} = 2.75 \text{ A}$$

Al tratarse de un circuito que controla únicamente alumbrado y computadoras personales. Según el cálculo tenemos como resultado la selección del conductor THW calibre 12 (3.307 mm²) con una capacidad de conducción de 20 A - 25 A para alumbrado y fuerza. Esta selección tomará en cuenta en algunos casos la caída de tensión.

Los conductores se transportan en una tubería de pared desde el circuito principal o alimentador al centro de carga. Para determinar el diámetro de esta tubería se debe considerar un área de 196.83mm² con el aislamiento

5.4.4 Circuito derivado n° 3 (Dirección). En éste circuito se contempla una carga de 1478 W, debido a esto se utilizará el sistema (2Φ-3h).

$$I_{c \text{ Total}} = 1478 \times 0.80 \times 127 \times 0.85 \quad (7)$$

$$I_{c \text{ Total}} = 5.48 \text{ A}$$

Este circuito está destinado para la alimentación eléctrica de todos los equipos eléctricos y electrónicos. Obteniendo como resultado la selección del conductor THW 12 (3.307 mm²) con una capacidad de conducción de 20 A – 25 A para alumbrado y fuerza. Esta selección tomará en cuenta en algunos casos la caída de tensión.

5.4.5 Circuito derivado n° 4 (Aulas). En este circuito se contempla una carga de 785 W.

$$I_{c \text{ Total}} = \{(W \times F_U) / (E_n \times F_p)\}$$

$$I_{c \text{ Total}} = 785 \times 0.80 / 127 \times 0.85$$

$$I_{c \text{ Total}}=2.91 \text{ A}$$

Al tratarse de un circuito que controla iluminación se considera un conductor tipo THW calibre 12 que tiene una capacidad de 25 A.

5.4.6 Circuito derivado n° 5 (Aso. Estudiantes). En este circuito se contempla una carga de 560 W.

$$I_{c \text{ Total}}= 560 \times 0.80 / 127 \times 0.85$$

$$I_{c \text{ Total}}= 2.08 \text{ A}$$

Al tratarse de un circuito que controla una dependencia menor se considera un conductor tipo THW calibre 12 que tiene una capacidad de 25 A.

5.4.7 Circuito derivado n° 6 (Bodega). En éste circuito se contempla una carga de 530 W.

$$I_{c \text{ Total}}=530 \times 0.80 / 127 \times 0.85$$

$$I_{c \text{ Total}}=1.97 \text{ A}$$

Al tratarse de un circuito que controla iluminación no se utiliza artefactos de alto consumo, se considera un conductor tipo THW calibre 12 que tiene una capacidad de 25 A.

5.5 Cálculo de la capacidad de los transformadores.

Para el cálculo de la capacidad del transformador se presenta la siguiente ecuación, tomando el respectivo factor de demanda en cada uno de los transformadores, debido a que es un valor tomado para un tiempo determinado de acuerdo a la carga instalada:

$$S = F_d \times \sqrt{3} \times V_L \times I_L \quad (11)$$

Donde:

S = Capacidad del transformador, potencia aparente [kVA].

F_d = Factor de demanda [adimensional].

V_L = Voltaje de línea [V].

I_L = Corriente de línea [A].

5.5.1 Cálculo de la pérdida de tensión.

La pérdida de tensión es la diferencia que existe entre el voltaje aplicado al extremo del alimentador de la instalación y el obtenido en cualquier otro punto de la misma instalación cuando circula corriente. Para el cálculo de la caída de tensión, el estudio a realizar se lo hará por medio de la resistencia kilométrica R_t y de la autoinducción kilométrica X_t . La ecuación para el cálculo de la caída de tensión de los alimentadores.

$$V = \left[(V_2 \cos \varphi_2 + \sqrt{3} X_t I) + (V_2 \sin \varphi_2 + \sqrt{3} R_t I)^2 \right] - V_2 \quad (12)$$

Donde:

V = Pérdida de tensión en los alimentadores [V].

V_2 = Tensión nominal de los elementos de consumo [V].

I = Corriente de carga en el alimentador [A].

R_t = Resistencia total del alimentador [Ω].

X_t = Reactancia inductiva total en los circuitos de los alimentadores [Ω].

5.6 Cálculo de pérdidas de consumo en los transformadores

Tabla 34. Consumo mensual de la Facultad de Mecánica

Transformador	Consumo Mensual	Consumo diario	Consumo Mensual
kVA	kWh	KWh	KWh
50	181,31	25,9	787,40
100	1266,44	180,92	5499,97
200	31,51	4,50	136,84
160	706,62	100,95	3068,75
75	140,6	200,37	6091,29
TOTAL			15584,25

Fuente: Autores.

La tabla anterior muestra el consumo semanal de cada transformador, dando un consumo general para la Facultad de Mecánica de 15 584,26 kWh.

5.6. Cálculo pérdidas de los transformadores. Analizando la regulación N° CONECEL – 004/01, que se refiere a la calidad de servicio eléctrico de distribución, establece que el factor de potencia límite mínima debe ser de 0,92.

Durante el periodo de medición, los analizadores de redes registraron valores inferiores al dado por la norma, concluyéndose que la facultad de Mecánica está cumpliendo con el índice de calidad. A continuación se muestra el factor de potencia promedio semanal de cada transformador. El transformador de 200 kVA es el que muestra el menor factor de potencia, que es de 0,654. En este caso se concentra el análisis en este transformador.

Esta propuesta sugiere corregir el factor de potencia a 0,98 que es un factor cercano a uno que es el recomendable.

El fin de un banco de capacitadores es eliminar el reactivo que se produce en la línea, por efectos de consumos reactivos (motores, máquinas soldadoras, etc.) el fin es mejorar el factor de potencia y evitar multas de la empresa eléctrica por sobrecarga en la línea.

Para calcular la capacidad del banco de capacitadores y ver su beneficio en ahorro de energía se procede de la siguiente manera:

1. Calcular el ángulo Φ_1 y Φ_2 con la siguiente fórmula.

$$\Phi = \cos^{-1}(fp) \quad (13)$$

2. Calcular las potencias reactivas Q_1 y Q_2 con la siguiente fórmula.

$$Q = P[\tan(\Phi)] \quad (14)$$

3. Hallar el valor del banco de capacitadores de la siguiente manera:

$$Q_c = Q_1 - Q_2 \quad (15)$$

4. Calcular la potencia aparente ahorrada:

$$S_{\text{ahorrada}} = S_1 - S_2 \quad (16)$$

Una vez vista la metodología para hallar la capacidad del banco de capacitadores, aplicamos para nuestro interés al transformador de 200 kVA.

Datos:

$$P_{\text{prom}} = 0,54 \text{ kW.}$$

$$fp_1 = 0,654.$$

$$fp_2 = 0,98$$

1. Calcular los ángulos Φ_1 y Φ_2 .

$$\Phi_1 = \cos^{-1}(fp_1) \quad (17)$$

$$\Phi_1 = \cos^{-1}(0,654)$$

$$\Phi_1 = 49,15^\circ$$

$$\Phi_2 = \cos^{-1}(fp_2)$$

$$\Phi_2 = \cos^{-1}(0,98)$$

$$\Phi_2 = 11,5^\circ$$

2. Calcular las potencias reactivas Q_1 y Q_2 .

$$Q_1 = P[\tan(\Phi_1)] \quad (18)$$

$$Q_1 = 0,54 * \tan(49,15^\circ)$$

$$Q_1 = 0,62 \text{ kVar.}$$

3. Hallar el valor del banco de capacitadores.

$$Q_c = Q_1 - Q_2$$

$$Q_c = (0,6 - 0,1) \text{ kVAr}$$

$$Q_c = 0,51 \text{ kVAr}$$

4. Calcular la potencia aparentemente ahorrada.

Se sabe que la potencia aparente es la suma de la potencia activa y reactiva:

$$S = P + jQ$$

Los valores de las potencias aparentes actuales y corregidas serían:

$$S_{\text{actual}} = S_1 = P + jQ_1$$

$$S_1 = 0,54 + j0,62 \text{ kVA}$$

$$S_{\text{corregida}} = S_2 = P + jQ_2$$

$$S_2 = 0,54 + j0,11 \text{ kVA}$$

$$S_{\text{ahorrada}} = S_1 - S_2$$

$$S_{\text{ahorrada}} = (0,54 + j0,62) - (0,54 + j0,11) \text{ kVA}$$

$$S_{\text{ahorrada}} = 0 + j0,51 \text{ kVA}$$

$$S_{\text{ahorrada}} = S_1 - S_2$$

$$S_{\text{ahorrada}} = (0,54 + j0,62) - (0,54 + j0,11) \text{ kW A}$$

$$S_{\text{ahorrada}} = 0 + j0,51 \text{ kVA}$$

$$[S_{\text{ahorrada}}] = \sqrt{p^2 + Q^2} \quad (19)$$

$$[S_{\text{ahorrada}}] = \sqrt{0^2 + 0,51^2}$$

$$[S_{\text{ahorrada}}] = 0,51 \text{ kVA}$$

El banco de capacitadores que ayudara a corregir el factor de potencia para este transformador es de 0,51 kVAr produciendo un ahorro de 0,51 kVA con este dato se dirige a catálogos para seleccionar el más adecuado y que esté más cercano a los estándares.

Se generó el cálculo para los cuatro generadores restantes, los resultados se muestra en la siguiente

Tabla. 35. Parámetros del banco de capacitadores

Transformador	ϕ 1	ϕ 2	Q1 kVAr	Q2 kVAr	QckVAr	S.ahorradakVA
50	30,00	11,48	0,30	0,21	0,39	0,39
100	28,36	11,48	1,78	0,67	1,11	1,11
200	49,16	11,48	0,62	0,11	0,51	0,51
160	34,11	11,48	1,16	0,35	0,82	0,82
75	28,48	11,48	1,69	0,63	1,06	1,06

Fuente: Autores

Comparando la potencia reactiva calculad con la potencia reactiva de estándar, lo bancos de capacitadores serían los siguientes.

Capacidad de banco de capacitadores estándar.

Tabla 36. Banco de capacitadores

Transformador kVA	Qc (calculado) kVA	Qc (estándar)kVA
50	0,39	0,5
100	1,11	1,0
200	0,51	0,5
160	0,82	1,0
75	1,06	1,0

Fuente: Autores

Se seleccionó el catalogo WEG de Capacitadores para Corrección del Factor de Potencia – 60Hz, en donde se seleccionó unidades capacitivas trifásicas _ UCW – T.

Figura 27. Unidad capacitiva trifásica _UCW_T



CAPÍTULO VI

6. PROPUESTA DE SOLUCIÓN Y MANTENIMIENTO MEJORATIVO EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

6.1 Alternativa, análisis y propuesta de solución

El control de calidad de una instalación eléctrica se denomina supervisión eléctrica. La supervisión eléctrica es un proceso que debe estar presente en todas las fases de ejecución de una obra eléctrica y especialmente cuando esta ha concluido y se entrega para el servicio.

La supervisión eléctrica es una evaluación constante de la calidad y del trabajo realizado.

La seguridad de los usuarios de las instalaciones y de los bienes es el producto de toda instalación eléctrica, antes de ponerlo en servicio por el usuario, la misma se inspeccionará además se realizará diversas pruebas y ensayos, a fin de verificar y evaluar que cumple con los estudios y especificaciones inherentes al proyecto.

Se exige para extensiones y modificaciones de las instalaciones existentes trabajo efectuado con idoneidad y ética profesional.

Considerando que muchas etapas de una instalación solo serán conocidas por quienes la ejecutan. Es de vital importancia que la labor técnica sea bien realizada a fin de evitar toda clase de contratiempos o averías durante su funcionamiento que acarrearía daños tanto en las instalaciones como en los bienes a su alrededor.

6.2 Inspección de la instalación eléctrica

Los técnicos encargados de la supervisión de las instalaciones eléctricas, deberán disponer para su labor toda la documentación relacionada con la obra eléctrica, lo siguiente:

- Esquemas y diagramas eléctricos.

- Tablas, características y especificaciones técnicas de los componentes de las instalaciones.
- Memoria del cálculo del proyecto.
- Elementos de inspección (escaleras, herramientas e instrumentos para realizar las mediciones finales, como megger, téster.)

Durante la realización de la inspección de los ensayos o pruebas de las instalaciones, deben tomarse todas las medidas de precaución a fin de garantizar la seguridad de las personas encargadas de la supervisión, y se evite cualquier clase de daños al equipamiento y a la propiedad.

6.2.1 Inspección visual. Las inspecciones visuales, preceden a las pruebas finales y es realizada a través de las inspecciones físicas de las instalaciones.

Esto se realizó mediante un recorrido desde el punto de empalme hasta el último elemento de cada circuito de la instalación.

La inspección visual permite globalizar la instalación y las condiciones técnicas de la ejecución al mismo tiempo nos permiten detectar ciertas fallas que se presentan en la instalación eléctrica y denotar claramente los sitios donde se necesita intervenir.

Figura 27. Transformadores trifásicos de 100 kVA.



Fuente: Autores

6.2.2 Plan de mejora. Según el estudio técnico realizado se determinó que el Taller de Soldadura y de Mecanizado Básico comparte un mismo transformador de capacidad de 100 kVA en donde el estudio de carga de los equipos instalados determina una carga de 163 kVA. Lo cual se sugiere amentar el transformador 70kVA para un correcto abastecimiento de corriente a todos los equipos se podrá evitar toda clase de desperfecto en la maquinaria y se alargaría su tiempo de vida útil.

6.2.3 Punto de empalme. Verificar que se encuentren los conductores, tableros, cajas y puestas a tierra especificados en el plano eléctrico.

En este punto se debe verificar además la posición de los tableros, que el alumbrado sea ordenado, la ausencia de polvo en los conductos.

6.2.4 Tableros de protección. En los tableros de protección se debe verificar las siguientes condiciones técnicas:

- Estructura de la caja; pintura terminación y tamaño.
- Ubicación; altura montaje, fijación y presentación.
- Componentes; protecciones, alumbrado, barras, llegadas y salidas de ductos, boquillas, tuercas.

Figura 28. Tableros de Protección



Fuente: Autores

6.2.5 Propuesta de mejora. En este punto de la inspección visual observamos que los tableros de control presentan una inadecuada protección, claramente es notorio que la instalación eléctrica tiene años de funcionamiento y visualizan varias modificaciones, el mismo representa un alto riesgo para el operador, existe también sobrecalentamiento y calcinación en los conductores primarios de las cajas de control.

Se sugiere un mantenimiento preventivo y correctivo en las cajas térmicas con la finalidad de evitar toda clase de contratiempos que se pudieran presentar, además de la colocación de los debidos aislantes donde se requiera.

6.2.6 Circuitos. Al revisar los circuitos se debe verificar:

- El dimensionamiento de líneas; revisar la sección de conductores.
- Los ductos; sus diámetros y las llegadas a cajas.
- Las cajas de derivación.

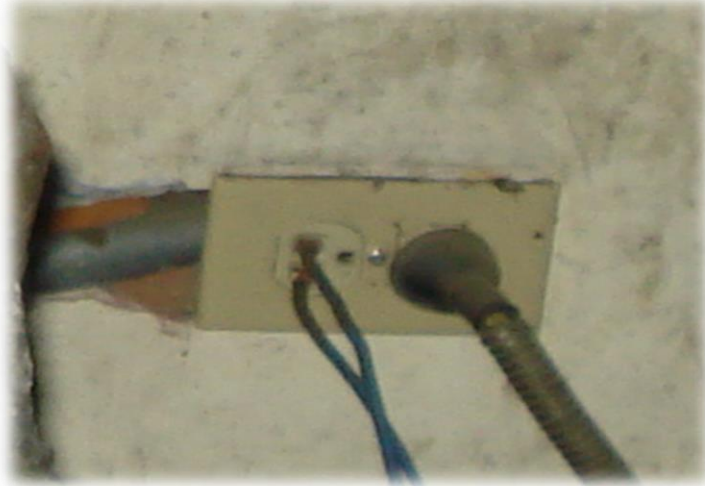
Figura 29. Sobrecalentamiento de conductores



Fuente: Autores

Existe sobrecalentamiento de los conductores por falta de apretar los terminales para un correcto funcionamiento.

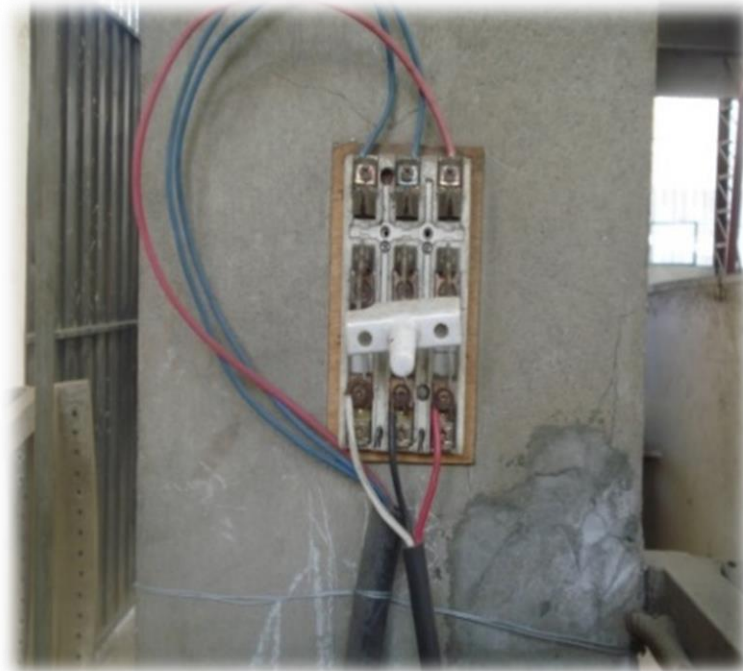
Figura 30. Cajas sin protección Taller de Mecanizado Básico



Fuente: Autores

Se debe realizar un mejor mantenimiento eléctrico, debido al alto riesgo que representa este tipo de instalación eléctrica descubierta, en todos los Talleres de Facultad de Mecánica.

Figura 31. Conexiones inadecuadas



Fuente: Autores

6.2.6.1 Propuesta de mejora. Después de realizar la inspección visual se encontraron varias falencias como: instalaciones inadecuadas, adaptadas y suspendidas. La caja térmica del

Taller de Soldadura presenta un recalentamiento en los conductores lo que se podría comprobar que existe una carga excesiva. La manipulación de ésta en las condiciones detalladas tiende a representar un factor de riesgo directo para los operadores y estudiantes.

Es necesaria la reparación de las instalaciones eléctricas en las que se encuentran totalmente deterioradas, se debe realizar un cambio total en cuanto a la instalación, además se deben tomar en cuenta todos los aspectos de seguridad para brindar un óptimo desempeño y reducir los riesgos de accidentes.

En resumen, la inspección visual y el análisis de la recomendación entregada, tiene el objetivo de verificar, si los componentes o elementos conectados cumplen las siguientes condiciones:

- Los requisitos de seguridad normalizados de acuerdo a lo establecido por las normas NEC.
- Materiales correctamente seleccionados e instalados de acuerdo con las normas correspondientes.
- Materiales y equipos instalados en buenas condiciones estructurales.
- Medidas de protección contra choques eléctricos por contacto directo e indirecto
- Conductores dimensionados adecuadamente y con sus correspondientes dispositivos de seccionamiento y de mando.
- Accesibles para realizar el mantenimiento de sus instalaciones.
- Que no exista abultamiento en cuanto al cableado y al realizarse extensiones, que estas se encuentren debidamente recubiertas por un aislante para evitar cortocircuitos.
- Comprobar que en las cajas de distribución no presenten fallas en cuanto a la repartición de la corriente con su debida intensidad y carga, para lograr un correcto abastecimiento de los equipos.

Tabla 37. Estado actual del Taller de Mecanizado Básico.

Año de fabricación: 1970 Aprox.		Tiempo de vida: 40 años	Vida útil: 80 años		
Manuales: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO		Planos: SI ___ NO <input checked="" type="checkbox"/>	Repuestos: SI ___ NO <input checked="" type="checkbox"/>		
ÍTEM		OBSERVACIONES	B	M	R
1	Conductores	Existe Sulfatamiento y sobrecalentamiento		x	
2	Tableros de protección	Presenta vetustez		x	
3	Puesta a tierra	No se encontró la barra de cobre		x	
4	Señalización adecuada.	No existe ningún tipo de señalización.		x	
5	Tomacorrientes	En algunos puntos presentan conexiones directas, y en otros puntos no poseen tapas de protección.		x	
6	Estado de iluminación	OK.		x	
7	Circuitos	Existen una serie de modificaciones de acuerdo a necesidades		x	
<p>Conclusión: Los 7 ítems evaluados alcanzan una puntuación del 85%, correspondiente a un estado técnico regular se recomienda dar una reparación pequeña como servicio de mantenimiento.</p>					

Fuente: Autores

Tabla 38. Estado actual del Taller de Soldadura.

Año de fabricación: 1970 Aprox.		Tiempo de vida: 40 años	Vida útil: 80 años		
Manuales: SI ___ NO <input checked="" type="checkbox"/>		Planos: SI ___ NO <input checked="" type="checkbox"/>	Repuestos: SI ___ NO <input checked="" type="checkbox"/>		
ÍTEM		OBSERVACIONES	B	M	R
1	Conductores	Existe sulfatamiento y sobrecalentamiento		x	
2	Tableros de protección	Presenta vetustez, No tiene tapa de protección		x	
3	Puesta a tierra	No se encontró la barra de cobre		x	
4	Señalización adecuada.	No existe ningún tipo de señalización.		x	
5	Tomacorrientes	Presentan tomacorrientes adecuados para máquina de soldar.		x	
6	Estado de iluminación	OK.		x	
7	Circuitos	Existen una serie de modificaciones de acuerdo a necesidades		x	
<p>Conclusión: Los 7 ítems evaluados alcanzan una puntuación del 80%, correspondiente a un estado técnico regular se recomienda dar una reparación pequeña como servicio de mantenimiento.</p>					

Fuente: Autores

Tabla 39. Estado actual del Taller de Fundición.

Año de fabricación: 1970 Aprox.		Tiempo de vida: 40 años	Vida útil: 80 años		
Manuales: SI ___ NO ✓		Planos: SI ___ NO ✓	Repuestos: SI ___ NO ✓		
ÍTE M		OBSERVACIONES	B	M	R
1	Conductores				x
2	Tableros de protección	Presenta vetustez		x	
3	Puesta a tierra	No se encontró la barra de cobre		x	
4	Señalización adecuada.	No existe ningún tipo de señalización.			x
5	Tomacorrientes	En algunos puntos presentan conexiones directas, y en otros puntos no poseen tapas de protección.			x
6	Estado de iluminación	OK.			x
7	Circuitos	Existen una serie de modificaciones de acuerdo a necesidades		x	
<p>Conclusión: Los 7 ítems evaluados alcanzan una puntuación del 77%, correspondiente a un estado técnico regular se recomienda reparar como servicio de mantenimiento.</p>					

Fuente: Autores

Las conclusiones anteriores nos basamos en el método que multiplica la cantidad de aspectos evaluados como buenos por 1, regulares por 0.8, malos por 0.6 y muy malos por 0.4. Se suman todos estos productos y el resultado se divide para la cantidad de aspectos evaluados. El resultado anterior se multiplica por 100 y obtenemos el índice que nos permite evaluar según criterios señalados (ZALDIVAR, 2004)

Tabla 40. Tipo de servicio de acuerdo a su estado técnico

Estado Técnico	Puntuación %	Tipo de servicio de Mantenimiento
Bueno	90 a 100	Revisión
Regular	75 a 89	Reparación Pequeña
Malo	50 a 74	Reparación Media
Muy Malo	Menos 50	Reparación General

Fuente: Autores

6.3. Análisis de criticidad.

El análisis de criticidad nos permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de optimizar el proceso de asignación de recursos (Económicos, humanos y técnicos).

Según las oportunidades y las necesidades de la organización, la metodología propuesta, es una herramienta de priorización bastante sencilla que genera resultados semicuantitativos, basados en la teoría del Riesgo.

$$\text{CRITICIDAD TOTAL} = \text{Frecuencia de fallas} * \text{Consecuencias}$$

$$\text{Consecuencias} = (\text{Impacto operacional} * \text{Flexibilidad}) + \text{Costos de Mantenimiento} + \text{Impacto SAH (MANTENIMIENTO)} \text{ (ZALDIVAR, 2004)}$$

Tabla 41. Talleres de mecanizado básico, soldadura y fundición.

Equipos	Io	Fo	cm	isah	ff	Co	Total	Jerarquización
Trasformador trifásico (100 kVA)	10	4	1	3	1	44	44	Crítico
Cable conductor a caja de control	7	2	1	3	1	18	18	No crítico
Caja de control.	7	1	1	3	1	11	11	No crítico
Circuitos de Fuerza.	4	1	1	3	1	8	8	No crítico
Circuito de iluminación	4	1	1	3	1	8	8	No crítico
Cable de puesta a tierra	4	1	1	3	1	8	8	No crítico

Fuente: Autores

El análisis de criticidad de las instalaciones eléctricas, permite tomar referencias para determinar la jerarquización del sistema:

6.4 Propuesta de mejora de las instalaciones eléctricas del edificio de Ingeniería Industrial

Después del análisis realizado a las instalaciones existentes se determina elaborar una redistribución en cuanto a las cargas eléctricas. Se presentan problemas de desfase en cuanto a la alimentación del servicio eléctrico en sus diversas dependencias con las que cuenta la escuela. Se realizará cambios en la tubería eléctrica.

6.4.1 Especificaciones de montaje. La conexión del neutro se realizará en el tablero principal de la red de distribución que proporciona el servicio eléctrico. Debe colocarse un interruptor automático en el medidor, para proteger la acometida contra cortocircuitos en las líneas de servicio, y un fusible para cada línea, para evitar cortar los conductores en caso de suspensión del servicio.

Las lámparas de techo están colocadas en el área central de la zona a iluminar, controladas por interruptores en la pared ubicados a 1,20 m del piso acabado.

Todos los calibres de los conductores a usar están especificados en las tablas anteriores, a las cuales debe recurrirse para la instalación, y serán colocados dentro de tubos galvanizados, para evitar deterioro.

De acuerdo al código de colores, los conductores de las fases serán de color azul, rojo o negro, el neutro, de color gris o blanco, y a tierra de color verde.

6.4.2 Esquema general del sistema eléctrico

IP= Interruptor principal

TP= Tablero principal

ST= Sub-tablero

6.4.3 Acometidas. Las acometidas podrían ser aéreas o subterráneas, dependiendo de la selección de tipo de acometida en la elaboración del proyecto deberá ser considerarse las normas vigentes.

En lo particular para este proyecto se considera que sea subterránea. La consideración más sobresaliente es la referente al tamaño y capacidades nominales de los conductores. La cual considera lo siguiente.

Tamaño o designación nominal mínimo del conductor. Los conductores deben tener un tamaño nominal no menor que 8,37 mm² (8 AWG), si son de cobre y de 13,3 mm² (6 AWG) si son de aluminio.

6.4.4 Alimentadores. Los requisitos de instalación, de la capacidad de conducción de corriente y tamaño nominal mínimo de conductores, para los alimentadores que suministran energía a las cargas de los circuitos derivados. El circuito alimentador llegará al centro de carga, en el cual se encuentran los circuitos derivados. Para este cálculo se considera que la acometida es de dos fases a tres hilos por lo cual el cálculo para el circuito alimentador del proyecto que se realiza es el siguiente:

Corriente del alimentador = carga mínima total (voltaje de línea) x (F.P.)

$$I=18054(127) (0.8) = 88.84 \text{ A} \quad (20)$$

Podemos seleccionar 2 tipos de conductores del tipo THW (Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendio) uno a 90°C calibre 8 AWG de 55 A y otro 75°C calibre 6 AWG a 65 A.

6.4.5 Calculo del conductor por caída de voltaje. No basta con calcular los conductores solo con *corriente*. También es necesario que la caída de voltaje en el conductor no exceda los valores establecidos por la NORMA.

Se permite un 3% de caída de tensión para circuitos derivados y un 5% de caída de tensión para el conjunto de alimentadores más derivados.

La caída de voltaje viene determinada por la siguiente fórmula y depende de los sistemas monofásico o bifásico.

6.4.5.1 Sistema monofásico

$$e\% = 4 L I / E_n s \quad (21)$$

$e\%$: Caída de voltaje en porcentaje.

L: Longitud del conductor en m

E_n : Voltaje de línea neutro

S: Selección transversal del conductor en mm²

I: Intensidad

6.4.5.2 Sistema bifásico

$$e\% = 2 L I / E_f s$$

$e\%$: Caída de voltaje en porciento.

L: Longitud del conductor en m

E_f : Voltaje de línea a Línea.

S: Sección transversal del conductor en mm²

I: Intensidad

6.5 Ingeniería del proyecto

Una vez concluida con la inspección de las instalaciones eléctricas se sugiere recurrir al uso de instrumentos para verificar, entre otros detalles, el estado de las instalaciones y puesta a tierra, factores de gran importancia para la seguridad de los usuarios.

Las normas prescriben los ensayos y recomendaciones de manera cómo proceder en su aplicación.

Dentro de los ensayos y dimensiones se recomienda seguir lo siguiente:

- Continuidad de los conductores, puesta a tierra y protección de las conexiones equipotenciales.
- Separación eléctrica de los circuitos.
- Medición de las resistencias de los electrodos de tierra de protección.

- Verificación de las características de los dispositivos de protección contra contactos directos e indirectos.
- Verificación de las características de los dispositivos contra cortocircuito y sobrecargas.
- Verificación de polaridades.
- Ensayos de tensión.
- Ensayos de funcionamiento.

Los ensayos o pruebas antes mencionadas, además de asegurar el correcto funcionamiento de un sistema o circuito eléctrico, están destinados a proteger al operador, evitando el riesgo de altas tensiones por contacto directo o indirecto.

Es fundamental que se cumplan las normas NEC 10 en el artículo 5.2 y prescripciones establecidas al respecto con el fin de asegurar un ambiente de trabajo correcto y seguro para todos los operarios y estudiantes.

6.5.1 Medición de aislación. Entre los materiales hay materiales aislante y conductor. Los aislantes perfectos no existen. Los conductores activos de una instalación eléctrica (neutro y fase) deben estar unidos entre si y como tierra a través de los aislantes que los recubren para controlar dicha imperfección o (Corriente de fuga).

Dicha corriente de fuga se genera cuando se aplica una tensión entre los conductores por el paso de pequeñas cantidades de corriente a través de los aislantes. La norma eléctrica, establece algunas presiones sobre los niveles de corriente de fuga permitidos.

Para instalaciones de hasta 100 metros de longitud es aceptable la corriente de fuga en la salida de protección general, entre un conductor activo (fase, neutro) y tierra, o entre los dos conductores activos, no sea superior a 1 miliamperio. (mA). Analizamos que, la resistencia de aislación opone al paso de corriente de fuga, o resistencia de aislación mínima debe ser:

De 300000 Ω para la instalación cuya tensión de servicio debe ser hasta 220 V. Las pruebas o ensayos de aislación que deben realizar durante la supervisión eléctrica, son:

- Aislación entre cada conductor activo y tierra.

- Aislación entre conductores activos.

Para las mediciones, la instalación debe estar en las siguientes condiciones:

- Sin tensión.
- Ningún receptor conectado.

Para las pruebas de aislación, se debe contar con un instrumento llamado megger, que mide resistencia de aislación. Posee un generador de corriente continua accionado por medio de una manivela, con tensiones de media de 500 y 1000 V (voltios).

Para efectuar el ensayo de resistencia de aislación, se conectará el instrumento a la instalación tal como se muestra en las figuras, para cada una de las mediciones indicadas anteriormente.

6.5.2 Medición de la puesta a tierra. La puesta a tierra de protección tendrá un valor específico, de acuerdo al requerimiento de las medidas de seguridad contra tensiones por contactos indirectos según las normas NEC 10 en el artículo 10 sistemas de puesta a tierra.

Las mediciones de la supervisión eléctrica, son:

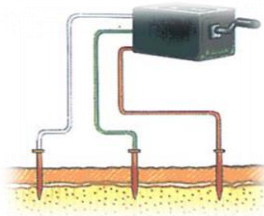
- a) Medición de puesta a tierra de protección.
- b) Medida de la protección de tierra diferencial.

Los objetivos de la puesta a tierra son:

- Evitar que las carcasas metálicas de los equipos eléctricos aparezcan tensiones que resulten peligrosas en el momento de la manipulación y se ponga en riesgo la vida humana.
- Permitir que la protección del circuito se desconecte por falla en un tiempo no mayor de los 5 segundos y revisarlos periódicamente para su correcto funcionamiento.

- Controlar el nivel de tensión (Voltaje) que aparece en las carcasas de los equipos eléctricos ante una falla de aislación, para que éste no alcance valores superiores a las tensiones de seguridad.

Figura 32. Colocación de puesta a tierra



Fuente: Autores

6.5.3 Presupuesto del desarrollo del proyecto

En vista que en los Talleres de Facultad de Mecánica existen inadecuadas instalaciones eléctricas se analizó y evaluó cada uno de los circuitos eléctricos. Proponemos valores aproximados del costo de la reparación de los mismos.

Tabla 42. Costo del proyecto

Costo aproximado del proyecto	
Materiales	valor USD
Valor del transformador 70 KVA	\$ 5.000,00
Cámara de transformación 6m2	\$ 800,00
Conductores	\$ 3.000,00
Tuberías y canaletas	\$ 1.000,00
Cajas térmicas	\$ 800,00
Protecciones térmicas	\$ 500,00
Accesorios eléctricos	\$ 500,00
Mano de obra	\$ 2.000,00
VALOR	\$ 13.600,00

Fuente: Autores

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

Los talleres de Mecanizado Básico, Soldadura y Fundición fueron construidos aproximadamente hace unos 40 años, por tal motivo no existe ningún registro de los planos eléctricos de los mismos. Para realizar el estudio se procedió al levantamiento de la información de los datos de placa de cada equipo instalado en los talleres y así poder determinar las cargas y calcular un determinado transformador.

Según el estudio técnico realizado se determinó que el Taller de Soldadura y Mecanizado Básico comparten un mismo transformador con capacidad de 100 kVA donde el estudio de carga de los equipos instalados determina una carga de 270kVA y en el Taller de Fundición se encuentra instalado un transformador trifásico de 50 kVA con una carga instalada de 31.3 kVA.

En las cajas térmicas de los talleres se verifica que presentan deterioro por el tiempo de utilización con varias modificaciones tales como, falta de tapas de protección y sobrecalentamiento en los conductores que alimentan a los circuitos.

En la inspección visual se encontró instalaciones suspendidas e instalaciones provisionales que fueron adecuadas para las necesidades del momento, estas instalaciones presentan riesgos permanentes sin embargo no existen protecciones adecuadas como son las cajas térmicas.

Para la determinación del calibre de los conductores se dividió en circuitos principales y derivados, dependiendo las cargas y corrientes sometidas se determinó mediante catálogos eléctricos el calibre de los conductores con sus respectivos diámetros de tuberías.

Las instalaciones no cumplen con medidas de seguridad para precautelar la integridad de las personas que laboran en estas dependencias.

En el edificio de Ingeniería Industrial existe una mala distribución en cuanto al sistema de cargas eléctricas, debido a esto se presentan problemas de caída de tensión y averías en los aparatos conectados.

7.2. Recomendaciones

Realizar instalaciones eléctricas en forma independiente para cada circuito con sus respectivas protecciones térmicas.

Readecuar las instalaciones eléctricas por la incrementación de las máquinas y equipos, a través de los años no existe una distribución adecuada ni documento alguno que indique la instalación de las máquinas, por lo cual es necesario realizar una nueva readecuación en la instalación eléctrica.

Implementar un transformador de mayor capacidad en los talleres de Mecanizado Básico y Soldadura, si trabajarán los equipos a un 100% ($F_u = 0.8$), tomando en cuenta que son Talleres con propósito didáctico ($F_u = 0.4$) trabajan a esta capacidad. Para lo cual es necesario instalar equipos donde se determine la carga real, este servicio presta la Empresa Eléctrica Riobamba.

Realizar instalaciones de cajas térmicas con distribuciones independientes para cada circuito con sus respectivas protecciones y el cambio de los conductores por seguridad ya que se encuentran sobrecalentados.

Efectuar un estudio previo del transformador trifásico en el taller de Soldadura y Mecanizado Básico.

Implementar el uso de equipos para verificar el estado de las aislaciones y puesta a tierra. Evitando los sobrecalentamientos que son producidos por una mala sujeción de los conductores para lo cual es indispensable el uso de la cámara termográfica para la detección de los puntos calientes.

Elaborar un plan de contingencia en caso de falla eléctrica en las dependencias y socializar, con el fin de precautelar la seguridad e integridad de las personas que laboran en estos lugares.

Tomar en consideración las sugerencias del estudio técnico realizado para una futura readecuación.

BIBLIOGRAFÍA

1. LAGUNAS MARQUES, A // Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión Comerciales e Industriales // España: / Paraninfo S.A. / 2001.
2. ROLDAN, J // Manual de Mantenimiento de Instalaciones // 2001
3. OSPINA, F // Tierras Soportes de la Seguridad Eléctrica // Santa fe Bogotá: / Mayo 1998.
4. MADRIGAL, V // Manual Técnico de Cables de Energía // McGraw-Hill.
5. KOSOW, L, // Transformadores y Maquinas eléctricas.
6. JOSÉ, R // Diseño de Subestaciones Eléctricas // México: / Fuentes Impresoras S.A / 1987.
7. UGLY´S // Electrical References // U.S.A: / Revised 1999 edition
8. QUISHPE G // Manual del Diseño Eléctrico para Distribución EERSA // Riobamba / 2004.
9. COLMENAR A // Guía Práctica de Electricidad y Electrónica // Editorial Cultural S.A // Madrid / 1997
10. Norma Ecuatoriana de Construcción NEC-10
11. Índices del Mantenimiento de Clase Mundial
<http://www.solomantenimiento.com> 2009-07-15
12. Teoría sobre Mantenimiento
www.wikipedia.com 2009-08-25
13. Conductores Eléctricos www.procobreecuador.org 2010-01-25
14. Mantenimiento de Sistemas Eléctricos www.monografías.com 2010-02-20