



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL

TRABAJO DE GRADO

TEMA

“ESTUDIO Y MEJORAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS QUE SUMINISTRAN ENERGÍA A LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DE LA PLANTA ACADÉMICA TEXTIL N° 1 DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

“Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero textil”

AUTOR:

Sr. Jorge Alfonso Ruiz Guerrero

TUTOR:

Ing. Octavio Cevallos

IBARRA, ABRIL 2013



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1001816659		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Jorge Alfonso Ruiz Guerrero		
DIRECCIÓN:	Calle Fidel Egas entre Vacas Galindo y García Moreno		
EMAIL:	joralrugue@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	062915760	TELÉFONO MÓVIL:	0985225168

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“ESTUDIO Y MEJORAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS QUE SUMINISTRAN ENERGÍA A LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DE LA PLANTA ACADÉMICA TEXTIL N° 1 DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”
AUTOR:	Jorge Alfonso Ruiz Guerrero
FECHA:	2012-07-13
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO TEXTIL
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Octavio Cevallos

Firma -----

Nombre: Jorge Alfonso Ruiz Guerrero

Cédula: 1001816659

Ibarra, abril del 201

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Jorge Alfonso Ruiz Guerrero con cédula de ciudadanía Nro. 1001816659 en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

Firma -----

Nombre: Jorge Alfonso Ruiz Guerrero

Cédula: 1001816659

Ibarra, abril del 2013



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR
DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Jorge Alfonso Ruiz Guerrero, con cédula de identidad N° 1001816659 manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la ley de propiedad intelectual del Ecuador artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (a) de la obra o trabajo de grado denominado: “ESTUDIO Y MEJORAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS QUE SUMINISTRAN ENERGÍA A LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DE LA PLANTA ACADÉMICA TEXTIL N° 1 DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE” que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Textil, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Firma -----

Nombre: Jorge Alfonso Ruiz Guerrero

Cédula: 1001816659

Ibarra, abril del 2013



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

En mi calidad de Director del Trabajo de Grado presentado por el egresado Jorge Alfonso Ruiz Guerrero, para optar por el título de Ingeniero Textil, cuyo tema “ESTUDIO Y MEJORAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS QUE SUMINISTRAN ENERGÍA A LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DE LA PLANTA ACADÉMICA TEXTIL N° 1 DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”. Considero que el presente trabajo reúne todos los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, abril del 2013

Firma

Ing. Octavio Cevallos



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales por lo que asume la responsabilidad del contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación en caso de terceros.

Ibarra, abril del 2013

EL AUTOR:

ACEPTACION:

.....

.....

JORGE ALFONSO RUIZ GUERRERO

ING. BETHY CHÁVEZ

C.I 1001816659

JEFE DE BIBLOTECA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación quiero dedicar primeramente a Dios quien me ha dado la sabiduría y fortaleza para poder realizar el trabajo; a mis padres quienes han sido el apoyo y soporte durante mis estudios universitarios; mi esposa Sra. Jaqueline Proaño, a mis hijos Jorge, Jeraldin y Jade; quienes con su amor, tolerancia y cariño me han dado la fortaleza para hoy convertirme en un profesional y ver cristalizados mis ideales de ser un Ingeniero Textil y de esta manera poder aportar a la sociedad y a las nuevas generaciones

Jorge Alfonso



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Al finalizar esta investigación, realizada en el período lectivo 2011-2012 quiero expresar mis reconocimientos a las siguientes personas e instituciones:

A las Autoridades y Docentes de la facultad de Ingeniería de Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte, por darme una educación de calidad y calidez, y por formarme como un verdadero profesional.

Al Ing. Octavio Cevallos, quien en calidad de Tutor, me guio en el desarrollo de esta investigación, así como también dedicó todo su tiempo en calidad de maestro y amigo.

A los Profesionales encargados de la Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte, que colaboraron en la investigación de campo y fueron un elemento esencial en el desarrollo del proyecto.

Jorge Ruiz

INDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN	ii
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD	
TÉCNICA DEL NORTE.....	iv
CERTIFICACIÓN DEL ASESOR	v
CONSTANCIAS	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
INDICE DE CONTENIDOS.....	ix
INDICE DE CUADROS	xiii
INDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
RESUMEN EJECUTIVO.....	xvii
EXECUTIVE SUMMARY	xviii
CAPÍTULO I	1
1.1 GENERALIDADES.....	1
1.1.1 HISTORIA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.....	2
1.1.2 GENERACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	4
1.1.2.1 Generación Termoeléctrica:.....	4
1.1.2.2 Generación Hidroeléctrica	9
1.1.2.3 Generación por formas no convencionales o renovables.....	9
1.1.3 Situación de la generación eléctrica en el Ecuador.....	13
1.2 TRANSMISIÓN DE LA ENEREGÍA ELÉCTRICA.....	14
1.2.1 Descripción.....	14
1.2.2 Situación de la transmisión de energía en el Ecuador	17
1.3 DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	19
1.3.1 Descripción.....	19
1.3.2 Situación de la distribución de le energía eléctrica en el Ecuador.....	20
CAPÍTULO II	23
SISTEMAS ELÉCTRICOS	23
2.1 CONDUCTORES.....	23
2.1.1 Tipos de conductores.....	26
2.1.1.1. Conductores de cobre desnudos.....	26
2.1.1.2. Conductores aislados de cobre.....	26
2.1.2 Aplicaciones de los conductores eléctricos.....	27
2.2 CIRCUITOS ELÉCTRICOS	27
2.2.1 Generalidades	27
2.2.1.1 Partes	28
2.2.1.2 Leyes fundamentales	29
2.2.2 Clasificación de circuitos	30
2.3 MATERIALES USADOS EN CIRCUITOS ELÉCTRICOS.....	30
2.3.1 Resistencia eléctrica. Ley de OHM	30
2.3.2 Valores eficaces de la corriente alterna.....	30
2.3.3 Los polímeros	31

2.3.4 Condensadores.....	32
2.3.4.1 Tipos de condensadores.....	32
2.3.5 Los materiales semiconductores.....	32
2.3.5.1 Semiconductores tipo N.....	33
2.3.5.2 Semiconductores tipo P.....	33
2.3.6 Diodos.....	34
2.3.7 Circuito rectificador.....	35
2.3.8 Interruptores automáticos.....	36
2.3.9 Los Relés.....	38
2.3.10 Transistores.....	39
2.4 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.....	40
2.4.1 Importancia de los implementos de seguridad eléctricos.....	41
2.4.2 Protecciones básicas de los circuitos de alumbrado y distribución.....	42
2.4.2.1 Protección contra cortocircuitos.....	42
2.4.2.2 Protección contra sobrecargas.....	43
2.4.2.3 Protección contra electrocución.....	46
2.5 NORMAS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	47
CAPÍTULO III.....	48
APARATOS DE MEDICIÓN.....	48
3.1 POTENCIAL Y DIFERENCIA DE POTENCIAL.....	48
3.2 RESISTIVIDAD.....	51
3.3 POTENCIA ELÉCTRICA.....	52
CAPÍTULO IV.....	54
MAQUINARIA TEXTIL.....	54
4.1 BOBINADORA-ENCONADORA (SHWEITER).....	54
4.1.1 Funciones de la bobinadora.....	55
4.1.2 Elementos componentes.....	55
4.1.2.1 Tensores.....	55
4.1.2.2 Cilindros Dentados y Porta conos.....	56
4.1.2.3 Guía hilos.....	58
4.1.2.4 Elemento parafinador.....	59
4.1.2.5 Purgadores.....	61
4.1.3 Motor.....	63
4.1.3.1 Descripción del motor.....	63
4.1.4 Bancada o Bastidor.....	63
4.1.5 Tipos de bobinadoras.....	64
4.1.5.1 Bobinadora universal.....	64
4.1.5.2 Bobinadora automática de gran velocidad.....	65
4.1.5 Producción de la bobinadora.....	65
4.1.5.1 Capacidad de producción.....	65
4.2 MÁQUINA LIJADORA.....	66
4.2.1 Motor.....	67
4.2.2 Mecanismo.....	68
4.2.3 Bastidor o bancada.....	69
4.2.4 Componentes de seguridad.....	69

4.3 TEJEDORA RECTILINEA	70
4.3.1 Motor	71
4.3.2 Mecanismo	72
4.3.3 Bastidor o bancada.....	73
4.3.4. Componentes de seguridad	74
4.4 MÁQUINA DE MEDIAS.....	74
4.4.1 Motor	75
4.4.2 Bastidor o bancada.....	76
4.4.3 Componentes de seguridad	77
4.5 LA CENTRIFUGA.....	77
4.5.1 Descripción.....	78
4.5.2 Generalidades	78
4.5.3 Propiedades del centrifugado	78
4.5.4 Procesos anteriores al centrifugado	79
4.5.5 La hidroextracción como parte del acabado.....	79
4.5.6 Ventajas del centrifugado	80
4.5.6.1 Generalidades	80
4.5.7 Seguridad industrial aplicada al manejo de centrifugas	81
4.5.8 Motor de la centrifuga	82
4.5.9 Bancada y elementos de seguridad	82
4.6 MÁQUINA CIRCULAR	83
4.6.1 Descripción.....	83
4.6.2 Generalidades	84
4.6.3 Sistema Alimentación.....	84
4.6.4 Sistema de Tisaje.....	85
4.6.4 Sistema de Enrollamiento	85
4.7 MÁQUINAS DE LA CONFECCIÓN	86
4.7.1 Cortadora vertical.....	86
4.7.2 Overlock	87
4.7.3 Recta.....	88
4.7.4 Recubridora	90
4.8 COMPRESOR.....	91
CAPÍTULO V	93
PARTE PRÁCTICA	93
5.1 ANTECEDENTES	93
5.2 DIAGNÓSTICO.....	94
5.2.1 Objetivo General	94
5.2.2 Objetivos específicos.....	94
5.3 FUENTES DE INFORMACIÓN.....	94
5.3.1 Información primaria	94
5.3.2 Información secundaria	95
5.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	95
5.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	96
5.5.1 Análisis de los resultados de las encuestas aplicadas a los trabajadores y estudiantes de la Universidad Técnica del Norte de la Planta Académica Textil N° 1.....	96

5.6 LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN TÉCNICA DEL ESTADO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA PLANTA ACADÉMICA TEXTIL N° 1 DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	110
CAPITULO VI	114
“ESTUDIO, CÁLCULO, DISEÑO E INSTALACIÓN DEL NUEVO SISTEMA ELÉCTRICO DE LA PAT 1 DE LA UTN -FICA CARRERA DE INGENIERIA TEXTIL Y MODAS”	114
6.1 ANTECEDENTES DE LA PLANTA ACADÉMICA TEXTIL N° 1	114
6.2 LEVANTAMIENTO DE PLANOS	114
6.3 DISEÑO ELÉCTRICO.....	117
6.3.1 Levantamiento de planos del diseño	117
6.5 INSTALACIÓN DEL NUEVO SISTEMA NORMATIVA Y PRINCIPIOS A SEGUIR EN EL DISEÑO....	122
6.5.1 Desarrollo	123
CAPÍTULO VII	129
ANÁLISIS DE COSTOS.....	129
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	131
BIBLIOGRAFÍA.....	133
LINCONGRAFIA.....	134
ANEXO N° 1	137
Anexo N° 2	140
Certificación de la Universidad.....	140
Anexo N° 3	141
Fotografías de la instalación.....	141

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1	Número de centrales instaladas, por tipo de sistema y tipo de empresa	14
Cuadro N° 2	Número de clientes regulados por empresa a diciembre de 2009.....	21
Cuadro N° 3	Cobertura eléctrica	22
Cuadro N° 4	Resistividades de algunos materiales	51
Cuadro N° 5	Tipos de parafina.....	60
Cuadro N° 6	Población a investigarse.....	95
Cuadro N° 7	Cálculo de carga Planta textil N° 1 UTN	116
Cuadro N° 8	Voltajes y carga de la maquinaria	119
Cuadro N° 9	Calibres y protecciones recomendados	121
Cuadro N° 10	Libro de obra	127
Cuadro N° 11	Libro de obra	128
Cuadro N° 12	Costos.....	129
Cuadro N° 13	Presupuesto	130

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1	Esquema de la energía en transmisión	18
Gráfico N° 2	Circuito eléctrico básico	28
Gráfico N° 3	Clasificación de circuitos.	30
Gráfico N° 4	Circuito rectificador.....	35
Gráfico N° 5	Interruptor de mercurio	36
Gráfico N° 6	Interruptor de presión.....	37
Gráfico N° 7	Interruptor magnético.....	37
Gráfico N° 8	Interruptor óptico	38
Gráfico N° 9	Tipos de conexiones de relés	38
Gráfico N° 10	Tipos de transistores.....	39
Gráfico N° 11	Tipos de fusibles.....	44
Gráfico N° 12	Relé Térmico	45
Gráfico N° 13	Bobinador – Enconador.....	54
Gráfico N° 14	Platos tensores.....	56
Gráfico N° 15	Cilindros Dentados y Porta conos	57
Gráfico N° 16	Conos.....	58
Gráfico N° 17	Guía de Hilos	59
Gráfico N° 18	Elemento Parafinador	61
Gráfico N° 19	Elemento Purgador	62
Gráfico N° 20	Motor	63
Gráfico N° 21	Bastidor	64
Gráfico N° 22	Lijadora.....	66
Gráfico N° 23	Motor	67
Gráfico N° 24	Motor 5 HP.....	68
Gráfico N° 25	Bancada o bastidor	69
Gráfico N° 26	Puertas y bastidor de protección.....	70
Gráfico N° 27	Máquina tejedora	70
Gráfico N° 28	Motor	72
Gráfico N° 29	Motor	73
Gráfico N° 30	Bastidor	73
Gráfico N° 31	Puertas y dispositivos de seguridad.....	74
Gráfico N° 32	Máquinas de medias	74
Gráfico N° 33	Motor	75
Gráfico N° 34	Motor trifásico	76
Gráfico N° 35	Bastidor	76
Gráfico N° 36	Componente de seguridad.....	77
Gráfico N° 37	Centrifuga	77
Gráfico N° 38	Motor de centrifuga.....	82
Gráfico N° 39	Bancada y elementos de seguridad	82
Gráfico N° 40	Máquina Circular.....	83
Gráfico N° 41	Sistema de alimentación.....	84
Gráfico N° 42	Sistema de tisaje	85

Gráfico N° 43 Sistema de enrollamiento	86
Gráfico N° 44 Cortadora vertical	86
Gráfico N° 45 Overlock	87
Gráfico N° 46 Máquina recta	88
Gráfico N° 47 Estructura de una Máquina recta	89
Gráfico N° 48 Recubridora	90
Gráfico N° 49 Compresor	92
Gráfico N° 50 Estado del sistema eléctrico Planta textil N° 1 UTN	110
Gráfico N° 51 Estado del sistema eléctrico Planta textil N° 1 UTN	111
Gráfico N° 52 Estado del sistema eléctrico Planta textil N° 1 UTN	112
Gráfico N° 53 Planta Arquitectónica	115
Gráfico N° 54 Diseño del circuito eléctrico	118
Gráfico N° 55 Circuitos de fuerza Planta textil N° 1 UTN	126

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA Nº 1 ¿Cómo considera el estado de las instalaciones eléctricas de la planta académica textil Nº 1 de la UTN?	96
TABLA Nº 2 ¿Cómo se le considera al sistema eléctrico en la Planta académica textil Nº 1 de la UTN?	97
TABLA Nº 3 ¿Los problemas eléctricos qué tipo de problemas ha causado en la planta?	98
TABLA Nº 4 ¿Según usted conoce, cuáles de las máquinas o equipos han sufrido daños por este problema?	99
TABLA Nº 5 Qué se requiere para el mejoramiento de las instalaciones eléctricas y equipos de la Planta académica textil Nº 1 de la UTN?	100
TABLA Nº 6 ¿Conocen ustedes la existencia de un plano de las instalaciones eléctricas que ayuden a desarrollar un cambio o mejoramiento de este sistema?.....	101
TABLA Nº 7 ¿Se visualiza en las instalaciones dispositivos de protección para las variaciones de voltaje?	102
TABLA Nº 8 ¿Cuán seguras son las instalaciones eléctricas actualmente?.....	103
TABLA Nº 9 ¿Con que frecuencia se realiza prácticas en la Planta Académica Textil Nº 1 de la Universidad Técnica del Norte?	104
TABLA Nº 10 ¿Las autoridades realizan el mantenimiento del sistema eléctrico en la Planta académica textil Nº 1 de la UTN?.....	105
TABLA Nº 11 ¿Con qué frecuencia se paralizan las prácticas por desperfectos eléctricos?	106
TABLA Nº 12 ¿Existe algún tipo de codificación para el reconocimiento de la maquinaria e instalaciones eléctricas?.....	107
TABLA Nº 13 ¿Cree usted que al realizar el estudio y mejoramiento de las instalaciones eléctricas que suministran energía a las máquinas y equipos de la planta académica textil Nº 1 de la Universidad Técnica del Norte se elevaría la calidad del servicio?.....	108
TABLA Nº 14 ¿Qué sugerencia daría para el mejoramiento de las instalaciones?	109

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación, se realizó con el firme propósito de realizar el estudio y mejoramiento de las instalaciones eléctricas que suministran energía a las maquinarias y equipos de la Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte, mediante la aplicación de principios teóricos técnicos, y económicos; que dinamicen la funcionalidad del sistema y que garanticen seguridad para los estudiantes y personas de mantenimiento que se encargan de cuidar la planta.

La investigación posibilitó conocer los problemas del sistema eléctrico de la planta, las dificultades del cableado, tableros, circuitos; determinando el daño que este mal sistema produce a los equipos y maquinarias de la Planta. Este estudio surge con la necesidad de conocer la necesidad de contar con nuevas instalaciones eléctricas que den calidad al funcionamiento de la maquinaria y que presten la seguridad del caso a las personas que manejan los equipos y maquinaria.

Esta investigación tiene 8 capítulos, desarrollados de forma técnica que han permitido determinar la posibilidad de establecer la factibilidad de mejorar las instalaciones eléctricas en la Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte; es importante mencionar que esta planta brinda servicios para la práctica de los estudiantes de Ingeniería textil en la Universidad, razón por la cual debe estar siempre en excelente funcionamiento.

La investigación define una serie de aspectos técnicos y científicos sobre el estudio, diseño, cálculo, dimensionamiento e instalación del nuevo sistema eléctrico de la Planta Académica Textil N° 1 de la UTN –FICA carrera de ingeniería textil y modas y cuenta con un estudio técnico de las instalaciones a realizarse así como el análisis de los costos de su funcionamiento.

EXECUTIVE SUMMARY

This investigation, was performed in order to do a study and improvement of the electrical facilities which give energy to the machineries and equipment of the Textile Academic Plant 1 of the Technical University of the North, by means of the application of technical, and economic theoretical beginning; that invigorate the functionality of the system and that guarantee safety for the students and persons of maintenance who are in charge of taking care of the plant.

The investigation made possible to know the problems of the electrical system of the plant, the difficulties of the wiring, boards, circuits; determining the damage that this bad system produces to the equipment and machineries of the Plant. This study arises in order to know the need to get new electrical facilities that should give quality to the functioning of the machinery and that should give safety to the persons who handle the equipment and machinery.

This investigations has eight chapters, developed in a technical way which one has allowed to determine the possibility of improving installation electrical buildings in the Academic Plant 1 of

the Northern Technical University. It is also important to say that this building has locations to the students practices from textile engineering career, that is why it has to be always in an efficient working.

The investigation defines several technical and scientific aspects on the study, design, calculation, measuring and installation of the new electrical system of the Textile Academic Plant 1, of the UTN-FICA textile engineering and fashion career, and besides it has a technical study of the facilities buildings to get, as well as the analysis of the working costs

CAPÍTULO I

ENERGÍA ELÉCTRICA

1.1 GENERALIDADES

Se denomina **energía eléctrica** a la forma de energía resultante de la interacción entre una diferencia de potencial entre dos puntos, y la corriente eléctrica.

El Gran diccionario enciclopédico siglo XXI. (2010) “La electricidad (del griego elektron, cuyo significado es ámbar) es un fenómeno físico cuyo origen son las cargas eléctricas y cuya energía se manifiesta en fenómenos mecánicos, térmicos, luminosos y químicos” Pág.173.

La energía eléctrica se manifiesta como corriente eléctrica, es decir, como el movimiento de cargas eléctricas negativas, o electrones, a través de un cable conductor metálico como consecuencia de la diferencia de potencial que un generador esté aplicando en sus extremos.

Cada vez que se acciona un interruptor, se cierra un circuito eléctrico y se genera el movimiento de electrones a través del cable conductor. Las cargas que se desplazan forman parte de los átomos; por ejemplo, cuando la energía eléctrica llega a una encerradora, se convierte en energía mecánica, calórica y en algunos casos luminosa, gracias al motor eléctrico y a las distintas piezas mecánicas del aparato.

ROSALES L. (2008) “Tiene una utilidad directa para el ser humano, salvo en aplicaciones muy singulares, como pudiera ser el uso de corrientes en medicina, resultando en cambio normalmente desagradable e incluso peligrosa, según las circunstancias. Sin embargo es una de las más utilizadas, una vez aplicada a procesos y aparatos de la más diversa naturaleza, debido fundamentalmente a su limpieza y a la facilidad con la que se le genera, transporta y convierte en otras formas de energía. Para contrarrestar todas estas virtudes hay que reseñar la dificultad que presenta su almacenamiento directo en los aparatos llamados acumuladores” Pág. 17

La generación de energía eléctrica se lleva a cabo mediante técnicas muy diferentes. Las que suministran las mayores cantidades y potencias de electricidad aprovechan un movimiento rotatorio para generar corriente continua en un dínamo o corriente alterna en un alternador. El movimiento rotatorio resulta a su vez de una fuente de energía mecánica directa, como puede ser un salto de agua, la producida por el viento, o a través de un ciclo termodinámico.

En la revista "Producción" 2007 de Venezuela se establece que: **"La generación de energía eléctrica es una actividad humana básica, ya que está directamente relacionada con los requerimientos actuales del hombre. Todas las formas de utilización de las fuentes de energía, tanto las habituales como las denominadas alternativas o no convencionales, agreden en mayor o menor medida el ambiente, siendo de todos modos la energía eléctrica una de las que causan menor impacto"**. Pág. 41.

1.1.1 HISTORIA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Mientras la electricidad era todavía considerada poco más que un espectáculo de salón, las primeras aproximaciones científicas al fenómeno fueron hechas en los siglos XVII y XVIII por investigadores sistemáticos como Gilbert, Von Guericke, Henry Cavendish, Du Fay, van Musschenbroek y Watson. Estas observaciones empiezan a dar sus frutos con Galvani, Volta, Coulomb y Franklin, y, ya a comienzos del siglo XIX, con Ampere, Faraday y Ohm. No obstante, el desarrollo de una teoría que unificará la electricidad con el magnetismo como dos manifestaciones de un mismo fenómeno no se alcanzaron hasta la formulación de las ecuaciones de Maxwell (1861-1865).

Los desarrollos tecnológicos que produjeron la primera revolución industrial no hicieron uso de la electricidad. Su primera aplicación práctica generalizada fue el telégrafo eléctrico de Samuel Morse (1833), que revolucionó las telecomunicaciones. La generación masiva de electricidad comenzó cuando, a fines del siglo XIX, se extendió la iluminación eléctrica de las calles y las casas.

La creciente sucesión de aplicaciones que esta disponibilidad produjo hizo de la electricidad una de las principales fuerzas motrices de la segunda revolución industrial. Más que de grandes teóricos, como Lord Kelvin, fue éste el momento

de grandes inventores como Gramme, Westinghouse, von Siemens y Alexander Graham Bell. Entre ellos destacaron Nikola Tesla y Thomas Alva Edison, cuya revolucionaria manera de entender la relación entre investigación y mercado capitalista convirtió la innovación tecnológica en una actividad industrial. Tesla, un inventor serbio-americano, descubrió el principio del campo magnético rotatorio en 1882, que es la base de la maquinaria de corriente alterna.

CIBERESPACIAL Lenin (2002): **“El alumbrado artificial modificó la duración y distribución horaria de las actividades individuales y sociales, de los procesos industriales, del transporte y de las telecomunicaciones. Lenin definió el socialismo como la suma de la electrificación y el poder de los soviets”** Pág. 7. La sociedad de consumo que se creó en los países capitalistas dependió (y depende) en gran medida del uso doméstico de la electricidad.

“La energía eléctrica llega en 1889, la primera planta se inaugura en Durán, en menos de dos décadas Ecuador se convierte en la nación más iluminada, el alumbrado público se extiende hasta el más pequeño pueblo motivado por la expansión del capitalismo, el alumbrado es canjeado por alimentos en pueblos de la serranía, las empresas los venden gracias al ferrocarril en Colombia y Perú” HINOJOSA Danny Ayala

http://www.cambiemosecuador.com/2005/10/ecuador_una_his.html

El desarrollo de la mecánica cuántica durante la primera mitad del siglo XX sentó las bases para la comprensión del comportamiento de los electrones en los diferentes materiales. Estos saberes, combinados con las tecnologías desarrolladas para las transmisiones de radio, permitieron el desarrollo de la electrónica, que alcanzaría su auge con la invención del transistor.

El perfeccionamiento, la miniaturización, el aumento de velocidad y la disminución de costo de las computadoras durante la segunda mitad del siglo XX fueron posibles gracias al buen conocimiento de las propiedades eléctricas de los materiales semiconductores. Esto fue esencial para la conformación de la sociedad de la información de la tercera revolución industrial, comparable en importancia con la generalización del uso de los automóviles.

Los problemas de almacenamiento de electricidad, su transporte a largas distancias y la autonomía de los aparatos móviles alimentados por electricidad todavía no han sido resueltos de forma eficiente. Asimismo, la multiplicación de todo tipo de aplicaciones prácticas de la electricidad ha sido —junto con la proliferación de los motores alimentados con destilados del petróleo— uno de los factores de la crisis energética de comienzos del siglo XXI. Esto ha planteado la necesidad de nuevas fuentes de energía, especialmente las renovables.

1.1.2 GENERACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

“La generación eléctrica se realiza, básicamente, mediante un generador; si bien estos no difieren entre sí en cuanto a su principio de funcionamiento, varían en función a la forma en que se accionan”.

MONDE

Toutle

<http://www.oni.escuelas.edu.ar/olimpi98/energia-vs-ambiente/generaci.htm>

De acuerdo a esta definición se puede nombrar, según su importancia en relación con su utilización en el mundo, las siguientes formas de generación eléctrica.

1.1.2.1 Generación Termoeléctrica:

Las que se puede diferenciar en tres grandes grupos, según su funcionamiento:

- a) Turbinas a Vapor.
- b) Turbinas a Gas.
- c) Ciclos Combinados.

a) Turbinas a vapor.

Aunque pueden usarse combustibles diversos (carbón, petróleo, gas...), la producción de energía sigue en todos los casos este esquema:

1. El calor generado al quemar el combustible (carbón, petróleo) se emplea para calentar agua en una caldera, que se transforma en vapor.

2. Este vapor de agua se dirige hacia unas turbinas y las hace girar, debido a su presión y temperatura.

3. Un generador, el aparato capaz de producir electricidad, está acoplado a la turbina, de manera que a medida que esta gira, se produce la energía eléctrica.

4. El generador está conectado a un transformador que eleva el potencial a la corriente eléctrica para que se distribuya por las redes eléctricas de transmisión.

Además, existe un sistema de refrigeración que permite convertir el vapor de agua que ha pasado por las turbinas en agua líquida, y vuelve a comenzar el ciclo a partir de la energía térmica obtenida de los combustibles.

b) Turbinas a gas.

Una turbina de gas simple está compuesta de tres secciones principales: un compresor, un quemador y una turbina de potencia. Las turbinas de gas operan en base en el principio del ciclo Brayton, en donde el aire comprimido es mezclado con combustible y quemado bajo condiciones de presión constante. El gas caliente producido por la combustión se le permite expandirse a través de la turbina y hacerla girar para llevar a cabo el trabajo. En una turbina de gas con una eficiencia del 33%, aproximadamente $2/3$ del trabajo producido se usa comprimiendo el aire. El otro $1/3$ está disponible para generar electricidad, impulsar un dispositivo mecánico, etc

Los principales elementos de la turbina de gas son cinco: la admisión de aire, el compresor, la cámara de combustión, la turbina de expansión y el rotor. A continuación se detallan las principales características de cada uno de estos elementos.

Admisión de aire: El sistema de admisión de aire consta de todos los elementos necesarios para que el aire entre en la turbina en las condiciones más adecuadas de presión, temperatura y limpieza. Para ello cuenta con filtros de varios tipos, que se encargarán de eliminar la suciedad que pueda arrastrar el aire; y de una serie de sistemas que acondicionarán la temperatura para facilitar que entre a la turbina la mayor cantidad posible de masa de aire.

Compresor de aire: La función del compresor es elevar la presión del aire de combustión (una vez filtrado) antes que entre en la cámara de combustión, en una relación que varía según la turbina pero que normalmente está comprendida entre 10:1 y 40:1. Esta compresión se realiza en varias etapas y consume aproximadamente las 2/3 partes del trabajo producido por la turbina.

El control de la entrada de aire para la combustión se realiza variando el ángulo de inclinación de las ruedas iniciales de álabes del compresor. A mayor ángulo, mayor cantidad de aire de entrada al compresor, y por tanto, a la turbina. Este método se usa para mejorar el comportamiento a carga parcial de la turbina de gas, como se verá más adelante.

Una parte del aire del compresor se utiliza para refrigeración de álabes y de la cámara de combustión, de forma que aproximadamente un 50% de la masa de aire es usado para este fin.

Cámara de combustión: En ella tiene lugar la combustión a presión constante del gas combustible junto con el aire. Esta combustión a presión obliga a que el combustible sea introducido a un nivel de presión adecuado, que oscila entre 16 y 50 bar.

Debido a las altas temperaturas que pueden alcanzarse en la combustión y para no reducir demasiado la vida útil de los elementos componentes de la cámara, se trabaja con un exceso de aire alto, utilizando del 300 al 400% del aire teórico necesario, con lo que se consigue por un lado reducir la temperatura de llama y por otro refrigerar las partes más calientes de la cámara. Parte del aire que procede del compresor, se dirige directamente hacia las paredes de la cámara de combustión para mantener su temperatura en valores convenientemente bajos. Otra parte se hace circular por el interior de los álabes de la turbina, saliendo por orificios en los bordes que crean una película sobre la superficie de los álabes

Turbina de expansión: En la turbina es donde tiene lugar la conversión de la energía contenida en los gases de combustión, en forma de presión y temperatura elevada (entalpía), a potencia mecánica (en forma de rotación de un eje). Como

se ha indicado antes, una parte importante de esta potencia es absorbida directamente por el compresor.

Los gases, que entran a la turbina a una temperatura de 1200-1400°C y una presión de 10 a 30 bar., salen a unos 450-600°C. Esa alta temperatura hace que la energía que contienen pueda ser aprovechada bien para mejorar el rendimiento de la turbina (con un sistema conocido como REGENERACIÓN, que consiste en utilizar estos gases para calentar adicionalmente la mezcla en la cámara de combustión) o bien, como es más habitual, para generar vapor en una caldera de recuperación. Ese vapor posteriormente se introduce en una turbina de vapor consiguiéndose un aumento del rendimiento global igual o incluso superior al 55% (el rendimiento de la turbina de gas es de 30-35%).

c) Turbinas a ciclos combinados

La central térmica de ciclo combinado es aquella donde se genera electricidad mediante la utilización conjunta de dos turbinas:

- **Un turbogruppo de gas**
- **U n turbogruppo de vapor**

Es decir, para la transformación de la energía del combustible en electricidad

se superponen dos ciclos:

- **El ciclo de Brayton** (turbina de gas): toma el aire directamente de la atmósfera y se somete a un calentamiento y compresión para aprovecharlo como energía mecánica o eléctrica.
- **El ciclo de Rankine** (turbina de vapor): donde se relaciona el consumo de calor con la producción de trabajo o creación de energía a partir de **vapor de agua**.

d) Ventajas del Ciclo Combinado

Las características principales de las centrales térmicas de ciclo combinado son:

- **Flexibilidad.** La central puede operar a plena carga o cargas parciales, hasta un mínimo de aproximadamente el 45% de la potencia máxima.

- **Eficiencia elevada.** El ciclo combinado proporciona mayor eficiencia por un margen más amplio de potencias.
- **Sus emisiones son más bajas** que en las centrales térmicas convencionales.
- **Coste de inversión bajo** por MW instalado.
- **Periodos de construcción cortos.**
- **Menor superficie por MW instalado** si lo comparamos con las centrales termoeléctricas convencionales (lo que reduce el impacto visual).
- **Bajo consumo de agua de refrigeración.**
- **Ahorro energético** en forma de combustible
- Compara aquí una Central Térmica de Ciclo Combinado con una Térmica Convencional y descubre tú mismo sus ventajas.

e) Partes fundamentales de una central de ciclo combinado

Para entender el funcionamiento de una central térmica de ciclo combinado hay que conocer primero las partes que la forman:

- **Turbina de gas.** Que consta de:

Compresor: cuya función es **inyectar el aire a presión** para la combustión del gas y la refrigeración de las zonas calientes.

Cámara de combustión: donde se mezcla el gas natural (combustible) con el aire a presión, produciendo la combustión.

Turbina de gas: donde se produce la expansión de gases que provienen de la cámara de combustión. Consta de tres o cuatro etapas de expansión y la temperatura de los gases en la entrada está alrededor de 1.400°C saliendo de la turbina a temperaturas superiores a los 600°C.

- **Caldera de recuperación.** En esta caldera convencional, el calor de los gases que provienen de la turbina de gas se aprovecha en un ciclo de agua-vapor.
- **Turbina de vapor.** Esta turbina acostumbra a ser de tres cuerpos y está basada en la tecnología convencional. Es muy habitual que la turbina de gas y

la turbina de vapor se encuentren acopladas a un mismo eje de manera que accionan un mismo generador eléctrico.

1.1.2.2 Generación Hidroeléctrica

Estas centrales utilizan como fuente de energía primaria un recurso renovable como lo es la fuerza de las aguas, pero tienen un gran impacto inicial sobre la flora, la fauna terrestre e íctica (solo las que utilizan embalses grandes), el clima etc. normalmente están diseñados con un fin multipropósito.

1.1.2.3 Generación por formas no convencionales o renovables

Se enumeran en este punto a las fuentes energéticas que se utilizan actualmente en forma comercial, aunque lamentablemente todavía su participación porcentual en la ecuación energética mundial no es muy significativa.

a) Energía Solar térmica por concentración

En este caso no se usa ningún combustible como fuente de energía, sino que se aprovecha la energía luminosa procedente del Sol.

1. La luz se refleja en un conjunto de **helióstatos** espejos orientados (helióstatos) para concentrar la luz reflejada hacia un punto de concentración. **Caldera**.
2. Se calienta el fluido a más de 700°C. y transfiere el calor a un medio acuoso hasta convertirse en vapor, que se dirige hacia unas **turbinas**.
3. Un **generador** conectado a las turbinas convierte la energía mecánica en energía eléctrica.
4. Luego, la energía eléctrica se distribuye por las **redes eléctricas**, como en los otros casos.

El mayor problema es el costo de estas centrales, que proporcionan menos energía que una central térmica. Además existe un condicionante geográfico acusado, pues solo son rentables en regiones soleadas durante la mayor parte del año. Pero la energía solar es una fuente de energía renovable, es decir, no

se agota. Al contrario que los combustibles como el carbón o el petróleo, los cuales son perecibles.

b) Energía solar fotovoltaica

En este tipo de central se aprovecha la luz solar, pero en ella el proceso de obtención de la energía eléctrica es directo a partir de paneles solares fotovoltaicos.

Materiales semiconductores como el silicio emiten electrones cuando incide luz sobre ellos. La circulación de estas cargas eléctricas crea una corriente eléctrica. A este fenómeno se le llama **efecto fotoeléctrico**. Estos materiales forman las **células solares** o **fotovoltaicas**. Un panel solar está formado por varias células solares.

Los paneles fotovoltaicos generan corriente continua, pero la electricidad que se consume en nuestras casas es de corriente alterna.

Para transformar la corriente continua en corriente alterna se utiliza un elemento que se llama **convertidor**.

La corriente eléctrica generada por los paneles fotovoltaicos puede consumirse en el momento o acumularse en un sistema de **baterías**. Así se podrá disponer de la energía eléctrica fuera de las horas de Sol.

Para mejorar el rendimiento de los paneles fotovoltaicos suelen colocarse sobre un elemento que se orienta con el Sol siguiendo su trayectoria, desde el amanecer hasta el anochecer, con el fin de que los rayos siempre incidan perpendicularmente al panel y obtener así un mayor rendimiento.

c) Energía Eólica

El antecedente directo de la energía eólica es decir de los actuales aerogeneradores son los viejos molinos de viento, que incluso hoy en día se siguen utilizando para extraer agua o moler granos.

Un molino es una máquina, que posee aspas o palas unidas a un eje común, que comienza a girar cuando el viento sopla. Este eje giratorio está unido a distintos tipos de maquinaria, por ejemplo maquinaria para moler grano, bombear agua o producir electricidad.

Para obtener electricidad, el movimiento de las aspas o paletas acciona un generador eléctrico (un alternador o undínamo) que convierte la energía mecánica de la rotación en energía eléctrica. La electricidad puede almacenarse en baterías o ser vertida directamente a la red.

El funcionamiento es bastante simple, y lo que se va complejizando es la construcción de aerogeneradores que sean cada vez más eficientes y de mayor potencia

d) Energía Geotérmica.

La energía geotérmica CLOTWORTHY Allan 2000 *"es aquella energía que puede obtenerse mediante el aprovechamiento del calor del interior de la Tierra"*. Pág. 2 El calor del interior de la Tierra se debe a varios factores, entre los que caben destacar el gradiente geotérmico, el calor radiogénico, etc. Geotérmico viene del griego *gēo*, "Tierra", y *thermos*, "calor"; literalmente "calor de la Tierra".

e) Energía Mareomotriz.

Las mareas, es decir, el movimiento de las aguas del mar, producen una energía que se transforma en electricidad en las centrales mareomotrices. Se aprovecha la energía liberada por el agua de mar en sus movimientos de ascenso y descenso de las mareas (flujo y reflujos). Ésta es una de las nuevas formas de producir energía eléctrica.

El sistema consiste en aprisionar el agua en el momento de la alta marea y liberarla, obligándola a pasar por las turbinas durante la bajamar. Cuando la marea sube, el nivel del mar es superior al del agua del interior de la ría. Abriendo las compuertas, el agua pasa de un lado a otro del dique, y sus movimientos hacen que también se muevan las turbinas de unos generadores de corrientes situados junto a los conductos por los que circula el agua. Cuando por el

contrario, la marea baja, el nivel de la mar es inferior al de la ría, porque el movimiento del agua es en sentido contrario que el anterior, pero también se aprovecha para producir electricidad.

La energía gravitatoria terrestre y lunar, la energía solar y la eólica dan lugar, respectivamente, a tres manifestaciones de la energía del mar: mareas, gradientes térmicos y olas. De ella se podrá extraer energía mediante los dispositivos adecuados.

La energía de las mareas o mareomotriz se aprovecha embalsando agua del mar en ensenadas naturales y haciéndola pasar a través de turbinas hidráulicas.

La energía de las olas es producida por los vientos y resulta muy irregular. Ello ha llevado a la construcción de múltiples tipos de máquinas para hacer posible su aprovechamiento.

Las tres categorías de movimientos de las aguas del mar:

Debido a las acciones conjuntas del Sol y la Luna se producen tres tipos de alteraciones en la superficie del mar:

- Las corrientes marinas
- Las ondas y las olas

f) Energía utilizando la Biomasa

“La energía de la biomasa no es la panacea. Como todo en esta vida, su utilidad depende de cómo se utilice y de la tecnología que seamos capaces de desarrollar. La energía de la biomasa es aquella que se obtiene a partir de la materia orgánica generada por los seres vivos. Si usted hace una hoguera con ramas secas para calentarse, está utilizando energía de la biomasa y lo mismo ocurre si, por poner otros ejemplos, logramos reciclar los desechos vegetales que se producen en la agricultura, si conseguimos recoger el aceite usado en las labores culinarias y los restos animales que se generan por miles de toneladas en las industrias cárnicas y los convertimos en un combustible fácil de utilizar.”

HERNÁNDEZ ADROVER, Juan

<http://cienciaes.com/entrevistas/2012/05/24/energia-de-la-biomasa-hablamos-con-juan-j-hernandez-adrover/>

Para empezar, la energía útil puede extraerse por combustión directa de biomasa (madera, excrementos animales, etc.), pero también de la combustión de combustibles obtenidos de ella mediante transformaciones físicas o químicas (gas metano de los residuos orgánicos, por ejemplo), procesos en los que 'siempre' se pierde algo de la energía útil original. Además, la biomasa puede ser útil directamente como materia orgánica en forma de abono y tratamiento de suelos (por ejemplo, el uso de estiércol o de coberturas vegetales). Y por supuesto no puede olvidarse su utilidad más común: servir de alimento a muy diversos organismos, la humanidad incluida. La biomasa de la madera, residuos agrícolas y estiércol son una fuente principal de energía y materia útiles en países poco industrializados.

Las fuentes de energías primarias que activan estas centrales son todas renovables, el sol, el aire, el movimiento de las mareas etc. No obstante, aunque en muy baja proporción en relación a las energías convencionales, cada una de ellas también genera un cierto grado de contaminación ambiental.

1.1.3 Situación de la generación eléctrica en el Ecuador

A diciembre de 2009, la potencia nominal total de Ecuador, incluyendo las interconexiones, es del 5.488,71 MW, mientras que la potencia efectiva es de 5.050,32 MW.

El número total de centrales de generación es de 223 de las cuales 94 están incorporadas al Sistema Nacional Interconectado -S.N.I.- y 129 se encuentran aisladas y en su mayoría pertenece a empresas autogeneradoras.

Cuadro N° 1

Número de centrales instaladas, por tipo de sistema y tipo de empresa.

Sistema	Tipo de Empresa	Tipo Central	#	Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva (MW)
S.N.I.	Generadora	Hidráulica Pasada	8	456,13	436,16
		Hidráulica Embalse	3	1.361,00	1.358,00
		Térmica MCI	10	413,78	328,43
		Térmica Turbogas	7	742,37	704,70
		Térmica Turbovapor	3	411,50	410,00
	Distribuidora	Hidráulica Pasada	16	140,07	138,78
		Térmica MCI	16	163,20	115,72
		Térmica Turbogas	2	201,57	172,50
		Térmica Turbovapor	1	34,50	33,00
	Autogeneradora	Hidráulica Pasada	24	97,81	95,49
		Térmica MCI	6	38,39	32,10
		Térmica Turbovapor	6	106,80	94,50
	Interconexión	Interconexión	4	650,00	635,00
	Total S.N.I.			106	4.817,12
No Inc.	Generadora	Eólica	1	2,40	2,40
		Térmica MCI	3	2,03	1,99
	Distribuidora	Hidráulica Pasada	7	3,96	3,55
		Solar	1	0,02	0,02
		Térmica MCI	21	55,29	34,48
	Autogeneradora	Térmica MCI	96	607,89	453,49
Total No Inc.			129	671,59	495,94
Total general			235	5.488,71	5.050,32

Fuente:

1.2 TRANSMISIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

1.2.1 Descripción

“Uno de los grandes problemas de la electricidad es que no puede almacenarse, sino que debe ser transportada; y utilizada en el momento mismo que se genera. Este problema no queda resuelto con el uso de acumuladores o baterías, como las que utilizan los coches y los sistemas fotovoltaicos, pues sólo son capaces de conservar cantidades pequeñas de energía y por muy poco tiempo”. www.sapiensman.com/tematica/tematica8.htm

Los generadores de las plantas hidroeléctricas y termoeléctricas pueden producir electricidad a unos 13 mil voltios. (Recuerde que el Voltio es la medida del potencial con que fluye la electricidad y debe su nombre a Alejandro Volta, un científico italiano que inventó la primera pila eléctrica). Ese voltaje inicial es elevado, a través de transformadores en las propias instalaciones de la planta, hasta unos 230 mil voltios, pues la energía eléctrica puede ser transmitida con una mayor eficiencia a altos voltajes. Es así como viaja por cables de alta tensión y torres que los sostienen, a lo largo de cientos de kilómetros, hasta los lugares donde será consumida.

Conservar la electricidad que producen las grandes plantas hidroeléctricas y termoeléctricas es un reto para la ciencia y la tecnología. En algunos lugares, se aprovechan los excedentes de energía eléctrica o la energía solar para bombear agua a depósitos o presas situados a cierta altura; el agua después se utiliza para mover turbinas y generadores, como se hace en las plantas hidroeléctricas.

En cuanto se produce la electricidad en las plantas, una enorme red de cables tendidos e interconectados a lo largo y ancho del país, se encargan de hacerla llegar, instantáneamente, a todos los lugares de consumo: hogares, fábricas, talleres, comercios, oficinas, etc. Miles de trabajadores vigilan día y noche que no se produzcan fallas en el servicio; cuando éstas ocurren, acuden, a la brevedad posible, a reparar las líneas para restablecer la energía. A tal efecto, hay centros de monitoreo, estratégicamente situados, para mantener una vigilancia permanente en toda la red. A veces, los vientos, las lluvias y los rayos, entre otras causas, afectan las líneas de transmisión, las cuales deben ser revisadas y reparadas por los técnicos, ya sea en las ciudades o en el campo.

Para la etapa de Transmisión y Distribución de energía eléctrica se deben cumplir normas establecidas por las empresas prestadoras de este servicio; cuyos voltajes de operación son superiores a los 69 kV (138 y 230 kV) y las líneas de subtransmisión que operan con voltajes entre los 13,8 y 69 kV.

De esta manera, cada parte del sistema puede funcionar con el voltaje apropiado. Los sistemas de potencia tienen seis fases principales:

- La generación eléctrica
- Los transformadores, que elevan el voltaje de la energía eléctrica generada a las altas tensiones utilizadas en las líneas de transporte
- Las líneas de transporte
- Las subestaciones donde la señal baja su voltaje para adecuarse a las líneas de distribución
- Las líneas de distribución
- Los transformadores que bajan el voltaje al valor utilizado por los consumidores.

En la subestación de elevación, el voltaje se transforma en tensiones entre 69.000 y 138.000 voltios para que sea posible transferir la electricidad al sistema de distribución. La tensión se baja de nuevo con transformadores en cada punto de distribución. La industria pesada suele trabajar a 33.000 voltios (33 kilovoltios), y los trenes eléctricos requieren de 15 a 25 kilovoltios. Para su suministro a los consumidores se baja más la tensión: la industria suele trabajar a tensiones entre 380 y 415 voltios, y las viviendas reciben entre 220 y 240 voltios en algunos países y entre 110 y 125 en otros.

El desarrollo actual de los rectificadores de estado sólido para alta tensión hace posible una conversión económica de alta tensión de corriente alterna a alta tensión de corriente continua para la distribución de electricidad. Esto evita las pérdidas inductivas y capacitivas que se producen en la transmisión de corriente alterna.

Las líneas de conducción se pueden diferenciar según su función secundaria en líneas de transmisión (altos voltajes) y líneas de distribución (bajos voltajes). Las primeras se identifican a primera vista por el tamaño de las torres o apoyos, la distancia entre conductores, las largas series de discos de que constan los aisladores y la existencia de una línea superior de cable más fino que es la línea de apantallamiento.

Las líneas de conducción de alta tensión suelen estar formadas por cables de cobre, aluminio o acero recubierto de aluminio. Estos cables están suspendidos

de postes o altas torres de acero, mediante una sucesión de aislantes de porcelana. Gracias a la utilización de cables de acero recubierto y altas torres, la distancia entre éstas puede ser mayor, lo que reduce el coste del tendido de las líneas de conducción; las más modernas, con tendido en línea recta, se construyen con menos de cuatro torres por kilómetro. En las ciudades y otras áreas donde los cables aéreos son peligrosos se utilizan cables aislados subterráneos. Algunos cables tienen el centro hueco para que circule aceite a baja presión. El aceite proporciona una protección temporal contra el agua, que podría producir fugas en el cable. Se utilizan con frecuencia tubos rellenos con muchos cables y aceite a alta presión (unas 15 atmósferas) para la transmisión de tensiones de hasta 345 kilovoltios.

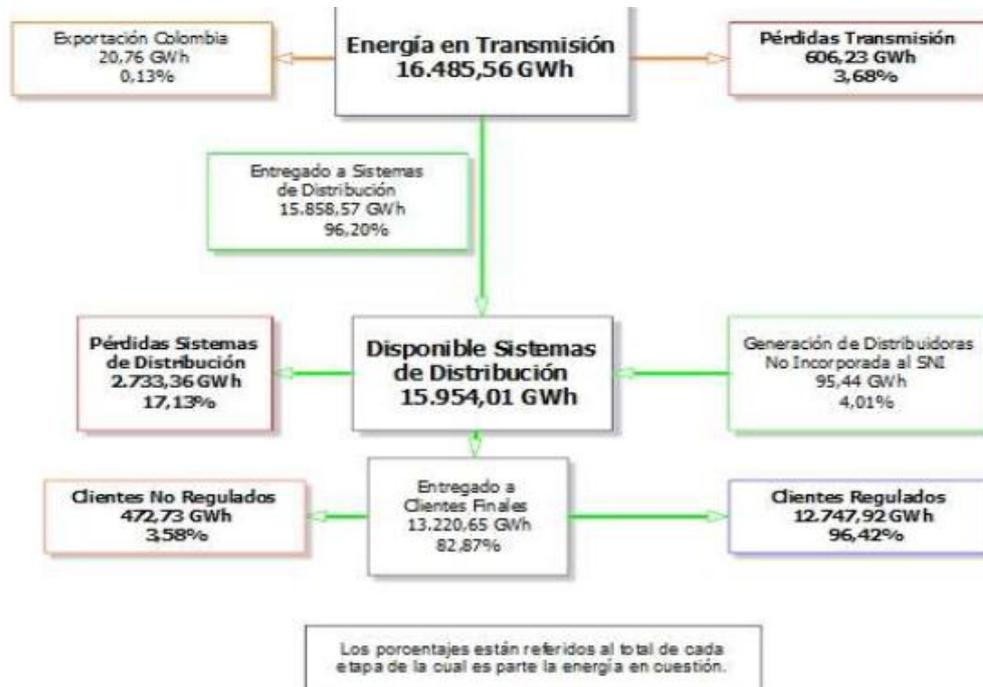
1.2.2 Situación de la transmisión de energía en el Ecuador

La transmisión a nivel nacional involucra toda aquella energía que se trasmite de una subestación a otra sin que existan cargas intermedias, por lo cual en nuestros análisis cuando se habla de la transmisión nacional, se involucra toda la energía que fluye por dichas líneas, las cuales se han dividido en líneas de transmisión, cuyos voltajes de operación son superiores a los 69 kV (138 y 230kV) y las líneas de subtransmisión que operan con voltajes entre los 13,8 y 69 kV.

Según el balance nacional de energía (Ver Figura), el sistema de transmisión recibió 16.485,56 GWh y entregó 15.858,57 GWh para sistemas de distribución y 20,76 GWh fueron exportados a Colombia. Por consiguiente las pérdidas por transmisión referidas a la Energía Bruta producida e importada se ubicaron en 606,23 GWh (3,68%).

Gráfico N° 1

Esquema de la energía en transmisión



Fuente: www.conelec.com.ec

Gran parte del sistema de transmisión se conoce como Sistema Nacional de Transmisión, el mismo que estuvo administrado por la Unidad de Negocio CELEC-Transelectric, la cual a diciembre de 2009 dispuso de 33 subestaciones, que incluyen 2 de seccionamiento y 1 móvil (en este año operó junto a la subestación Portoviejo), con una capacidad de transformación máxima de 7.640,58 MVA, de los cuales 6.758,59 MVA operaron y 881,89 MVA estuvieron en reserva para suplir cualquier contingencia.

Adicionalmente, CELEC-Transelectric posee otra subestación móvil de 10 MVA la cual en el presente periodo funcionó en arriendo dentro de la Subestación Quinindé de la CNEL-Esmeraldas.

Para el transporte de la energía dentro del Sistema Nacional de Transmisión (S.N.T.), la Unidad de Negocio CELEC-Transelectric utilizó 3.425,23 km de líneas de transmisión funcionando a 230 kV (1.670,98 km) y a 138 kV (1.754,25 km).

1.3 DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

1.3.1 Descripción

Desde la ciudad de Quito a Guayaquil un avión comercial tarda más de 1/2 hora en llegar. La electricidad cubre ese trayecto en una fracción de segundo, pues viaja prácticamente a la velocidad de la luz. Antes de llegar a nuestros hogares, oficinas, fábricas, talleres y comercios, el voltaje es reducido en subestaciones y mediante transformadores cercanos a los lugares de consumo. En las ciudades, el cableado eléctrico puede ser aéreo o subterráneo. Para hacer llegar la electricidad a islas pobladas, se utilizan cables submarinos.

Cuando la energía eléctrica ingresa a una vivienda, pasa por un medidor. La "lectura" del medidor en Ecuador la efectúa (cada mes) un empleado de la compañía que nos proporciona el servicio eléctrico. El medidor marca la cantidad de kilowatts-hora que consumimos cada día en iluminación, refrigeración, aire acondicionado, televisión, radio, etc.

“Un sistema de distribución de energía eléctrica es un conjunto de equipos que permiten energizar en forma segura y confiable un número determinado de cargas, en distintos niveles de tensión, ubicados generalmente en diferentes lugares” ALAMOS Juan Alercio

Los elementos que conforman la red o sistema de distribución son los siguientes:

Subestación de Distribución: Es el conjunto de elementos (transformadores, interruptores, seccionadores, etc.) cuya función es reducir los niveles de alta tensión de las líneas de transmisión (o subtransmisión) hasta niveles de media tensión para su ramificación en múltiples salidas.

- Circuito Primario.
- Circuito Secundario.

La distribución de la energía eléctrica desde las subestaciones de transformación se realiza en dos etapas.

La primera está constituida por la red de subtransmisión, que, partiendo de las subestaciones de transformación, reparte la energía, normalmente mediante anillos que rodean los grandes centros de consumo, hasta llegar a las estaciones transformadoras de distribución. Las tensiones utilizadas están comprendidas entre 25 y 132 kV. Intercaladas en estos anillos están las estaciones transformadoras de distribución, encargadas de reducir la tensión desde el nivel de subtransmisión al de distribución en media tensión.

La segunda etapa la constituye la red de distribución propiamente dicha, con tensiones de funcionamiento de 3 a 30 kV y con una característica muy radial. Esta red cubre la superficie de los grandes centros de consumo (población, gran industria, etc.), uniendo las estaciones transformadoras de distribución con los centros de transformación, que son la última etapa del suministro en media tensión, ya que las tensiones a la salida de estos centros es de baja tensión (125/220 ó 220/380 V¹).

Las líneas que forman la red de distribución se operan de forma radial, sin que formen mallas, al contrario que las redes de transporte y de subtransmisión. Cuando existe una avería, un dispositivo de protección situado al principio de cada red lo detecta y abre el interruptor que alimenta esta red.

1.3.2 Situación de la distribución de la energía eléctrica en el Ecuador

En uso del artículo 39 del capítulo VII de la Ley del Régimen del Sector Eléctrico, el CONELEC ha realizado la concesión de servicios de distribución de energía eléctrica a 11 empresas eléctricas del país, las mismas que están obligadas a prestar estos servicios durante el plazo establecido en los contratos de concesión, cumpliendo con normas que garanticen la eficiente atención a los usuarios y el preferente interés nacional.

En la figura “*Áreas de Concesión de las empresas eléctricas distribuidoras*” se indica las áreas sobre las cuales cada una de las empresas eléctricas distribuidoras ha extendido su servicio, y de acuerdo a la Tabla “*Cobertura Eléctrica*”, alcanza el 88,34% de cobertura a nivel nacional. Las tablas mostradas

A continuación resumen las principales características de las empresas eléctricas distribuidoras a diciembre de 2009.

Cuadro N° 2.

Número de clientes regulados por empresa a diciembre de 2009

Empresa	Grupo de Consumo					Total General
	Residencial	Comercial	Industrial	A. Público	Otros	
Ambato	170.581	20.092	5.809	22	4.309	200.813
Azogues	26.815	1.895	401	1	506	29.618
Centro Sur	256.244	22.790	6.115	32	3.707	288.888
CNEL-Bolívar	45.727	2.347	95	7	1.328	49.504
CNEL-EI Oro	163.112	18.433	1.573	61	2.669	185.848
CNEL-Esmeraldas	88.668	7.532	650	6	2.149	99.003
CNEL-Guayas-Los Ríos	224.547	12.243	837	65	2.431	240.123
CNEL-Los Ríos	77.119	6.345	522	9	1.506	85.501
CNEL-Manabí	215.667	14.214	166	1	2.063	232.111
CNEL-Milagro	103.308	14.979	191	38	1.078	119.594
CNEL-Sta. Elena	87.850	6.820	355	11	1.167	96.203
CNEL-Sto. Domingo	117.532	15.358	239	1	1.924	135.054
CNEL-Sucumbios	44.530	7.709	598	1	2.222	55.060
Cotopaxi	85.920	5.822	4.225	1	2.158	98.126
Eléctrica de Guayaquil	463.690	64.798	2.815	46	2.283	533.632
Galápagos	6.205	1.148	156	4	281	7.794
Norte	164.978	17.736	3.200	14	3.042	188.970
Quito	685.988	101.003	13.257	1	9.149	809.398
Riobamba	122.668	14.347	766	1	2.636	140.418
Sur	129.612	13.209	1.663	26	4.848	149.358
Total general	3.280.759	368.820	43.433	348	51.456	3.744.816

Fuente: conelec.com.ec

Cuadro N° 3
Cobertura eléctrica

Area de Concesión	Total Viviendas	Abonados Residenciales	Cobertura (%)
Ambato	193.492,00	154.866,00	80,04
Azogues	24.812,00	25.052,00	100,97
Bolívar	43.938,00	42.477,00	96,67
Eléctrica de Guayaquil	542.865,00	402.851,00	74,21
Centro Sur	234.673,00	236.883,00	100,94
Cotopaxi	83.549,00	81.606,00	97,67
El Oro	141.829,00	146.184,00	103,07
Esmeraldas	91.350,00	78.155,00	85,56
Galápagos	5.628,00	5.617,00	99,80
Guayas-Los Ríos	241.606,00	188.929,00	78,20
Los Ríos	97.095,00	71.753,00	73,90
Manabí	253.863,00	195.374,00	76,96
Milagro	117.259,00	96.054,00	81,92
Norte	153.044,00	152.027,00	99,34
Quito	587.287,00	620.721,00	105,69
Riobamba	107.815,00	112.678,00	104,51
Sta. Elena	64.124,00	80.994,00	126,31
Sto. Domingo	108.090,00	102.700,00	95,01
Sucumbíos	54.560,00	34.173,00	62,63
Sur	121.068,00	118.947,00	98,25
Total general	3.267.947,00	2.948.041,00	90,21

Fuente: conelec.com.ec

CAPÍTULO II

SISTEMAS ELÉCTRICOS

2.1 CONDUCTORES

Un conductor eléctrico es aquel elemento que puesto en contacto con un cuerpo cargado de electricidad transmite ésta a todos los puntos de su superficie. Generalmente son, aleaciones o materiales con electrones libres que permiten el movimiento de cargas. Materiales cuya resistencia al paso de la electricidad es muy baja. Mejores conductores eléctricos son los metales y sus aleaciones. Existen otros materiales, no metálicos, que también poseen la propiedad de conducir la electricidad como son el grafito, las disoluciones y soluciones salinas (por ejemplo, el agua de mar) y cualquier material en estado de plasma.

GIORDANO, José Luis (2008)“Para el transporte de la energía eléctrica, así como para cualquier instalación de uso doméstico o industrial, el mejor conductor es el oro pero es muy caro, así que el metal empleado universalmente es el cobre en forma de cables de uno o varios hilos. Alternativamente se emplea el aluminio, metal que si bien tiene una conductividad eléctrica del orden del 60% de la del cobre es, sin embargo, un material mucho más ligero, lo que favorece su empleo en líneas de transmisión de energía eléctrica en las redes de alta tensión”. Pág. 2

En el grupo de conductores, que corresponde a los metales de transición de la Tabla Periódica de Elementos (Grupos IB al VIIB y VIII), los átomos tienen 1, 2 ó a lo sumo 3 electrones de valencia. El enlace más común entre estos átomos es el "enlace metálico", donde los electrones de valencia no están localizados (no están ligados a un átomo en particular) y su comportamiento se interpreta como formando un "mar de electrones libres" en el material. Estos enlaces no son direccionales, y forman estructuras cristalinas cúbicas centradas en las caras (FCC), cúbicas centradas en el cuerpo (BCC) y hexagonal compacta (HCP). Los electrones libres tienen una distribución de energía que depende principalmente de la temperatura y del tipo de átomos que compone al metal.

En los aislantes como los plásticos y gomas donde la unión entre átomos se produce mediante "enlaces covalentes", o en muchos cerámicos donde la unión se produce mediante "enlaces iónicos" (o bien alguna combinación de varios tipos de enlaces), los electrones externos están más o menos ligados a un átomo y a sus "vecinos". Entonces, desde este punto de vista, los materiales pueden separarse en dos grupos antagónicos: los *conductores* (donde habiendo enlaces metálicos, hay unos 10^{22} electrones libres/cm³ que pueden trasladarse a lo largo del material), y los *aislantes* o *dieléctricos*, donde hay solo unos 10 electrones libres/cm³. (TORRES. L. 2008. Pág. 12)

Los enlaces atómicos no solo determinan el comportamiento eléctrico de los materiales, sino también sus propiedades térmicas, mecánicas y ópticas. Las fuerzas interatómicas en los enlaces metálicos pueden resultar débiles o fuertes, por lo tanto también las energías de enlace pueden ser débiles o fuertes. Dos ejemplos extremos son el mercurio (Hg) que es líquido a temperatura ambiente, y el tungsteno (W) que se usa en los filamentos de las ampollitas incandescentes (a unos 2000°C), donde las energías de enlace respectivamente son 68 kJ/mol y 849 kJ/mol y funden a -39°C y 3410°C.

Es imprescindible poner en conocimiento que la mayor cantidad de conductores están hechos de cobre y aluminio por lo cual se detalla las características de estos materiales

Cobre:

- Símbolo: Cu.
- Densidad: 8.9 Kg/dm³
- Resistencia Específica ρ : 0.0178Ω
- Conductividad: 56 Ω
- Punto de Fusión: 1085 °C

Propiedades: El cobre es, después de la plata, el metal que tiene mayor conductividad eléctrica; las impurezas, incluso en pequeña cantidad, reducen notablemente dicha conductividad. También después de la plata el cobre es el metal que mejor conduce el calor. No es atacado por el aire seco; en presencia

del aire húmedo, se forma una patina (Carbonato de Cobre), que es una capa de óxido, que protege el cobre de posteriores ataques.

Aplicaciones: El cobre puro, con un grado de pureza del 99.9%, se fabrica generalmente por procedimientos electrolíticos. Su denominación normalizada es KE-CU (Cobre Catódico). Industrialmente, solo se emplea como material conductor cobre electrolítico.

El cobre Electrolítico se emplea en electrotecnia especialmente como material conductor para líneas eléctricas y colectores y como material de contacto en interruptores de alta tensión. Se utiliza también, por su elevada conductividad térmica.

Aluminio:

- Símbolo: Al.
- Densidad: 2.7 Kg/dm³
- Resistencia Específica ρ : 0.0278
- Conductividad: 36
- Punto de Fusión: 658 °C

Propiedades: El aluminio presenta buena conductividad eléctrica y es también buen conductor del calor. Su resistencia es a la tracción, es de 90 a 120 N/mm² y laminado en caliente de 130 a 200 N/mm². A la inversa, el alargamiento, varía entre 35 y 3%. El aluminio se puede alea fácilmente con otros metales. Sometido a la acción del aire, se cubre de una capa de óxido, que debido a su estanqueidad protege de oxidación ulterior al metal situado bajo la misma, por lo que el aluminio es resistente a la corrosión. El aluminio se puede estañar y soldar. Como material conductor se emplea aluminio puro (99,5 % Al). El aluminio purísimo (Krayal) contiene 99,99999 % Al: su conductividad aumenta al bajar su temperatura, hasta, a 4,2 K.

Aplicaciones: El aluminio puro se emplea, debido a su resistencia a la corrosión y a su baja densidad, para revestimientos de cables. Su buena deformabilidad lo hace apropiado para láminas de condensadores, su buena colabilidad para jaulas de rotores y su buena conductividad para líneas aéreas.

Dieléctricos: son los materiales aislantes, que no conducen la electricidad, como: el vidrio, la cerámica, los plásticos, la goma, la mica, la cera, el papel, la madera seca, porcelana, baquelita. En realidad no existen materiales totalmente aislantes o conductores, son mejores o peores conductores eléctricos. Estos materiales se emplean para forrar a los conductores y evitar cortocircuitos, también para fabricar elementos para fijar los conductores a los soportes sin contacto eléctrico. El aire y el agua son aislantes en determinadas condiciones.

La selección de un conductor se hará considerando que debe asegurarse una suficiente capacidad de transporte de corriente, una adecuada capacidad de soportar corrientes de cortocircuito, una adecuada resistencia mecánica y un comportamiento apropiado a las condiciones ambientales en que operará.

2.1.1 Tipos de conductores.

2.1.1.1. Conductores de cobre desnudos

La resistencia de los conductores eléctricos dependerá también de la longitud y grosor de los mismos. Los cables de cobre que se utilizan se diferencian en blandos, semiduros y duros, siendo mejores conductores los de cobre blando, y los de cobre duro, de mayor resistencia mecánica. Para darle flexibilidad a los cables, podemos recocer el alambre, o agregando varias hebras recocerse el alambre o agregar varios cabos.

- Conductores de cobre duro
- Conductores de cobre semisuave
- Conductores de cobre suave

Estos son alambres o cables y son utilizados para:

- Líneas aéreas de redes urbanas y suburbanas.
- Tendidos aéreos de alta tensión a la intemperie.
- Líneas aéreas de contacto para ferrocarriles y trolley-buses

2.1.1.2. Conductores aislados de cobre.

Estos son utilizados en:

- Líneas aéreas de distribución y poder, empalmes, etc.
- Instalaciones interiores de fuerza motriz y alumbrado, ubicadas en ambientes de distinta naturaleza y con diferentes tipos de canalización.
- Tendidos aéreos en faenas mineras (tronadura, grúas, perforadoras, etc.).
- Tendidos directamente bajo tierra, bandejas o ductos.
- Minas subterráneas para piques y galerías.
- Control y comando de circuitos eléctricos (subestaciones, industriales, etc.).
- Tendidos eléctricos en zonas de hornos y altas temperaturas.
- Tendidos eléctricos bajo el agua (cable submarino) y en barcos (conductores navales).
- Otros que requieren condiciones de seguridad.
- Conductores de Aluminio
- Conductores de aluminio desnudos
- Conductores de aluminio aislados

2.1.2 Aplicaciones de los conductores eléctricos

Las principales aplicaciones de un conductor eléctrico son el transporte de energía eléctrica (cables de la red eléctrica domiciliaria, de alta tensión, aparatos eléctricos, actuadores, iluminación, automóviles, etc.), transporte de señales (transmisores, receptores, computadores, automóviles, etc.), y fabricación de componentes electrónicos (conectores, placas de circuito impreso, resistencias, condensadores, transistores, circuitos integrados, sensores, etc.)

2.2 CIRCUITOS ELÉCTRICOS

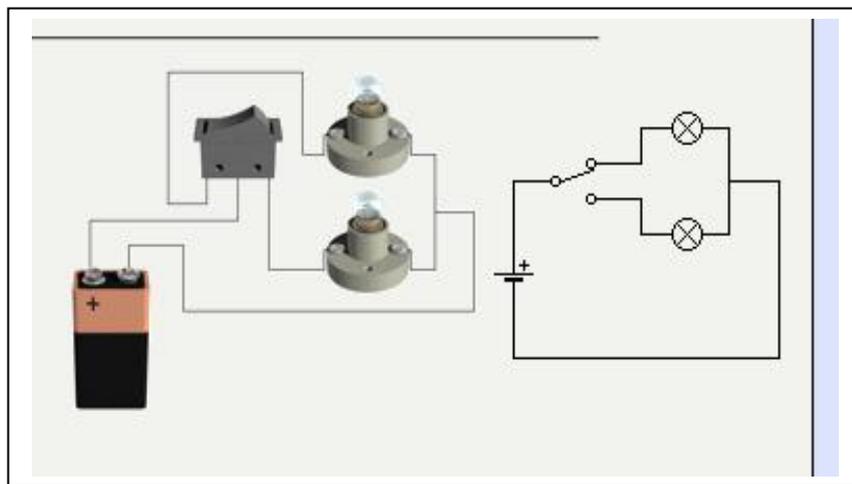
2.2.1 Generalidades

MORENO, S. (2008) "Un circuito eléctrico es una interconexión de elementos eléctricos como resistencias, inductores, capacitores, líneas de transmisión, fuentes de voltaje, fuentes de corriente e interruptores. Un circuito eléctrico es una red que tiene un bucle cerrado, dando un camino de retorno para la corriente. Los circuitos eléctricos pueden ser analizados por métodos algebraicos" www.alegsa.com.ar/Dic/circuito%20electrico.php

Los circuitos que contienen solo fuentes, componentes lineales (resistores, capacitores, inductores), y elementos de distribución lineales (líneas de transmisión o cables) pueden analizarse por métodos algebraicos para determinar su comportamiento en corriente directa o en corriente alterna. Un circuito que tiene componentes electrónicos es denominado un circuito electrónico. Estas redes son generalmente no lineales y requieren diseños y herramientas de análisis mucho más complejos.

2.2.1.1 Partes

Gráfico N° 2 Circuito eléctrico básico



Fuente: conelec.com.ec

- **Componente:** Un dispositivo con dos o más terminales que puede fluir carga dentro de él.
- **Nodo:** Punto de un circuito donde concurren varios conductores.
- **Rama:** Conjunto de todos los elementos de un circuito comprendidos entre dos nodos consecutivos.
- **Malla:** Un grupo de ramas que están unidas en una red y que a su vez forman un lazo.
- **Fuente:** Componente que se encarga de transformar algún tipo de energía en energía eléctrica.

- **Conductor:** Comúnmente llamado cable; es un hilo de resistencia despreciable (idealmente cero) que une los elementos para formar el circuito.

2.2.1.2 Leyes fundamentales

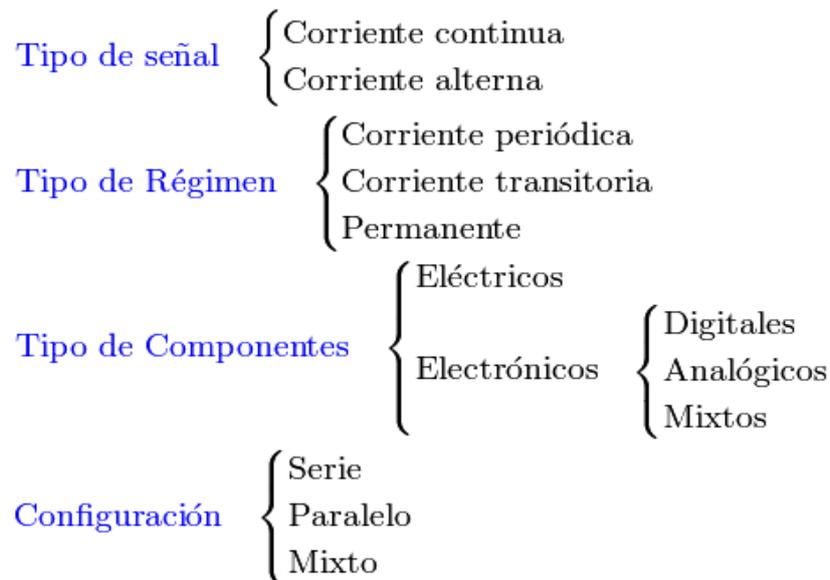
Existen unas leyes fundamentales que rigen a cualquier circuito eléctrico. Estas son:

- **Ley de corriente de Kirchhoff:** La suma de las corrientes que entran por un nodo deben ser igual a la suma de las corrientes que salen por ese nodo.
- **Ley de tensiones de Kirchhoff:** La suma de las tensiones en un lazo debe ser 0.
- **Ley de Ohm:** La tensión en un resistor es igual al producto de la resistencia por la corriente que fluye a través de él.
- **Teorema de Norton:** Cualquier red que tenga una fuente de tensión o de corriente y al menos un resistor es equivalente a una fuente ideal de corriente en paralelo con un resistor.
- **Teorema de Thévenin:** Cualquier red que tenga una fuente de tensión o de corriente y al menos un resistor es equivalente a una fuente ideal de tensión en serie con un resistor.

Si el circuito eléctrico tiene componentes no lineales y reactivos, pueden necesitarse otras leyes mucho más complejas. Al aplicar estas leyes o teoremas se producirán un sistema de ecuaciones lineales que pueden ser resueltas manualmente o por computadora.

2.2.2 Clasificación de circuitos

Gráfico N° 3
Clasificación de circuitos.



Fuente: <http://www.simbologia-electronica.com>

2.3 MATERIALES USADOS EN CIRCUITOS ELÉCTRICOS

2.3.1 Resistencia eléctrica. Ley de OHM

La **resistencia eléctrica** es la mayor o menor capacidad de un material para permitir el paso de la corriente eléctrica. Se mide con el óhmetro y se expresa en ohmios.

El voltaje, la resistencia y la intensidad que circula por un circuito están relacionadas. Esta relación se conoce como Ley de OHM, se expresa como:
 $V = I \times R$

2.3.2 Valores eficaces de la corriente alterna

En corriente alterna, tanto la intensidad como la tensión varían en función del tiempo. La intensidad y la tensión en cada instante se llaman intensidad

instantánea y tensión instantánea y los valores máximos intensidad máxima y tensión máxima.

- La **intensidad eficaz** de una corriente alterna es igual a la intensidad que debería tener una corriente continua para desarrollar el mismo calor que la corriente alterna, pasando por la misma resistencia en igual tiempo.

$$I_{ef} = \frac{I_{m\acute{a}x}}{\sqrt{2}}$$

- La **tensión eficaz** de una corriente alterna es igual a la tensión que debería tener una corriente continua para producir los mismos efectos térmicos que la corriente alterna, pasando por la misma resistencia el mismo tiempo.

$$V_{ef} = \frac{V_{m\acute{a}x}}{\sqrt{2}}$$

La expresión de la ley de ohm utilizando los valores eficaces sería:

$$V = R \times I$$

Y la expresión que nos permite averiguar la potencia eléctrica sería:

$$P = V \times I$$

2.3.3 Los polímeros

MORENO [Julio José](#) “La materia está formada por moléculas que pueden ser de tamaño normal o moléculas gigantes llamadas polímeros. Los polímeros se producen por la unión de cientos de miles de moléculas pequeñas denominadas monómeros que forman enormes cadenas de las formas más diversas. Algunas parecen fideos, otras tienen ramificaciones”. www.arqhys.com/arquitectura/los-polimeros.html

- En los **polímetros analógicos** las medidas se hacen sobre una escala graduada en la que se mueve una aguja.
- En los **polímetros digitales** las medidas aparecen indicadas en la pantalla.

2.3.4 Condensadores

MILANES C. (2008) “Un condensador es un componente electrónico formado por dos placas metálicas paralelas, llamadas armaduras, separadas entre sí por aire o cualquier material aislante, llamado dieléctrico”. Pág. 18

Tienen como función almacenar carga eléctrica para cederla en el momento que se necesite. La descarga se produce cuando las placas se ponen en contacto.

Su capacidad se mide en faradios y nos indica la cantidad de carga que es capaz de almacenar el condensador cuando está conectado a cierta tensión. La fórmula con la que se expresa es: $C = Q:V$

2.3.4.1 Tipos de condensadores

- Los **condensadores fijos**, a su vez, se clasifican según el tipo de material usado como dieléctrico. Así tenemos condensadores de papel, de plástico, de mica, cerámicos y electrolíticos.
- Los **condensadores variables** están formados por un grupo de placas fijas y otro de placas móviles, que se pueden introducir entre las fijas sin tocarlas. Cuando se gira un mando las placas móviles entran y salen entre las fijas, haciendo así que el condensador que forman los dos grupos de placas tengan más o menos superficie. Como la capacidad está relacionada con la superficie, la capacidad del conjunto se puede variar.

2.3.5 Los materiales semiconductores

El diodo, el transistor y muchos otros componentes electrónicos están hechos con materiales semiconductores. Los más utilizados son el silicio y el germanio.

2.3.5.1 Semiconductores tipo N

Un **Semiconductor tipo N** se obtiene llevando a cabo un proceso de dopado añadiendo un cierto tipo de átomos al semiconductor para poder aumentar el número de portadores de carga libres (en este caso negativos o *electrones*).

Cuando se añade el material dopante aporta sus electrones más débilmente vinculados a los átomos del semiconductor. Este tipo de agente dopante es también conocido como *material donante* que da algunos de sus electrones.

El propósito del dopaje tipo n es el de producir abundancia de electrones portadores en el material. Para ayudar a entender cómo se produce el dopaje tipo n considérese el caso del silicio (Si). Los átomos del silicio tienen una valencia atómica de cuatro, por lo que se forma un enlace covalente con cada uno de los átomos de silicio adyacentes. Si un átomo con cinco electrones de valencia, tales como los del grupo 15 de la tabla periódica (ej. fósforo (P), arsénico (As) o antimonio (Sb)), se incorpora a la red cristalina en el lugar de un átomo de silicio, entonces ese átomo tendrá cuatro enlaces covalentes y un electrón no enlazado. Este electrón extra da como resultado la formación de "electrones libres", el número de electrones en el material supera ampliamente el número de huecos, en ese caso los electrones son los portadores mayoritarios y los huecos son los portadores minoritarios.

A causa de que los átomos con cinco electrones de valencia tienen un electrón extra que "dar", son llamados átomos donadores. Nótese que cada electrón libre en el semiconductor nunca está lejos de un ion dopante positivo inmóvil, y el material dopado tipo N generalmente tiene una carga eléctrica neta final de cero.

2.3.5.2 Semiconductores tipo P

Un **Semiconductor tipo P** se obtiene llevando a cabo un proceso de dopado, añadiendo un cierto tipo de átomos al semiconductor para poder aumentar el número de portadores de carga libres (en este caso positivos o *huecos*).

Cuando se añade el material dopante libera los electrones más débilmente vinculados de los átomos del semiconductor. Este agente dopante es también conocido como *material aceptor* y los átomos del semiconductor que han perdido un electrón son conocidos como **huecos**.

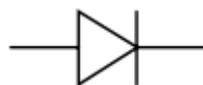
El propósito del dopaje tipo P es el de crear abundancia de huecos. En el caso del silicio, un átomo tetravalente (típicamente del grupo 14 de la tabla periódica) se le une un átomo con tres electrones de valencia, tales como los del grupo 13 de la tabla periódica (ej. Al, Ga, B, In), y se incorpora a la red cristalina en el lugar de un átomo de silicio, entonces ese átomo tendrá tres enlaces covalentes y un hueco producido que se encontrará en condición de aceptar un electrón libre.

Así los dopantes crean los "huecos". No obstante, cuando cada hueco se ha desplazado por la red, un protón del átomo situado en la posición del hueco se ve "expuesto" y en breve se ve equilibrado como una cierta carga positiva. Cuando un número suficiente de aceptores son añadidos, los huecos superan ampliamente la excitación térmica de los electrones. Así, los huecos son los *portadores mayoritarios*, mientras que los electrones son los *portadores minoritarios* en los materiales tipo P. Los diamantes azules (tipo IIb), que contienen impurezas de boro (B), son un ejemplo de un semiconductor tipo P que se produce de manera natural

2.3.6 Diodos

Un **diodo** es un componente electrónico que permite el paso de la corriente en un sentido y lo impide en el contrario. Esta provisto de dos terminales, el ánodo (+) y el cátodo (-) y, por lo general conduce la corriente en el sentido ánodo- cátodo.

Símbolo del diodo:



- La **polarización directa** se produce cuando el polo positivo del generador eléctrico se une al ánodo del diodo y el polo negativo se une al cátodo. En este caso el diodo se comporta como un conductor y deja pasar la corriente.

- La **polarización inversa** se produce cuando el polo positivo del generador eléctrico se une al cátodo del diodo y el negativo al ánodo. En este caso el diodo no permite el paso de la corriente.

Diodos LED

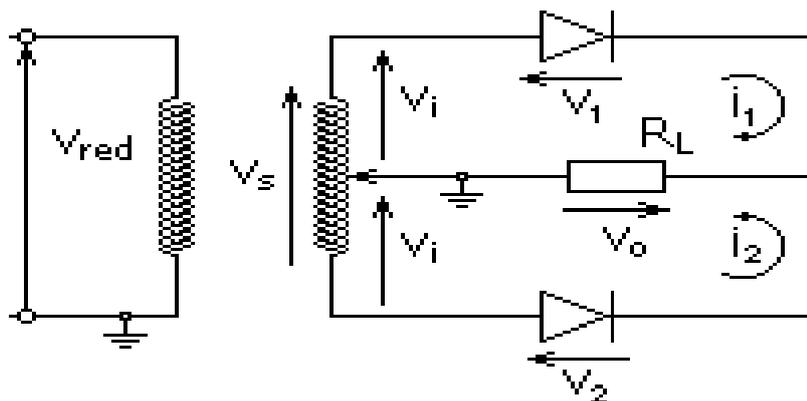
Es un tipo de diodo que convierte en luz toda la energía eléctrica que le llega, sin calentarse. Los diodos LED están polarizados es decir solo iluminan cuando están conectados correctamente al generador de corriente. Los LED funcionan con intensidad comprendida entre 10 y 20 mA. Para evitar que se fundan suelen conectarse en serie con una resistencia.

2.3.7 Circuito rectificador

Un **circuito rectificador** es un circuito que transforma la corriente alterna en continua, dificultando el paso de la corriente en uno de los sentidos.

El componente básico de este tipo de circuitos es un diodo.

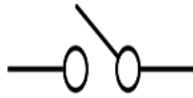
Gráfico N° 4
Circuito rectificador.



Fuente: conelec.com.ec

2.3.8 Interruptores automáticos

Símbolo:



- Los **interruptores de movimiento** se activan cuando se produce una inclinación excesiva y consiste en un recipiente parcialmente lleno de mercurio y con dos electrodos dispuestos de manera que, cuando se vuelca el mercurio, deja de hacer contacto con uno de los electrodos y se interrumpe el paso de la corriente.

Gráfico N° 5
Interruptor de mercurio

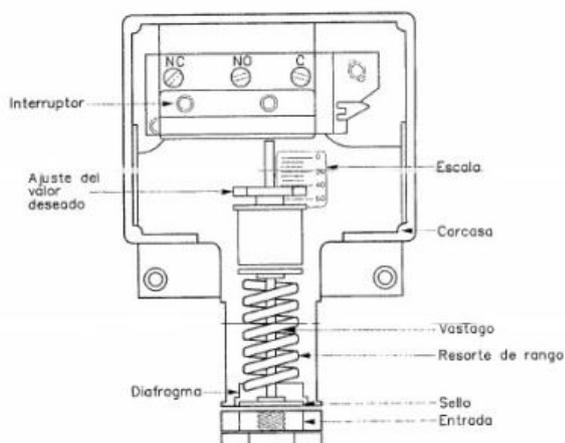


Fuente: conelec.com.ec

- Los **interruptores de presión**, como el micro interruptor y los finales de carrera, se accionan cuando se oprime un pequeño pulsador, una palanca o un pequeño rodillo.
- Interruptor de compresor:

Grafico N° 6

Interruptor de presión



Fuente: conelec.com.ec

- Los **interruptores magnéticos**. Entre ellos se encuentra el interruptor red, que contiene dos láminas imantadas dentro de una ampolla de vidrio en la que se ha hecho el vacío, que se conectan o se desconectan al acercarse o alejarse un imán.

Grafico N° 7

Interruptor magnético



Fuente: conelec.com.ec

- Los **interruptores ópticos**, sensibles a la ausencia o a la presencia de luz.

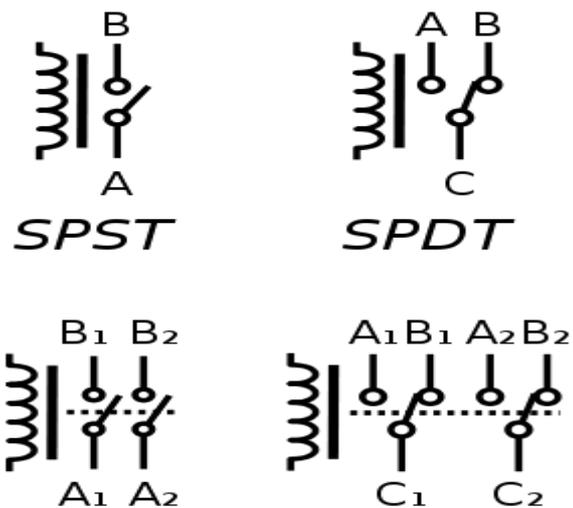
Gráfico N° 8
Interruptor óptico



Fuente: conelec.com.ec

2.3.9 Los Relés

Gráfico N° 9
Tipos de conexiones de relés



Fuente: conelec.com.ec

Un **relé** es un automatismo formado por dos elementos:

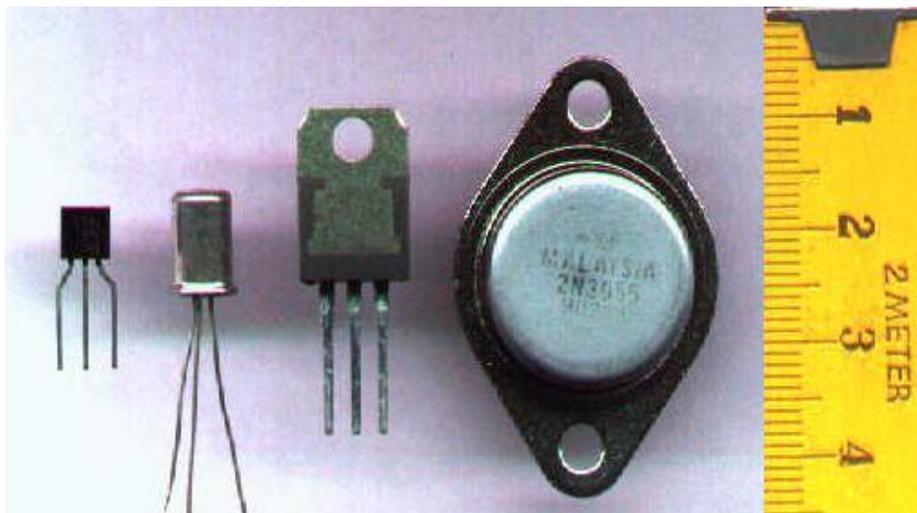
- Un **electroimán**, que funciona con pequeñas cantidades de corriente.
- Un **interruptor**, que está controlado por el electroimán, y se activa o desactiva dependiendo de que circule, o no, corriente por la bobina del electroimán.

En un relé hay dos circuitos totalmente independientes:

- El **circuito de control**, que es el circuito electromagnético y que es el que activa el electroimán.
- El **circuito a controlar**, que es un circuito eléctrico que activa el electroimán, lo que produce el cierre del interruptor del circuito, y con ello que circule la corriente eléctrica.

2.3.10 Transistores

Gráfico N° 10
Tipos de transistores.



Fuente: conelec.com.ec

Un **transistor** es un componente eléctrico que se emplea para dos cosas:

- Pueden utilizarse como interruptor, bloqueando o dejando pasar corriente a través del colector.
- Puede utilizarse como amplificador.

Consta de tres partes: el **emisor**, el **colector** y la **base**.

Transistores NPN y PNP

- **Transistores NPN.** Se conectan uniendo el polo positivo al colector y a la base. Como su nombre indica, están formados mediante la unión de dos semiconductores N con un semiconductor P.
- **Transistores PNP.** Se conectan uniendo el polo negativo al colector y a la base. Están formados mediante la unión de dos semiconductores P y un semiconductor N.

2.4 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

“Actualmente el avance de los procedimientos en el manejo de la electricidad hace imprescindible el uso de implementos de seguridad, tanto personales como materiales, considerándoseles como un aspecto fundamental en el trabajo, que ayudan al trabajador a desempeñarse en forma segura y sin mayores riesgos. Si bien estos equipos no previenen los accidentes, son importantes en las consecuencias que éstos pueden causar, aminorando las lesiones y además contribuyendo en la productividad de la empresa”
www.educarchile.cl/.../Dispositivos%20de%20proteccion%20electricos.doc

En cualquier maniobra con alta tensión hay un riesgo constante, por lo cual es necesario actuar muy concentrado en el trabajo y siguiendo todos los procedimientos de seguridad. Un descuido o el pasar por alto una medida de protección puede significar serias quemaduras o bien la muerte del trabajador. Es así como las empresas eléctricas mantienen estricto cumplimiento de los procesos y medidas de seguridad, lo que se traduce en bajos índices de accidentabilidad, demostrando así que una actividad ceñida a la salvaguardia da

resultados. Lo anterior también se ve reflejado en una baja ausencia laboral, ya que de ocurrir estas situaciones, se altera el proceso, se gasta tiempo en reemplazar al trabajador accidentado, con la serie de papeleo que hay que seguir, y además se fijan multas a la empresa al sobrepasar el índice permitido de accidentabilidad.

Sin embargo, existe el concepto muy generalizado de que la alta tensión, como por ejemplo 12.000 Volts o 110.000 Volts, son las que causan muertes instantáneas, pero en realidad no es así: su efecto principal generalmente es serio, la quemadura. En cambio, cuando trabajamos con voltajes bajos vale decir 220 ó 380 Volts nos confiamos y no le damos realmente la importancia que merece. Es justamente el voltaje alterno bajo el que deja a la persona "pegada" al conductor, llegando a afectar la respiración y el corazón.

La energía eléctrica puede ser peligrosa por varios factores como la tensión, intensidad, resistencia óhmica del hombre, frecuencia, la duración del tiempo de contacto, recorrido de esa corriente, factores personales, etc.

Para efectos del siguiente trabajo tomaremos en cuenta los dispositivos de seguridad que se usan en la distribución eléctrica, por lo que no tomaremos en cuenta los equipos e implementos de protección domiciliaria. Solo se mencionarán algunos implementos como los interruptores automáticos magneto térmica a modo de referencia.

2.4.1 Importancia de los implementos de seguridad eléctricos

La principal importancia de los elementos de seguridad eléctricos es proteger a los trabajadores de los posibles accidentes. Entendiéndose como accidente a todo hecho no deseado que interrumpe un proceso normal de trabajo y que causa lesiones o pérdida de bienes materiales.

El artículo 353 del Código del Trabajo define lo que se denomina riesgos del trabajo, manifestando: "Riesgos del Trabajo:- Riesgos del trabajo son las eventualidades dañosas a que está sujeto el trabajador, con ocasión o por consecuencia de su actividad.

Para los efectos de la responsabilidad del empleador se consideran riesgos del trabajo las enfermedades profesionales y los accidentes”.

Accidente de Trabajo lo define el artículo 354 del Código del Trabajo, el mismo que manifiesta: “Accidente de trabajo es todo suceso imprevisto y repentino que ocasional al trabajador una lesión corporal o perturbación funcional, con ocasión o por consecuencia del Trabajo que ejecuta por cuenta ajena”

2.4.2 Protecciones básicas de los circuitos de alumbrado y distribución

Toda instalación eléctrica debe estar dotada de una serie de protecciones que la hagan segura, tanto desde el punto de vista de los conductores y los aparatos aéreos conectados, como de las personas que han de trabajar con ellas.

Existen muchos tipos de protecciones que pueden hacer una instalación eléctrica completamente segura ante cualquier contingencia, pero hay tres que deben usarse en todo tipo de instalación: de alumbrado, domésticas, de fuerza, redes de distribución, circuitos auxiliares, etc., ya sean de alta o baja tensión. Estas tres protecciones eléctricas, que describiremos con detalle a continuación:

- Protección contra cortocircuitos
- Protección contra sobrecargas
- Protección contra electrocución

2.4.2.1 Protección contra cortocircuitos

MILANES C. (2008) “Se denomina cortocircuito a la unión de dos conductores o partes de un circuito eléctrico, con una diferencia de potencial o tensión entre sí, sin ninguna impedancia eléctrica entre ellos”. Pág. 43

Este efecto, según la Ley de Ohm, al ser la impedancia cero, hace que la intensidad tienda a infinito, con lo cual pelagra la integridad de conductores y máquinas debido al calor generado por dicha intensidad, debido al efecto Joule. En la práctica, la intensidad producida por un cortocircuito, siempre queda amortiguada por la resistencia de los propios conductores que, aunque muy pequeña, nunca es cero.

$I = V/Z$ (si Z es cero, $I =$ infinito)

Según los reglamentos electrotécnicos, "en el origen de todo circuito deberá colocarse un dispositivo de protección, de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en la instalación". No obstante se admite una protección general contra cortocircuitos para varios circuitos derivados.

Los dispositivos más empleados para la protección contra cortocircuitos son:

- Fusibles calibrados (también llamados cortacircuitos), o
- Interruptores automáticos magnetotérmicos

2.4.2.2 Protección contra sobrecargas

MILANES C. (2008) "Entendemos por sobrecarga al exceso de intensidad en un circuito, debido a un defecto de aislamiento o bien, a una avería o demanda excesiva de carga de la máquina conectada a un motor eléctrico". Pág. 54

Las sobrecargas deben de protegerse, ya que pueden dar lugar a la destrucción total de los aislamientos, de una red o de un motor conectado a ella. Una sobrecarga no protegida degenera siempre en un cortocircuito.

Según los reglamentos electrotécnicos "Si el conductor neutro tiene la misma sección que las fases, la protección contra sobrecargas se hará con un dispositivo que proteja solamente las fases, por el contrario si la sección del conductor neutro es inferior a la de las fases, el dispositivo de protección habrá de controlar también la corriente del neutro". Además debe de colocarse una protección para cada circuito derivado de otro principal.

Los dispositivos más empleados para la protección contra sobrecargas son:

- **Fusibles calibrados**, tipo **gT** o **gF** (nunca aM)

Los fusibles son una sección de hilo más fino que los conductores normales colocado a la entrada del circuito a proteger, para que sea la parte que más se caliente, y por tanto, la primera en fundirse. Son

protecciones desechables, cuando se funden se sustituyen por otro en buen estado.

Gráfico N° 11 Tipos de fusibles



Fuente: conelec.com.ec

La parte fusible suele ser un hilo o lámina de cobre o aleación de plata colocado dentro de unos cartuchos cerámicos llenos de arena de cuarzo para evitar la dispersión del material fundido.

- **Interruptores automáticos magnetotérmicos (PIA)**

Para los circuitos domésticos, de alumbrado y para pequeños motores, se suelen emplear los dos primeros, al igual que para los cortocircuitos, siempre y cuando se utilice el tipo y la calibración apropiada al circuito a proteger. Por el contrario para los motores trifásicos se suelen emplear los llamados relés térmicos.

- **Relés térmicos**

Son dispositivos de protección destinados a detectar sobre intensidades por medio de un elemento térmico, normalmente una lámina bimetálica compuesta por dos aleaciones con diferente coeficiente de dilatación. Al ser recorrida por la corriente de carga se calienta dilatándose más un metal que el otro, lo que la obliga a curvarse activando los contactos que lleva asociados.

Gráfico N° 12

Relé Térmico



Fuente: conelec.com.ec

Normalmente disponen de un contacto normalmente cerrado (NC) para desconectar la carga y otro contacto normalmente abierto (NO) que suele usarse para encender un piloto que indique la avería cuando se activa. También suelen disponer de un dial de ajuste de la intensidad de disparo, un pulsador de rearme manual y un selector de rearme manual o automático (en automático se reconectaría él sólo después de enfriarse la lámina bimetálica).

Un relé térmico actúa asociado a un contactor y protege a un motor frente a Sobrecargas producidas por:

- Sobrecargas.
- Arranques demasiado largos.
- Ciclos paro-arranque demasiado frecuentes.
- Agarrotamiento mecánico del rotor (calado).

• Canaletas

Protege y oculta los cables de red sin tener que desperdiciar tiempo haciendo pasar los tramos de cables detrás de la pared. Además, se ofrecen en color blanco y marfil para que se combinen perfectamente con la decoración de su casa u oficina. http://sinfotecnia.com/prestashop/product.php?id_product=12

- **Cajetines**

Los cajetines son pequeñas cajas metálicas o plásticas, de formas rectangulares, cuadradas, octogonales o redondas. Por lo general poseen en forma troquelada orificios con tapas de fácil remoción, para la ubicación de tuberías que serán fijadas con tuercas tipo conector a las paredes del cajetín.
<http://www.buenastareas.com/ensayos/Cajetines-Electrico-y-Tipos-De-Cajetines/1520199.html>

- **Tomacorrientes**

Un *enchufe macho* o *clavija* es una pieza de material aislante de la que sobresalen varillas metálicas que se introducen en el enchufe hembra para establecer la conexión eléctrica. Por lo general se encuentra en el extremo de cable. Su función es establecer una conexión eléctrica con la toma de corriente que se pueda manipular con seguridad. Existen clavijas de distintos tipos y formas que varían según las necesidades y normas de cada producto o país.
<http://es.wikipedia.org/wiki/Enchufe>

2.4.2.3 Protección contra electrocución

Peligros de la corriente eléctrica

Bajo los efectos de una corriente eléctrica, puede sobrevenir la muerte de una persona, por las causas siguientes:

- Paralización del corazón
- Atrofia de los músculos del tórax (asfixia)
- Carbonización de los tejidos
- Electrólisis de la sangre (solamente en c.c.), etc

Aunque los cuerpos humanos reaccionan de diferente manera unos de otros y dependiendo de las condiciones del momento, podemos decir que la corriente eléctrica empieza a ser peligrosa, cuando atraviesan el cuerpo humano más de 25 mA, durante más de 0,2 segundos.

Se ha comprobado que la resistencia del cuerpo humano, con piel sana y seca, depende de la tensión que se le aplique, pudiendo variar entre 2.500 y 100.000 ohms. Esta resistencia también disminuye debido a la humedad, la transpiración, las heridas superficiales, al aumentar la masa muscular de las personas, si el contacto es inesperado, etc. También y por causas aún desconocidas se sabe que en las altas frecuencias la corriente eléctrica deja de ser peligrosa para el cuerpo humano (a partir de unos 7.000 Hz aproximadamente), y por tal motivo se emplea mucho en electro-medicina.

Debido a todo lo anteriormente expuesto, cuando se hacen cálculos sobre la seguridad contra electrocución, y con el fin de trabajar con un buen margen de seguridad, **se considera que la resistencia del cuerpo humano es de 1.000 ohms.**

Por eso los reglamentos electrotécnicos fijan como **tensiones peligrosas**, exigiendo la instalación de protecciones contra electrocución, las siguientes:

- **50 V**, con relación a tierra, en locales secos y no conductores.
- **24 V**, con relación a tierra, en locales húmedos o mojados.
- **15 V**, en instalaciones para piscinas

2.5 NORMAS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Para que las instalaciones eléctricas sean seguras y confiables se requiere:

- Planos de planta y alzado
- Diagrama unifilar
- Cuadro de distribución de cargas por circuitos
- Croquis de la ubicación
- Especificación de los materiales y equipos
- Memoria técnica descriptiva y de cálculo de acuerdo a las normas establecidas

CAPÍTULO III

APARATOS DE MEDICIÓN

3.1 POTENCIAL Y DIFERENCIA DE POTENCIAL

GRACÍA MUÑOZ Carlos (2006) “La **diferencia de potencial** es una magnitud física que impulsa a los electrones a lo largo de un conductor en un circuito eléctrico cerrado, provocando el flujo de una corriente eléctrica”. Pág. 1 www.unicrom.com/Tut_tension_electrica.asp

La diferencia de potencial también se define como el trabajo por unidad de carga ejercido por el campo eléctrico, sobre una partícula cargada, para moverla de un lugar a otro. Se puede medir con un voltímetro.

En el Sistema Internacional, la diferencia de potencial se mide en voltios (**V**), al igual que el potencial.

La tensión es independiente del camino recorrido por la carga, y depende exclusivamente del potencial eléctrico de los puntos A y B en el campo.

Si dos puntos que tienen una diferencia de potencial se unen mediante un conductor, se producirá un flujo de electrones. Parte de la carga que crea el punto de mayor potencial se trasladará a través del conductor al punto de menor potencial y, en ausencia de una fuente externa (generador), esta corriente cesará cuando ambos puntos igualen su potencial eléctrico (ley de Henry). Este traslado de cargas es lo que se conoce como corriente eléctrica.

Cuando se habla sobre una diferencia de potencial en un sólo punto, o potencial, se refiere a la diferencia de potencial entre este punto y algún otro donde el potencial sea cero.

La *tensión eléctrica* o *diferencia de potencial* entre dos puntos de un conductor se define como la energía intercambiada por la unidad de carga al atravesar la distancia que separa dichos puntos.

$$V = \frac{dW}{dq}$$

Si en el intercambio se aporta energía desde el exterior, la tensión se denomina también *fuerza electromotriz* (fem), mientras que si se trata de una pérdida o disminución, se habla de una *caída de potencial*.

Para hallar la relación entre la tensión y la corriente eléctrica, supongamos que tenemos un conductor de longitud l y sección A bajo la acción de un campo eléctrico. La energía intercambiada por una carga dq en su movimiento a través de dicho conductor viene dada por:

$$dW = \int_0^l dF dx = \int_0^l dq E dx = dq E l$$

Para obtener la expresión anterior se ha asumido la hipótesis de que el campo eléctrico permanece constante en el interior del conductor. Por otra parte, en el apartado anterior se ha deducido la relación entre el campo eléctrico y la densidad de corriente:

$$E = \frac{J}{\sigma} = \frac{I}{A\sigma}$$

Por lo tanto, la tensión eléctrica puede calcularse como:

$$V = \frac{dW}{dq} = \frac{dq \frac{I}{A\sigma} l}{dq} = \frac{l}{A\sigma} I$$

La tensión entre los extremos del conductor es directamente proporcional a la corriente establecida. Al factor de proporcionalidad se le llama *resistencia estática* del conductor, o simplemente *resistencia*.

GARCÍA ÁLVAREZ José Antonio E. El voltaje, tensión o diferencia de potencial es la presión que ejerce una fuente de suministro de energía eléctrica o fuerza electromotriz (FEM) sobre las cargas eléctricas o electrones en un circuito eléctrico cerrado, para que se establezca el flujo de una corriente eléctrica.

http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_voltaje/ke_voltaje_1.htm;

Recuperado 17 de marzo 2012

A mayor diferencia de potencial o presión que ejerza una fuente de FEM sobre las cargas eléctricas o electrones contenidos en un conductor, mayor será el voltaje o tensión existente en el circuito al que corresponda ese conductor

De esta manera, el voltaje no es un valor absoluto sino una diferencia entre las cargas eléctricas, que se mide en voltios, según el Sistema Internacional de Unidades.

Asimismo, si se coloca un conductor eléctrico entre dos puntos que tienen diferencia de potencial, se va a producir un flujo de corriente eléctrica. Y esta corriente eléctrica, al circular por los cables, es la que permite que los dispositivos electrónicos de la computadora (y todos los dispositivos electrónicos en general) se enciendan. La fuente de fuerza electromotriz es la que posibilita que esta corriente circule por los cables.

Cuanto mayor sea la diferencia de potencial o presión entre las cargas, mayor será el voltaje o tensión del circuito correspondiente. Lo que puede ocurrir es que haya un pico o una caída de tensión. El primero envía más electricidad que la necesaria mientras que la caída de tensión, por el contrario, es un período de bajo voltaje. Estas variaciones pueden causar problemas en los equipos, por lo que es necesario tener un dispositivo protector adecuado en el que se enchufen todos los componentes de nuestra computadora.

3.2 RESISTIVIDAD

SEARS Y ZEMANSKY (2009) Se le llama **resistividad** al grado de dificultad que encuentran los electrones en sus desplazamientos. Se designa por la letra griega rho minúscula (ρ) y se mide en ohm-metros ($\Omega \cdot m$) Pág. 851.

Su valor describe el comportamiento de un material frente al paso de corriente eléctrica, por lo que da una idea de lo buen o mal conductor que es. Un valor alto de resistividad indica que el material es mal conductor mientras que uno bajo indicará que es un buen conductor. La resistividad de s metales aumenta con la temperatura, mientras que la resistividad de los semiconductores disminuye ante el aumento de la temperatura.

Cuadro N° 4
Resistividades de algunos materiales

Material	Resistividad (en 20 °C-25 °C) ($\Omega \cdot m$)
Plata²	$1,55 \times 10^{-8}$
Cobre³	$1,71 \times 10^{-8}$
Oro⁴	$2,22 \times 10^{-8}$
Aluminio⁵	$2,82 \times 10^{-8}$
Wolframio⁶	$5,65 \times 10^{-8}$
Níquel⁷	$6,40 \times 10^{-8}$
Hierro⁸	$9,71 \times 10^{-8}$
Platino⁹	$10,60 \times 10^{-8}$
Estaño¹⁰	$11,50 \times 10^{-8}$
Acero inoxidable 301¹¹	$72,00 \times 10^{-8}$
Grafito¹²	$60,00 \times 10^{-8}$

Fuente: conelec.com.ec

3.3 POTENCIA ELÉCTRICA

“Potencia es la velocidad a la que se consume la energía. Si la energía fuese un líquido, la potencia sería los litros por segundo que vierte el depósito que lo contiene. La potencia se mide en joule por segundo (J/seg) y se representa con la letra “P”. Un J/seg equivale a 1 watt (W), por tanto, cuando se consume 1 joule de potencia en un segundo, estamos gastando o consumiendo 1 watt de energía eléctrica”. GARCÍA ÁLVAREZ José Antonio E.
http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_potencia/ke_potencia_elect_1.htm

Consideremos un circuito eléctrico sencillo formado por una fuente de alimentación y un conductor de longitud l conectado entre sus bornes. La fuente de alimentación genera un campo eléctrico capaz de mover los portadores de carga del material, y como consecuencia, se crea una corriente eléctrica. La potencia necesaria para mover una carga dq a través del conductor será:

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{dW}{dq} \frac{dq}{dt} = VI$$

Lo que sucede es que la carga dq recibe una energía $dW = dq V$. Esta energía se pierde en el material, en virtud de las colisiones que experimenta contra los átomos de él, produciendo en consecuencia energía térmica. A esta conversión de energía cinética en calor que se da en los materiales por los que circula una corriente eléctrica se le denomina *efecto Joule*. Si el material presenta una resistencia R , la última expresión admite diversas representaciones:

$$P = VI = RI^2 = \frac{V^2}{R}$$

Una batería o cualquier otro aparato que proporciona energía eléctrica se conoce como *fuerza electromotriz*. En el caso del circuito mencionado en este apartado, la potencia suministrada por la fuente es la misma que la consumida por el conductor, luego puede calcularse mediante el producto de la tensión por la corriente.

- Por un conductor de 10 m de longitud y una resistencia de 0,2 Ω circula una corriente de 5 A.
 - ¿Cuál es la diferencia de potencial en los extremos del conductor?.
 - ¿Cuál es el valor del campo eléctrico del conductor?.

- Una diferencia de potencial de 100 V produce una corriente de 3 A en una resistencia determinada.
 - Valor de la resistencia.
 - Corriente cuando la diferencia de potencial es de 25 V.

- Un trozo de carbón tiene una longitud de 3.0 cm y una sección recta cuadrada de 0.5 cm de lado. Se mantiene una diferencia de potencial de 8.4 V entre los extremos de su dimensión más larga (resistividad del carbón = $3500 \times 10^{-8} \cdot \text{m}$).
 - Cuál es la resistencia del bloque.
 - Valor de la corriente.

- Determinar la resistencia entre los extremos del semianillo de la figura adjunta. La resistividad del material es. La sección es un cuadrado de altura h.

CAPÍTULO IV

MAQUINARIA TEXTIL

4.1 BOBINADORA-ENCONADORA (SHWEITER)

Gráfico N° 13
Bobinador – Enconador



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

Esta máquina es de procedencia Alemana equipada con 12 campos por lado movida por un motor 4Hp.

Se la utiliza para la formación de carretes o bobinas cónicas, a partir de madejas o de usos de la continua de hilar. El hilo de las continuas de hilar es recogido en usadas y anillado en usos de muy poco material y bobinado en una forma no adecuada para el desenvolvimiento normal del hilo para su posterior utilización, además de no haber sido controlada la regularidad del hilo, velloidad y neps.

4.1.1 Funciones de la bobinadora

Esta bobinadora cumple las siguientes funciones:

- Preparar el material de acuerdo a su futura utilización
- Determinar la calidad del hilo
- Empaquetar el hilo de un sistema de bobina a otro, así:
 - **Madejas a conos.-** Cuando nosotros hemos tinturado el material en madeja y para su presentación o utilidad final del hilo tenemos necesariamente que pasar el material de cono a queso generalmente en hilos de acrílico HB para darle al aspecto final (contracción)
 - **Cono a cono.-** En la compra o producción de conos que tenemos una gran duda de la calidad de su bobinado y por ende su vellosidad, neps, partes gruesas y delgadas, además la necesidad del cambio de cono por su ángulo o capacidad que brinde el mismo, otra razón es el cambio de conos normales a conos perforados de tintura.
 - **Usada a cono.-** Es el más usual, luego de las continuas de hilar sabemos que el material es presentada en usadas canillas y usos los cuales contienen poca cantidad de material para elevar la eficiencia en los futuros procesos (urdidoras, telares, tinturas, etc.) ya que se logra mayor cantidad de material en procesos y menos cambios en el mismo. Además en esta bobinadora o enconadora se hace el control y tabulación de la calidad.

4.1.2 Elementos componentes

4.1.2.1 Tensores

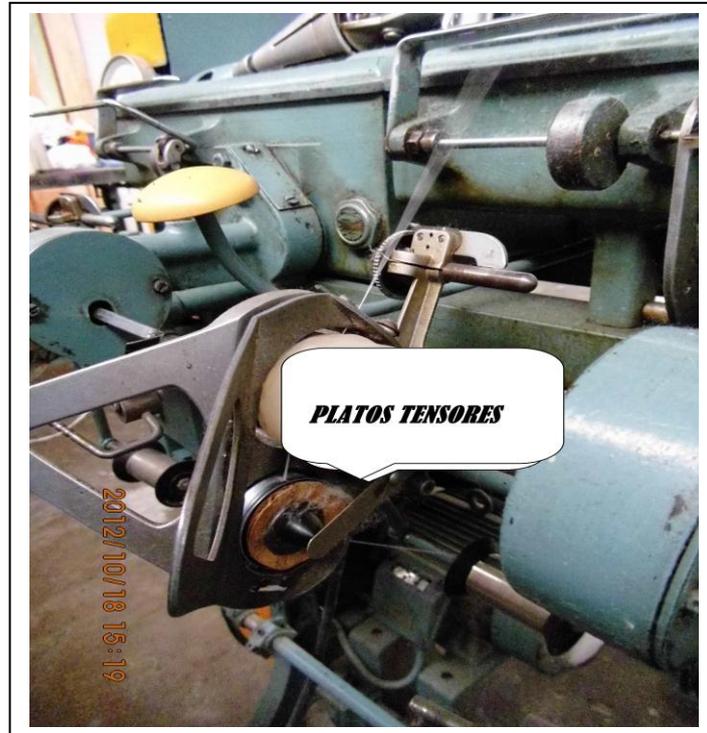
El tensor es un dispositivo que permite dar una tensión uniforme al hilo, de esta dependerá la dureza del cono, que se realizara a las necesidades de procesos posteriores.

Los tensores pueden ser instalados con o sin para hilos, la disposición de estos es que van directamente en el tensor y ofrece las siguientes ventajas:

- Para más pronto la maquina, en caso de rupturas de hilos
- Se evitan perdidas de hilo y existen máximas seguridad de servicio
- Fácil de encontrar la posición del hilo roto

Gráfico N° 14

Platos tensores



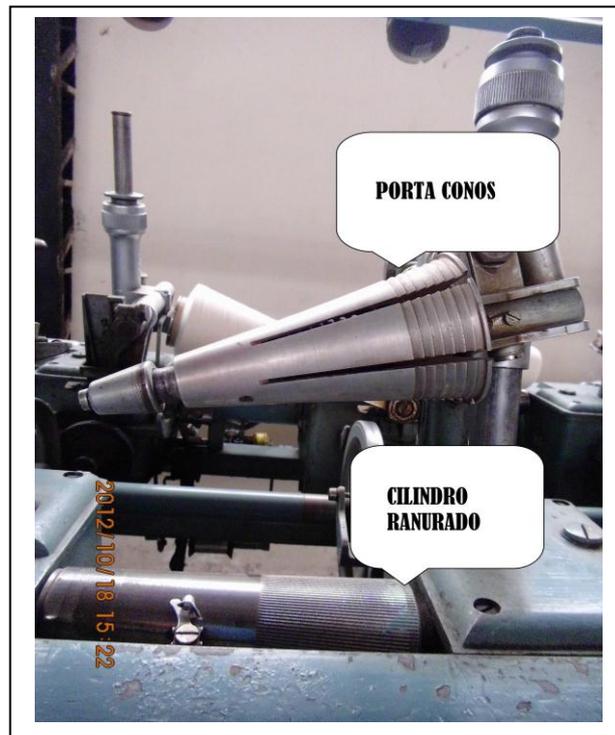
Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

4.1.2.2 Cilindros Dentados y Porta conos

Es el que permiten la transmisión de movimiento a los conos, estos cilindros son de titanio o también recubiertos de oxido de aluminio, el diámetro de estos cilindros varían de acuerdo al fabricante.

Los porta conos están ubicados inmediatamente en la parte superior del cilindro dentado por medio del cual recibe el movimiento de giro por contacto.

Gráfico N° 15
Cilindros Dentados y Porta conos



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

El cono des una forma de presentación de los hilos adecuada para facilitar sus posteriores manipulaciones, como pueden ser las del encanillado, tintura, urdido o tisaje. Preferentemente se presenta en el plegado cruzado, en forma cilíndrica o cónica.

Cuando el ángulo de conicidad sea superior a unos cuatro grados, recibe el nombre de súper como. El tubo porta bobinas puede ser de cartón, o acero inoxidable cuando va destinado a tintura de alta temperatura.

Gráfico N° 16

Conos



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

4.1.2.3 Guía hilos

Es un dispositivo a través o sobre el cual, en distintos tipos de máquinas, pasa el hilo en su movimiento de avance, para su mejor desarrollo y transporte entre dos puntos de trabajo distantes de un cierto espacio.

Existen en el mercado diversos modelos de distintas formas y dimensiones con distintos nombres: bastoncitos y varillas, ejes huecos, ganchos, paletas, peines, laminas o tradicionalmente cola de cerdo etc.

El guía hilos óptimo para una bobinadora es el de cola de cerdo, este permite conducir el hilo que pasa sobre este a velocidades elevadas sin producir variaciones o alteraciones al hilo, este guía hilos cumple también la función de rompe balón cuando el hilo sale del cono para el desenvolvimiento del mismo.

El material óptimo, debido a que existe fricción y abrasión de los hilos es recomendable que sean de material con un bajo coeficiente de fricción y de un material resistente a la abrasión, por tal razón se utiliza la cerámica que a la vez elimina la estática generada por el hilo.

Gráfico N° 17
Guía de Hilos



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

4.1.2.4 Elemento parafinador.

Consta de un eje donde se coloca la parafina la misma que por contacto es aplicada al hilo, la cantidad a aplicar depende de la presión que ejerza la pesa a la parafina y por ende al hilo que pasa en el, proceso de enconado.

Un rendimiento óptimo durante la elaboración posterior en la tejeduría y fabricación de género de punto, requiere también un óptimo parafinado. La lista que sigue nos ayudara en la selección del tipo correcto de parafina a aplicar.

Cuadro N° 5
Tipos de parafina

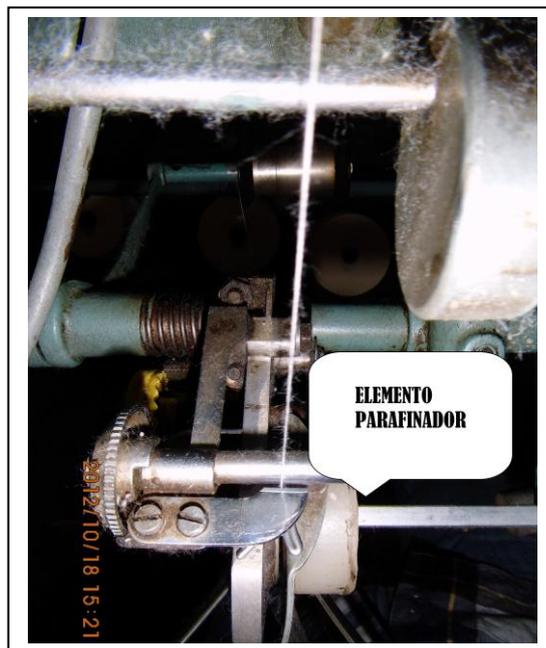
TIPO	PUNTO DE FUSÓN	PENETRACIÓN CON 25° C	APLICACIÓN
Verde	59-61	19-20	Casi universalmente aplicable para algodón, lana celulosa. Hilados de mezcla e hilados teñidos*
Reseda especial	56-58	30-33	Siempre donde los otros tipos de parafina indicados no producen una capa satisfactoria de parafina*
Azul	56-58	24-25	Para hilados de torsión suelta y con tensión reducida de hilo, en hilados blanqueados*
Blanco	60-62	10-11	Para hilados finos desde Nm 80 (tex 12) (Algodón/sintéticos), también en altas temperaturas ambiente (alrededor de 30 C)*
Naranja	52-54	25-27	Para hilados lisos por ejemplo lana pura y mezcla, hilados sintéticos Para un pequeño parafinado de los hilados*
West	79-81	22-24	Como naranja, pero parafinado menos aun*
2080	79-81	14-16	Se presenta especialmente para hilados finos, algodón y sintéticos, así como para hilados de mezcla. Además es aplicable en temperaturas ambiente tropicales*
Rojo	56-58	22-25	Soluble en agua; se usa para productos que posteriormente se tiñen o se blanquean **
Violeta	60-62	22-25	Soluble en agua; se usa para productos que posteriormente se tiñen o se blanquean. En temperaturas ambiente alrededor de 30° C**
“Horn Schuch”	79-81	18-20	Soluble en agua: especialmente para hilados finos, algodón y sintéticos, así como para hilados de mezcla. Además es aplicable en temperaturas ambiente tropicales**

Fuente: Pineda Carlos, reconstrucción y puesta en marcha de la bobinadora.

Notas para la tabla:

- Estas parafinas pueden eliminarse durante el acabado por lavado con la adición de emulsionantes durante el lavado.
- Puede eliminarse por lavado directo mediante la adición de emulsionantes a la parafina.

Gráfico N° 18
Elemento Parafinador



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

4.1.2.5 Purgadores

- **Purgadores mecánicos**

La acción del purgador se basa en hacer pasar el hilo por un paso estrecho calibrado en forma de rendija o agujero. Las porciones gruesas quedan retenidas por esta porción estrecha y el hilo se rompe por sobre tensión, el operario quita esta porción gruesa del hilo y vuelve a anudar.

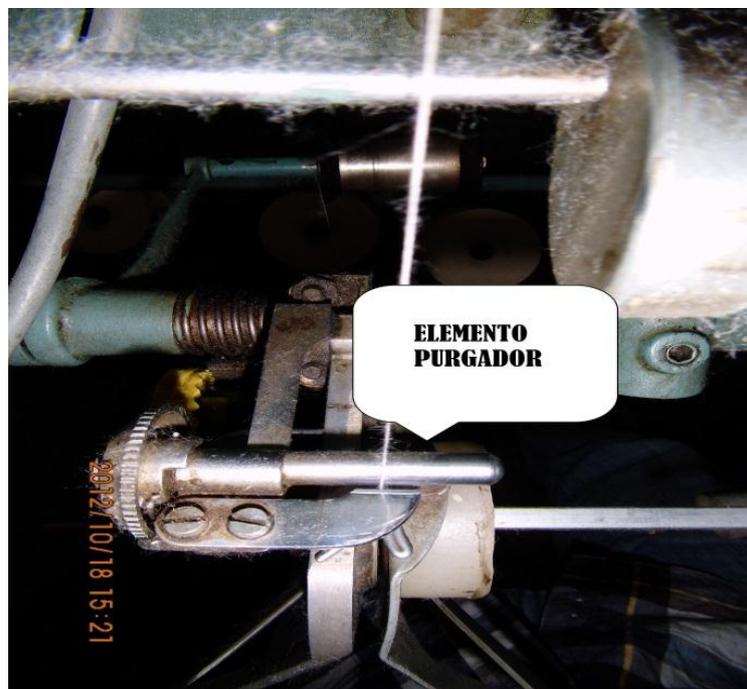
La forma más simple de purgador mecánico es una plancha de acero provista de una rendija. Para adaptar el purgador a los distintos títulos de hilo, se cambian las placas por otras con rendija de distinto ancho.

El tipo más perfeccionado tiene purgadores formada la rendija por dos planchas acero con los bordes endurecidos, cuya distancia puede ajustarse. El ancho de rendija se regula de acuerdo con un diagrama con la ayuda de un calibre.

También ha tenido éxito un purgador mecánico en el cual el ajuste preciso de la rendija calibrada se efectúa con la ayuda plaquitas de acero templadas y rectificadas.

Como es lógico, la necesidad de mejorar el efecto del purgador mecánico ha dado lugar a la creación de nuevos tipos más caros y complicados, cuyo precio de adquisición es más alto y complejo su mantenimiento.

Gráfico N° 19
Elemento Purgador



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

4.1.3 Motor

Gráfico N° 20

Motor



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

4.1.3.1 Descripción del motor

Este motor eléctrico trifásico de 4 HP. es uno de los dispositivos eléctricos de más amplia utilización. Lo podemos encontrar funcionando a cualquier tensión de alimentación y de cualquier potencia. En este caso está provisto de una polea en V.

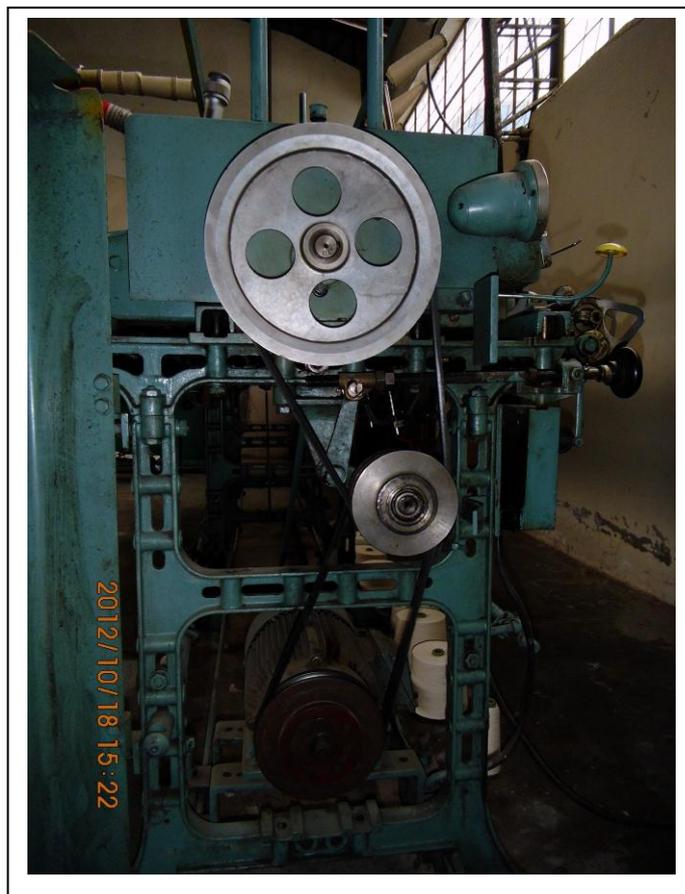
Hoy en día los más utilizados son los motores de corriente alterna y sus variadísimas formas.

4.1.4 Bancada o Bastidor

La bancada de esta máquina es de hierro fundido diseñado adecuadamente para acoplar el motor, y demás partes mecánicas provistas de movimiento y fijas.

Gráfico N° 21

Bastidor



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

4.1.5 Tipos de bobinadoras

4.1.5.1 Bobinadora universal

De distintos modelos. Según la casa constructora, se caracteriza por su gran velocidad de arrollado del hilo hasta 1200m/min. Para el bobinado de hilos elásticos en conos se emplean también estos tipos de bobinadoras, con guía-hilos tensores especiales, que dan al arrollado gran regularidad de tensión.

Modernamente algunas firmas presentan tipos de bobinadoras especiales que depositan los hilos para genero de punto desde las madejas a los botes, sin estiraje o tensión del hilo. Para hilos sintéticos se presentan bobinadoras especiales, en las que el control de la presión entre la bobina y el tambor ranurado es constante; así se consiguen consistencias uniformes y grados predeterminados de densidad; la tensión es controlada así mismo de una aplicación altamente sensitiva y gradual.

4.1.5.2 Bobinadora automática de gran velocidad

Otra bobinadora lanzada recientemente al mercado, en la operación del bobinado es la de cambio de usos vacíos por otros llenos se realiza automáticamente. Para ello tanto el huso como la bobina obtenida, junto con los mecanismos de formación de la misma, están dotados de un movimiento de traslación a lo largo de la máquina, deslizándose sobre unos rieles que para tal efecto van colocados en la misma.

4.1.5 Producción de la bobinadora

4.1.5.1 Capacidad de producción

Para la capacidad de producción de esta máquina partiendo de un eficiencia real de 80%, para un hilo Ne=12, se procede a calcular la velocidad con la siguiente fórmula:

- $V \text{ m/min} = \text{RPM} \times \pi \times \emptyset \times (\text{diámetro de polea motora} / \text{diámetro de polea movida})$
- En donde:
- RPM= 3450
- $\pi = 3.14$
- $\emptyset = 9.5 \text{ cm. (diámetro del cilindro ranurado)}$
- Diámetro de la polea motora= 7cm.
- Diámetro de la polea movida= 11cm.
- Reemplazando:
- $V \text{ (m/min)} = 3450 \times 3.14 \times 0.095\text{m.} \times (0.07\text{m.}/0.11\text{m.})$
- $V \text{ (m/min)} = 655$

- Producción = $(N \times V \times E \times 0.59) / N_e$
- En donde
- N= numero de posiciones
- V= velocidad de la maquina
- E= eficiencia
- 0.59g/m= constante
- Ne= titulo del hilo
- Reemplazando tenemos:

$$P = \frac{4 \times 655 \text{ m/min} \times 0.85 \times 0.59 \text{ g/m} \times 1 \text{ Kg} \times 60 \text{ min}}{12 \times 1000 \text{ gr} \times 1 \text{ h}}$$

- Simplificando unidades tenemos:
- P= 6.57Kg/h

4.2 MÁQUINA LIJADORA

Gráfico N° 22

Lijadora



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

Constituye parte del conjunto de máquinas de acabado mecánico textil, la lijadora existente en la PAT 1 es de marca ADELCO, de procedencia colombiana, la finalidad de la máquina es producir el efecto de afelpado en la superficie del género textil, pudiendo trabajarse en estas telas de algodón, lana, acrílico, y sus mezclas.

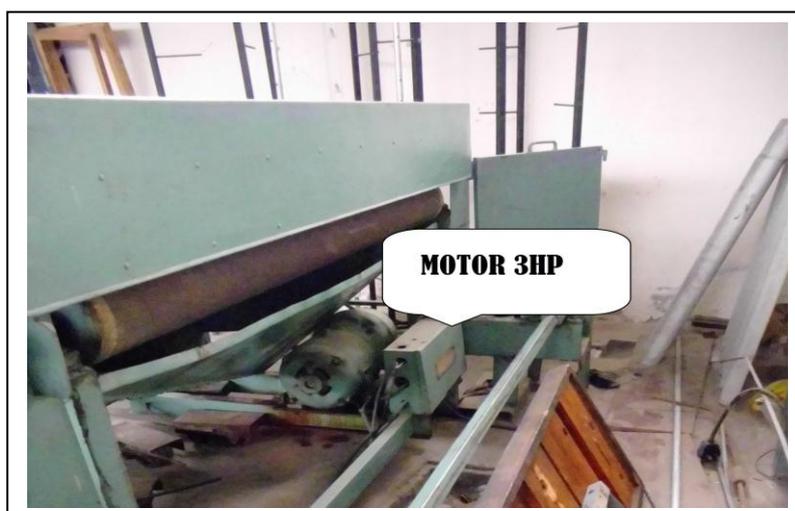
La finalidad de este efecto de afelpado en los géneros textiles es AUMENTAR SU VOLUMEN, el mismo que dependerá del grosor del grano del material lijable; convertir del género en telas térmicas este efecto dará a estas telas la posibilidad de ampliar el mundo de la confección.

4.2.1 Motor

Esta lijadora está equipada con dos motores trifásicos, uno es de 3Hp destinados al proceso mismo de lijado, es decir este hace girar los cilindros intermedios que están provistos de material lijable, al pasar el género textil entre ellos y debido diferentes sentidos de giro produce el efecto para el cual fue creado. El otro motor de 5HP es destinado al movimiento de los cilindros de alimentación y producción.

Gráfico N° 23

Motor



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

4.2.2 Mecanismo

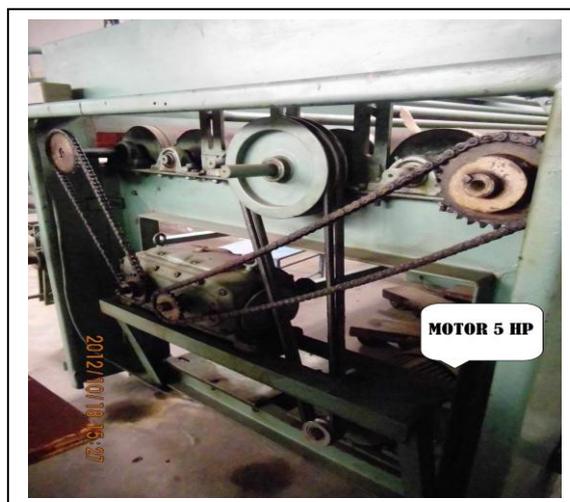
Al contar esta máquina con dos motores, cada uno está destinado a diferentes funciones:

Motor 1 (5Hp) destinados a la alimentación y producción, este en su eje de relación está provisto de poleas dentadas las mismas que por medio de cadenas transmite su movimiento directo al cilindro alimentador, el cual posee también una polea dentada y también un cilindro productor, que está equipado de igual manera.

El segundo motor (3Hp) está provisto de una polea dentada y otra acanalada que transmite su movimiento de cadena a un motor reductor con la finalidad de invertir los sentidos de giro del cilindro #1 y #6, por medio de la polea acanalada de doble vía transmite el movimiento por medio de bandas en V, transmite el movimiento al cilindro #3 que de igual manera tiene una polea de mayor diámetro y el mismo que al otro extremo posee dos poleas acanaladas de doble vía que simultáneamente irán transmitiendo el movimiento a los demás cilindros lijables de esta máquina.

Gráfico N° 24

Motor 5 HP



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

4.2.3 Bastidor o bancada

El bastidor de esta lijadora es de hierro cuyas partes han sido acopladas por medio de sueldas conformando una estructura robusta, la misma que soportará el acople de los demás elementos fijos y móviles de este equipo.

Gráfico N° 25

Bancada o bastidor



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

4.2.4 Componentes de seguridad

Esta lijadora no posee dispositivos electrosensibles de protección ni bloqueo de seguridad, pero si está provista de estructuras de protección que están cubriendo los elementos móviles como son poleas y bandas que podrían causar algún tipo de accidente.

Gráfico N° 26

Puertas y bastidor de protección



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

4.3 TEJEDORA RECTILINEA

Gráfico N° 27

Máquina tejedora



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

Esta máquina es de marca APM de procedencia Italiana, destinada a producir prendas exteriores como sacos, bufandas, chompas, etc. Su galga o número de agujas por pulgada varían generalmente entre 5 y 14, en este caso esta es de 6 agujas; es decir posee 280 agujas en cada fontura.

Cabe mencionar que esta máquina es de doble fontura lo que da mayor posibilidad de diseños, para lo cual está provisto por medio de coladores; los mismos que forman parte de las cadenas de dibujo de donde parte el diseño de las prendas a confeccionar; esta tejedora rectilínea está provista de 5 costillas de diseño que por medio de cambios en los pines; se diseñará: géneros de cadena, canales de alto relieve, diseños en M, zigzag.

Esta máquina consta de 10 pinzas alimentadoras las mismas que se utilizan dependiendo de la cantidad de hilos con la que vaya a trabajar permitiendo hacerlo en colores.

Esta tejedora produce partes de prendas conformadas con menguado por lo que para su confección se requiere solamente de la unión sin corte; utiliza como materia prima hilados de lana y sus mezclas, hilados de fibra cortada sintética (sobre todo acrílico), celulósicas, algodones y otros.

4.3.1 Motor

Todos sus elementos mecánicos están comandados por un motor trifásico de 3Hp, el mismo que en su eje de rotación está provisto de polea acanalada.

Gráfico N° 28

Motor



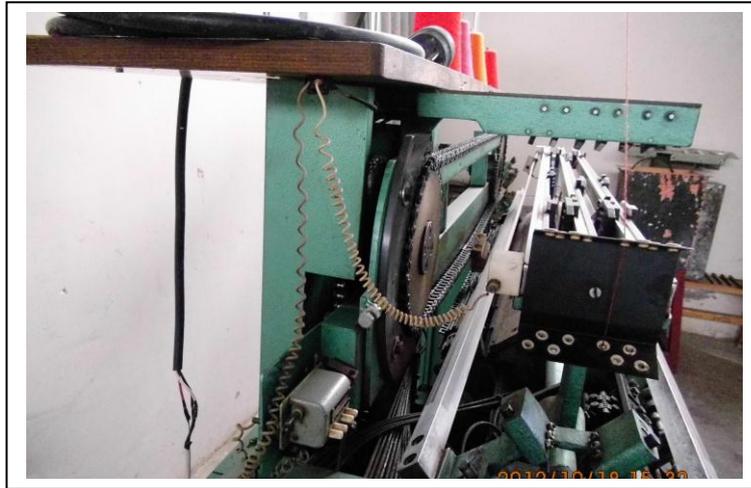
Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

4.3.2 Mecanismo

Este motor por medio de una banda en V transmite el movimiento a una polea de gran diámetro que a su vez al estar acoplada a un eje que posee polea dentada transmitirá el movimiento de los demás elementos móviles de esta tejedora, con la finalidad de llegar a producir el efecto útil para el cual fue diseñado.

Gráfico N° 29

Motor



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

4.3.3 Bastidor o bancada

Está diseñada con hierro acoplada a sus partes por medio de soldaduras las mismas que darán cabida a todos los demás elementos movibles y fijas de esta tejedora.

Gráfico N° 30

Bastidor



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

4.3.4. Componentes de seguridad

Esta tejedora a más de tener una estructura de protección contra el peligro posee bloqueadores con funciones de seguridad para manos.

Gráfico N° 31

Puertas y dispositivos de seguridad



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

4.4 MÁQUINA DE MEDIAS

Gráfico N° 32

Máquinas de medias



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

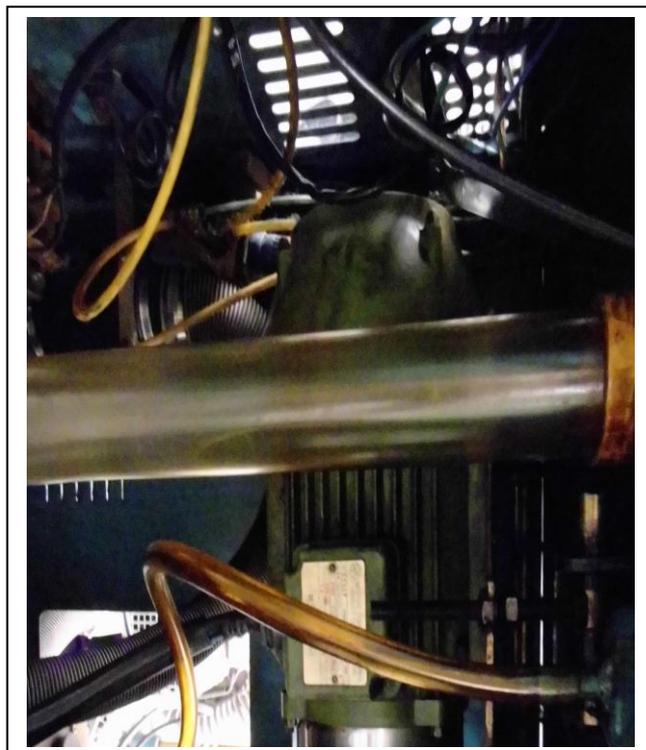
Esta es una máquina de marca LONATI de procedencia Italiana, es una máquina manufactura provista de 86 agujas #6; con bastidor alimentador de 11 hilos, los mimos que pueden ser poliéster, algodón y sus mezclas; consta de un panel de diseño electrónico, posee un sistema de cierre que permite la limpieza de agujas por medio de soplado y además permite la lubricación de agujas levas, fontura, y demás elementos de movimiento, este sistema de aire permite la expulsión del producto hacia la parte exterior.

Esta máquina nos permite diseñar medias con talón, producción de tobilleras, media tipo básquet, etc. Gracias a su tablero programable, dependiendo del diseño de la media a producir, esta demora un promedio de 3 minutos en una media.

4.4.1 Motor

Gráfico N° 33

Motor



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

Esta máquina está provista de un motor trifásico de 2Hp que es el encargado de la transmisión de movimiento al resto del mecanismo, además tiene acoplado en su parte posterior un motor de 1Hp el mismo que se encarga de dar el efecto neumático a esta máquina.

Gráfico N° 34

Motor trifásico



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

4.4.2 Bastidor o bancada

El bastidor de esta máquina consta de una estructura de hierro en donde insertan de manera precisa los demás elementos fijos y móviles de esta máquina.

Gráfico N° 35

Bastidor



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

4.4.3 Componentes de seguridad

Esta máquina está provista de bloqueos lógicos con funciones de seguridad para manos y el resto de la máquina posee estructuras de protección.

Gráfico N° 36

Componente de seguridad



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

4.5 LA CENTRIFUGA

Gráfico N° 37

Centrifuga



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

4.5.1 Descripción

La máquina de exprimir cuyo empleo es muy corriente es la centrífuga, consiste en un cesto cilíndrico vertical, cuyas paredes llevan unos orificios.

Este recipiente cilíndrico va montado sobre un eje vertical, que gira a más de 1.000 r.p.m.: (si bien la velocidad puede regularse según convenga). Este cesto está contenido en otro, también cilíndrico, fijo. Introducido el género textil en el cilindro que lleva los orificios pero al producirse la rotación del mismo, la fuerza centrífuga lanza el material contra la pared perforada de dicho cilindro y por la fuerza centrífuga es fuertemente presionado y exprimido. El agua o líquido extraído del género textil se deposita en el cilindro envolvente y sale por el tubo hacia el exterior de la máquina. El apartado lleva la tapa por seguridad para que cuando este en movimiento no pueda penetrar ningún objeto en el interior y para mayor seguridad de los operarios.

Lleva implementos de seguridad que impiden la puesta en marcha, cuando la centrífuga se carga o descarga.

4.5.2 Generalidades

Esta máquina comprende un recipiente que puede girar a velocidades altas y que contienen generalmente partículas y líquidos que se quieren separar.

Los cuerpos introducidos en esta máquina se alejan del eje de rotación debido a su velocidad, para lograr una máxima eficiencia en la reducción del contenido de agua.

Es importante señalar una gran variedad de estas máquinas que adoptan una serie de escalas de trabajo, que van desde lo más sencillo hasta lo más complejo, obteniendo resultados substanciales.

4.5.3 Propiedades del centrifugado

Esta tecnología se caracteriza por no producir ningún ruido y vibración, proporciona considerable ahorro de energía eléctrica, no precisa mantenimiento, además trabajan aplicando velocidades muy elevadas, demuestran excelencia en

la extracción de humedad, se puede trasladar fácilmente en cualquier momento a otro lugar razón por la cual no sería fijarle permanentemente en el suelo.

Cabe señalar que la operación de centrifugado no es con el fin de secar al género textil, sino; un paso previo al secado total de las prendas, por tanto vale puntualizar que después de centrifugarse, este se encuentra en un estado húmedo, cantidad de humedad que se mide dependiendo de la clase de las fibras textiles además de tipo de tejido. Hablar de humedad significa aun el contenido de una cierta cantidad de agua que esta por evaporarse, este porcentaje mínimo se logra eliminarse cuando las prendas o géneros textiles son secados al aire libre pero con mucha dificultad y cuando técnicamente se da un paso a los secadores, planchadoras, ramas termofijadoras, etc., es ahí el momento en que se logra secar por completo los géneros.

Esta máquina hoy en día se beneficia de la robustez de diseño, tomando en cuenta un acoplamiento de elevadores para descargar del tejido, por otra parte, existe centrifugas con un sistema robotizado para carga y descarga del material.

4.5.4 Procesos anteriores al centrifugado

En estos últimos años la tecnología textil evoluciona positivamente, con pasos gigantes hacia el desarrollo de la economía mundial, presagiando un futuro halagador.

Se observa en países, como Perú, Colombia, Venezuela, Ecuador, etc., equipos modernos y apropiados para teñir, lavar, centrifugar piezas grandes de ropa, madejas de lana, nylon, fibras artificiales y similares, que saliendo de tintes y aprestos deben escurrirse y así mejorar el acabado en las variadas clases de fibras y tejidos, es importante señalar los métodos de tinción, ya sea en el método en equipo abierto, así como el método en equipo cerrado, siendo el más usual el primero.

4.5.5 La hidroextracción como parte del acabado

Las operaciones de acabado a que se encuentran sujetos los tejidos,, pueden dividirse en dos grupos.

- a) Los que no modifican el aspecto del tejido, y en general, tienen por objeto eliminar los defectos e impurezas inherentes a la fabricación.
- b) Los que modifican más o menos profundamente, las condiciones y el aspecto del tejido.

4.5.6 Ventajas del centrifugado

4.5.6.1 Generalidades

Esta operación del centrifugado trae consigo algunas ventajas en el aprovechamiento de pasos subsiguientes dentro del proceso de acabados textiles.

Entre las ventajas generales de construcción y tecnología aplicada con que cuentan otros países, han permitido desarrollar máquinas centrifugadas de alta tecnología, en cuanto a equipos para el campo textil se prefiere las siguientes:

- Disminuye el contenido de agua de los tejidos que viene de los procesos húmedos.
- Se logra obtener una humedad óptima para el termofijado, evitando de esta manera un quemado del textil.
- La necesidad de optimizar y aprovechar el tiempo mínimo en extraer el agua del género textil para de inmediato exponerse en algún proceso subsiguiente tal como: el secado, planchado, perchado, etc.
- Esta operación permitirá acelerar otros procesos, aprovechando tiempo y dinero.
- Con el centrifugado aumenta la eficiencia en el trabajo.
- Después de una operación de centrifugado el género textil conserva una ligera humedad e hinchamiento de las fibras, esta permite ser aprovechada al paso en un proceso de teñido conjuntamente con la cantidad de baño que requiere.
- De acuerdo a la necesidad nos permite dejar mayor o menor contenido de agua e los géneros textiles, dependiendo del tiempo de centrifugado y de la velocidad del motor.

4.5.7 Seguridad industrial aplicada al manejo de centrifugas

La seguridad industrial está orientada básicamente a la prevención de accidentes,, y desde este punto de vista se van a considerar dos aspectos: el uno de carácter general y el otro dirigido a la industria textil.

Como norma general deben proveerse, tanto la maquinaria como al personal, de protecciones, que pueden clasificarse así:

- **Resguardos**

Protección con malla o caja metálica cerradas de partes y piezas en movimiento:

Cadenas, bandas, aletas, ejes, ventiladores, etc.

- **Parada de emergencia**

Son interruptores en forma de botoneras, cables u otras formas, localizados estratégicamente en la maquina o equipo y al alcance de la mano del operario y que puede manipularlos ante una situación de riesgo, produciendo la parada en forma inmediata.

- **Provisión de candados**

Estos son utilizados en los interruptores para bloquear el paso de corriente, cuando se realiza el mantenimiento de a máquina o equipo.

- **Riesgos en una centrifugada**

La centrifugada es una máquina de hidroextracción, dicho con esto que utilizaremos velocidades muy elevadas en la canasta perforada, esto permitirá que el material depositado en el interior de la maquina se encuentra cargada con agua, y que mediante la fuerza de expansión, el material quedara pegado a las paredes de la canasta en su interior y el agua se elimina hacia el exterior de la misma. Con esto damos a entender que si trabajamos con velocidades la seguridad industrial debe prevalecer en todos sus campos.

4.5.8 Motor de la centrifuga

La centrifuga está provista de un motor de 5HP y una caja acoplada con seguridades termo-magnéticas para su protección.

Gráfico N° 38

Motor de centrífuga



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

4.5.9 Bancada y elementos de seguridad

Consta de una bancada o bastidor de hierro fundido rígido de gran espesor, y peso con la finalidad de mantener su posición durante el proceso.

Están instalados bloqueadores del circuito en la tapa y además sus partes movibles están cubiertas con elementos que forman parte de la misma estructura.

Gráfico N° 39

Bancada y elementos de seguridad



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

4.6 MÁQUINA CIRCULAR

En la PAT 1 existen 2 circulares marca Vanguard Supreme de procedencia americana, la una es productora de ribb y la otra produce tela jersey, las mismas que en marcha lenta es decir 20vueltas/min, producen un rollo de tela en 25 minutos de un peso de 20 K. Las mismas que se encuentran en perfecto estado de funcionamiento, y están equipadas con motores trifásicos de 5HP y 2 circulares marca Fouquet una de las cuales está en perfecto estado de funcionamiento y la otra se la ocupa únicamente con fines didácticos.

Gráfico N° 40

Máquina circular



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

4.6.1 Descripción

Se denomina tejido de Punto, a aquel en el cual los hilos se entrelazan mediante ondas más o menos situadas que le dan una elasticidad característica.

4.6.2 Generalidades

En la antigüedad los tejidos de punto se realizaban manualmente utilizando dos agujas o una sola, evolucionando hasta nuestros días donde se utiliza la máquina de tejido de Punto. Esta dispone de agujas que trabajan en conjunto.

El tejido de Punto, elaborado manualmente utilizando dos agujas, puede ser explicado de la siguiente manera: mientras una de las agujas (la izquierda), sostiene el tejido que está siendo elaborado, la otra (derecha) recoge el hilo a través del bucle extrayéndolo para formar la nueva malla, cuya operación repetidas forma la pasada y con la unión de pasadas se forma el tejido.

4.6.3 Sistema Alimentación.

Se encuentra en parte superior de máquina y posee una gran cantidad de sensores que contienen el hilo que se encuentra ubicado en los conos que a su vez están dispuestos en la fileta.

Gráfico N° 41

Sistema de alimentación



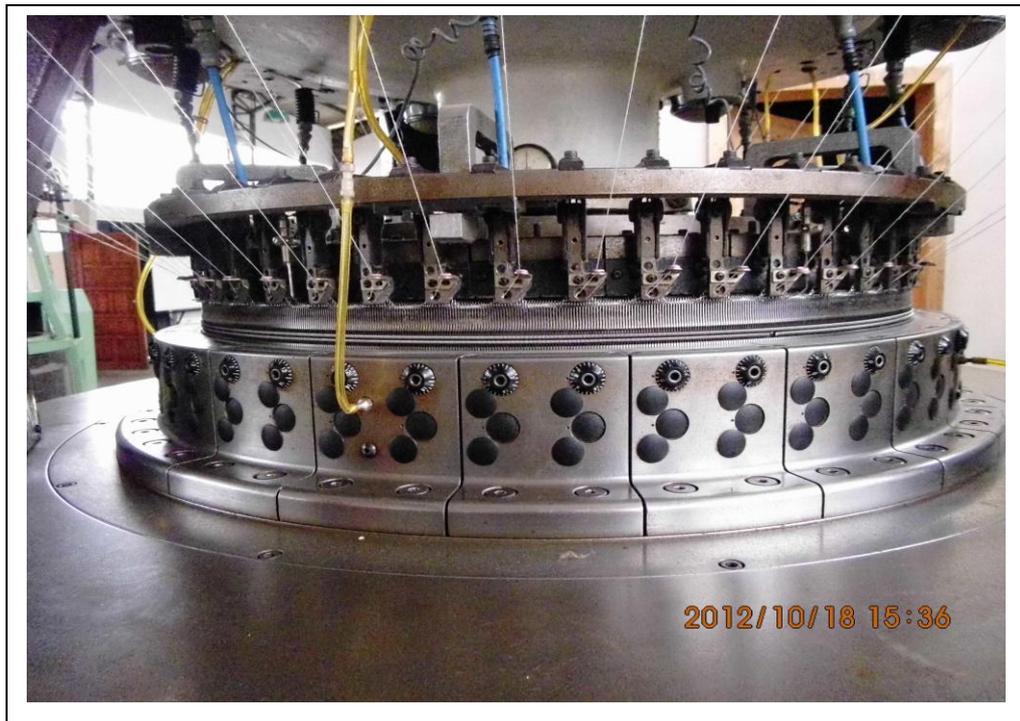
Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

4.6.4 Sistema de Tisaje

Se encuentra situado en la parte media de la máquina. Está compuesto por platinas, agujas, guía hilos, camones, levas, prensas, fontura, disparadores mecánicos e interruptores electrónicos.

Gráfico N° 42

Sistema de tisaje



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

4.6.4 Sistema de Enrollamiento

Se encuentra en la parte inferior de la máquina. Consta de tres rodillos que tensan el Tejido, un cepillo y un bote o enrollador. Algunas máquinas no poseen el sistema de enrollamiento, a cambio del cual utilizan pesas para cobrar el Tejido.

Gráfico N° 43

Sistema de enrollamiento



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

4.7 MÁQUINAS DE LA CONFECCIÓN

4.7.1 Cortadora vertical

Esta cortadora de tela es de marca Siruba de procedencia japonesa la misma que está equipada con un motor monofásico de $\frac{1}{2}$ HP, con alto de trabajo de 17 cm. Esta comprende una parte fundamental de los equipos de confección para producción industrial

Gráfico N° 44

Cortadora vertical



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

Características:

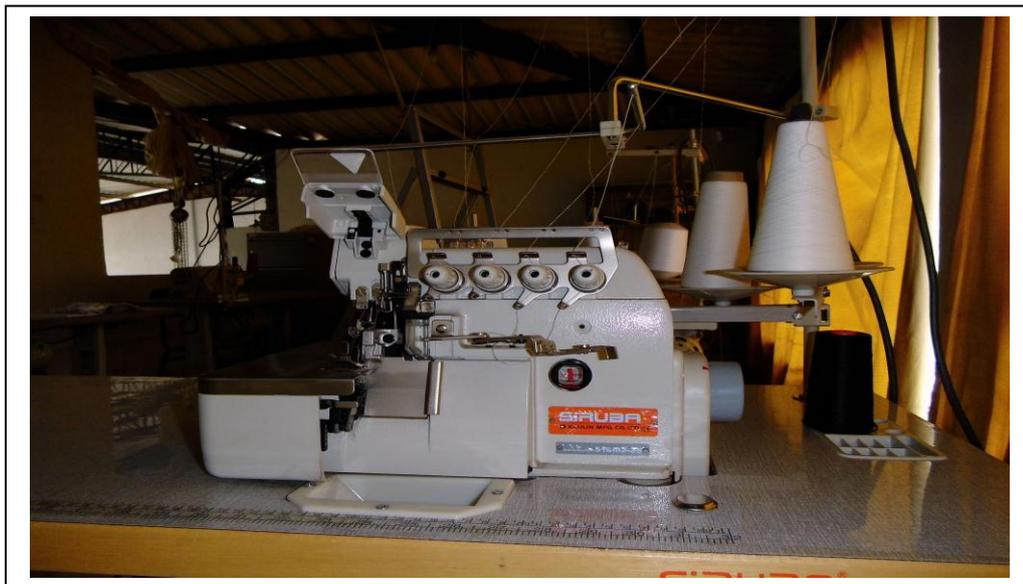
- Cuchilla de acero
- Lámina inferior inclinada para realizar cortes con la precisión de una tijera.
- Mecanismo afilador automático de un solo toque.
- Platina base extradelgada con rodillos para deslizamiento suave.
- Sólo 2,9 kg de peso.
- Capacidad de corte de 170mm
- Potente motor, justo para las necesidades de corte.
- Motor a 110 voltios

4.7.2 Overlock

Es de marca Siruba de 4 hilos equipada con motor monofásico de ½ HP. Overlock “la puntada cose sobre el borde de uno o dos pedazos del paño para el ribete, el dobladillar o el coser. Generalmente un overlock es una máquina de costura que corta los bordes del paño como, aunque algunos se hacen sin los cortados” www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Overlock.

Gráfico N° 45

Overlock



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

La velocidad normal de funcionamiento de esta máquina de coser es de 1.300 puntadas por minuto, lo que resulta bastante rápido comparado con la velocidad normal de 300 a 800 puntadas por minuto de las máquinas de coser normales que funcionan con pedal.

Los cojinetes del motor están hechos de una aleación especial impregnada en aceite sintético y montada en un fieltro impregnado en aceite, para poder funcionar continuamente durante muchas horas. Un funcionamiento continuo de la máquina puede contribuir a calentar algo la máquina en la zona del motor, pero no lo suficiente como para alterar su rendimiento y funcionamiento.

Sin embargo, es necesario mantener los orificios de ventilación de la parte trasera y en los lados de la máquina sin tapar con tejido o papel durante el uso, para que el aire pueda circular por los orificios. Durante el funcionamiento del motor, se pueden ver chispas a través del orificio de ventilación de la abrazadera del motor, en el lado contrario a la ruedecilla. Estas chispas son producidas por las escobillas de carbón que entran en contacto con el conmutador.

4.7.3 Recta

Gráfico N° 46

Máquina recta

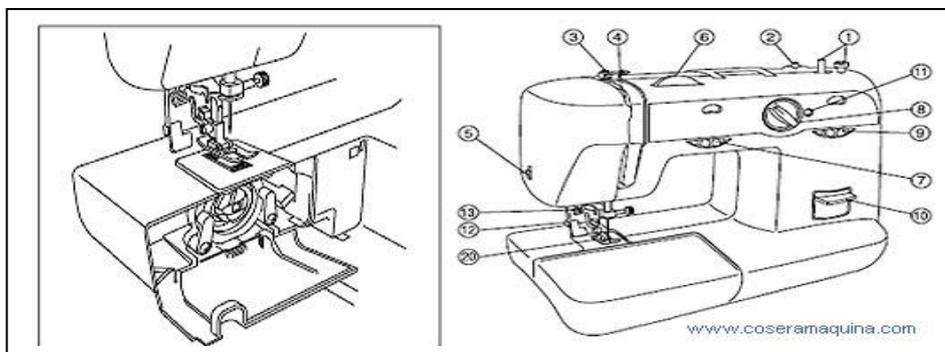


Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

Esta es de marca Juki de procedencia japonesa viene equipada con motor monofásico de ½ HP. Una máquina de coser es un artefacto muy útil, como todo artefacto es mejorado continuamente para facilitar el diario vivir, principalmente es un dispositivo mecánico o electromecánico que sirve para unir tejidos usando hilo. Las máquinas de coser hacen una puntada característica, usando normalmente dos hilos, si bien existen máquinas que usan uno, tres, cuatro o más.

Gráfico N° 47

Estructura de una Máquina recta



Fuente: <http://www.coseramaquina.com/partes-maquina-de-coser.html>

Partes de la máquina de coser

- 1 Dispositivo de bobinado de la canilla. Esta devanadora enrolla el hilo en la bobina que se utiliza para el hilo inferior de la máquina de coser.
- 1 Eje del carrete. Sujeta el carrete de hilo.
- 2 Disco de tensión de devanado de la bobina y guía del hilo
- 3 Tirahilo
- 4 Cuchilla de la máquina de coser.
- 5 Disco de control de la tensión superior Esta rueda controla la tensión del hilo superior. partes maquina
- 6 Control de anchura de puntada Controla la anchura de las puntadas.
- 7 Selector de puntadas Puede mover este selector en cualquier dirección para elegir el tipo de puntada que desee.
- 8 Control de longitud de puntada Controla la longitud de las puntadas.

- 9 Pulsador de retroceso Con este se puede hacer puntadas en reversa.
- 10 Tornillo de ajuste fino para ojales
- 11 Palanca para ojales (ojal automático de 1 paso)
- 12 Enhebrador de aguja Disponible sólo en ciertos modelos.
- 13 Asa de la máquina de coser.
- 14 Rueda de graduación, gire la rueda hacia la izquierda para subir y bajar la aguja.
- 15 Interruptor principal de luz de cosido Puede encender y apagar la alimentación y la luz de cosido.
- 16 Enchufe hembra del pedal Enchufe la clavija del pedal y conecte la máquina a la toma de corriente.
- 17 Palanca del pie prensatela Sube y baja el pie prensatela.
- 18 Pedal con este pedal puede controlar la velocidad de cosido y comenzar o detener la costura de la máquina de coser.
- 19 Pie prensatela para zig-zag

4.7.4 Recubridora

Gráfico N° 48

Recubridora



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

Esta máquina es de marca Kansai de procedencia Japonesa equipada con motor monofásico de ½ HP de alta velocidad.

La máquina está equipada con tecnología convencional de cama plana diseñada para cubrir los orillos de las telas sobrepuestas en otro material o con fines decorativos. En el jean se usa para pegar vistas en forro de bolsillos usando un prénsatela de tope con margen de 1/8 o con guía dobladilladora para hacer los pasadores.

Funciona con dos pedales independientes, uno para accionar la velocidad y el otro para subir y bajar el prénsatelas. El consumo del hilo en los pasadores es de 18 metros por metro de costura y de 25 metros por metro de costura cuando recubrimos vistas.

Sistema o referencia de la aguja

B63 punta de bola

Calibre de la aguja:

100 hasta 120 según el material.

Mecanismos formadores de puntada

Aguja, looper inferior para hacer pasadores

Agujas, extensor superior y looper para recubrir vistas.

Partes de la maquina (las partes sin definición son comunes con la plana de un aguja)

Presión de prénsatelas

Guía hilos

4.8 COMPRESOR

Este equipo es parte fundamental dentro de una industria textil ya que el aire comprimido es utilizado por la mayoría de estas máquinas. El compresor que posee la PAT es de marca SCHULTZ de procedencia coreana y viene equipado con un motor trifásico de 5HP.

Gráfico N° 49

Compresor



Fuente: Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

CAPÍTULO V

PARTE PRÁCTICA

ESTUDIO Y DIAGNÓSTICO DEL CIRCUITO ELÉCTRICO ACTUAL

5.1 ANTECEDENTES

La universidad Técnica del Norte a raíz de la creación de la carrera de Ingeniería textil, crea la Planta Académica textil N° 1 en 1987, ubicado en el sector de El Camal, entre las calles Luis Ulpiano de la Torre y Obispo de Jesús Yerovi, hoy en la parte posterior del Colegio Universitario, con un espacio físico total de 264 metros cuadrados de construcción mixta hierro-hormigón.

La misma que a lo largo de los años ha dado cabida a un sinnúmero de máquinas y equipos los mismos que han sido obtenidos por donaciones o por compra por parte de las autoridades que han estado en su momento dirigiendo la escuela de Ingeniería Textil. Más con el tiempo se ha determinado falencias y falta de piezas en las mismas y no han podido ser restauradas en su totalidad motivo por el cual hace algunos años se procedió a rematar todas estas máquinas en calidad de chatarra.

En la actualidad esta planta cuenta con equipos y máquinas que si funcionan completamente sirviendo como material didáctico para los estudiantes, los mismos que complementan sus conocimientos teóricos con la práctica. Debido a esto debemos precautelar su funcionalidad proveyendo a esta planta de una instalación eléctrica adecuada que garantice el alargamiento de la vida útil de los equipos ya que los repuestos son sumamente escasos y en algunos casos imposibles de encontrar en el mercado.

Cabe señalar que desde su construcción la Planta no ha tenido ningún tipo de mejoras en cuanto a instalaciones eléctricas.

Metodológicamente, iniciaremos planificando el proceso del diagnóstico del circuito eléctrico actual de la planta académica textil N° 1 de la universidad Técnica del Norte, determinando los objetivos diagnósticos, la población a

investigarse y estableciendo las fuentes de información. A continuación detallamos los aspectos señalados.

5.2 DIAGNÓSTICO

5.2.1 Objetivo General

Realizar un diagnóstico situacional del circuito eléctrico actual de la planta académica textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte, con el fin de caracterizar el área de investigación, en aspectos tales como: situación de las instalaciones, daños en los equipos y maquinaria, necesidades entre otros; un diagnóstico externo, o sea, del área de influencia del proyecto a implantarse, cualificando los daños.

5.2.2 Objetivos específicos

- Determinar los problemas que los estudiantes y los encargados de la planta tienen con las instalaciones.
- Realizar un análisis de los daños y deficiencias que tienen los circuitos, cableados y equipos eléctricos.
- Definir las necesidades que tiene el sistema para poder funcionar adecuadamente.

5.3 FUENTES DE INFORMACIÓN

5.3.1 Información primaria

a. Encuestas

Se aplicaron encuestas a los profesionales encargados de la Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte y a los estudiantes de la escuela de Ingeniería Textil (Ver anexo N°1), lo que ayudó a determinar el verdadero problema del sistema eléctrico de este importante espacio de trabajo para los estudiantes.

b. Observación directa

Se realizó una observación a la planta académica textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte, para conocer las condiciones del espacio físico, su infraestructura, tipo de sistema eléctrico con que cuenta, el estado de circuitos, cableado y otros.

5.3.2 Información secundaria

Para esta investigación se utilizaron textos, documentos, catálogos, folletos e internet que permitan investigar material informativo sobre el tema.

5.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población que se tomó en cuenta para la realización de la investigación es a los tres profesionales encargados de la Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte, y a 69 estudiantes de la Escuela de Ingeniería Textil.

Cuadro N° 6

Población a investigarse

POBLACIÓN	N°
Encargados del cuidado de la planta	3
Estudiantes de la Escuela de Ing. Textil	69
Total	72

Fuente: anta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

5.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.5.1 Análisis de los resultados de las encuestas aplicadas a los trabajadores y estudiantes de la Universidad Técnica del Norte de la Planta Académica Textil N° 1

TABLA N° 1

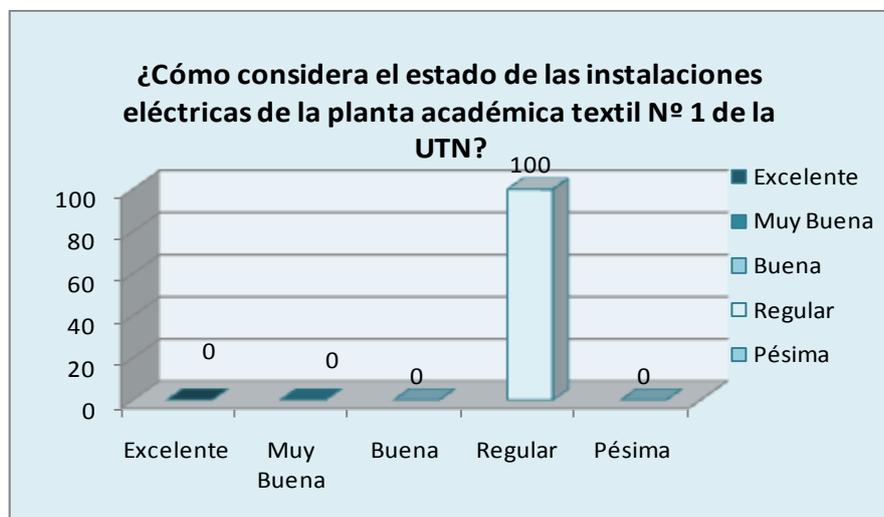
Pregunta

¿Cómo considera el estado de las instalaciones eléctricas de la planta académica textil N° 1 de la UTN?

Tabulación

No.	INDICADORES	f	%
1	Excelente	0	0
2	Muy Buena	0	0
3	Buena	0	0
4	Regular	72	100
5	Pésima	0	0
TOTALES		72	100,00

Gráfico



Interpretación

Todos consideran que las instalaciones eléctricas se encuentran en un estado regular por lo tanto nos indica que puede existir riesgo tanto para los estudiantes y maestros por las malas instalaciones eléctricas en la academia textil, dando así como resultado que se debe cambiar o mejorar el sistema eléctrico

TABLA Nº 2

Pregunta

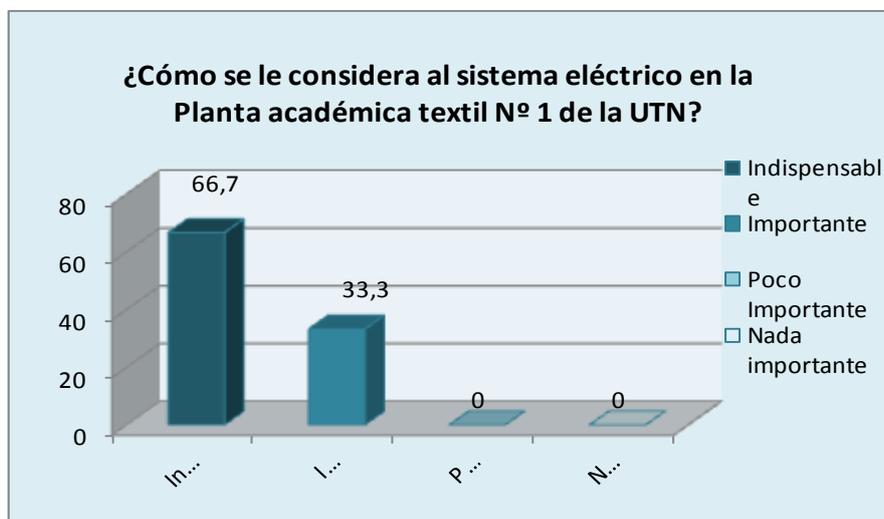
¿Cómo se le considera al sistema eléctrico en la Planta académica textil Nº 1 de la UTN?

- Indispensable ()
- Importante ()
- Poco Importante ()
- Nada importante ()

Tabulación

No.	INDICADORES	f	%
1	Indispensable	48	66,7
2	Importante	24	33,3
3	Poco Importante	0	0
4	Nada importante	0	0
TOTALES		72	100,00

Gráfico



Interpretación

La mayoría consideran indispensable, mientras que otros piensan que es importante el sistema eléctrico de la planta académica textil y se supone que debe ser así ya que sin ella no se podría trabajar en la producción de textiles, por lo tanto al ser indispensable se debe mejorar el sistema eléctrico en la planta académica

TABLA Nº 3

Pregunta

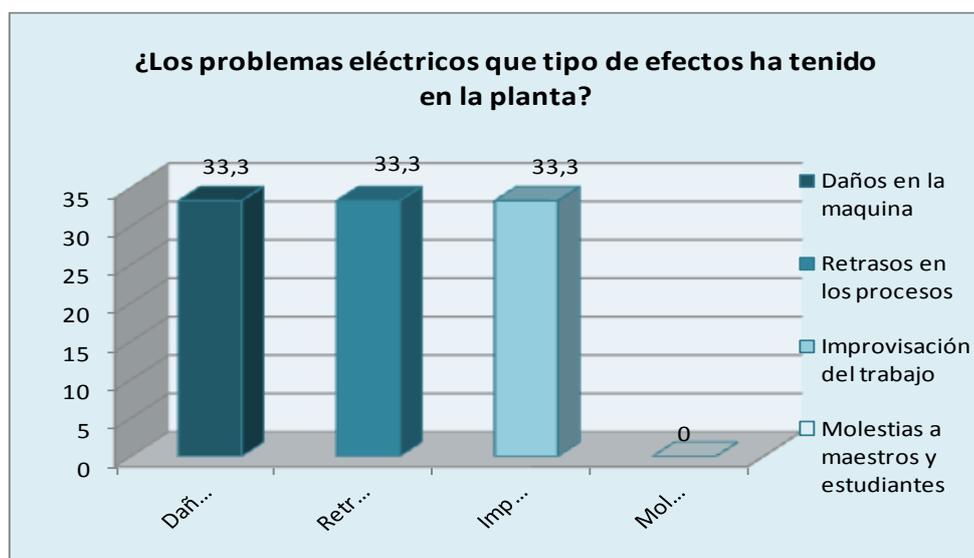
¿Los problemas eléctricos qué tipo de problemas ha causado en la planta?

Daños en la maquinaria ()
Retraso en los procesos ()
Improvisación del trabajo ()
Molestias a maestros y estudiantes ()

Tabulación

No.	INDICADORES	f	%
1	Daños en la máquina	24	33,3
2	Retrasos en los procesos	24	33,3
3	Improvisación del trabajo	24	33,3
4	Molestias a maestros y estudiantes	0	0
TOTALES		72	100,00

Gráfico



Interpretación

Según los datos obtenidos en la encuesta nos dan a conocer que los problemas eléctricos provocan daños en la maquinaria, retrasos en los procesos e improvisación del trabajo. El mal sistema eléctrico causa varios daños tanto a la maquinaria como al trabajo de los que emplean en el lugar.

TABLA Nº 4

Pregunta

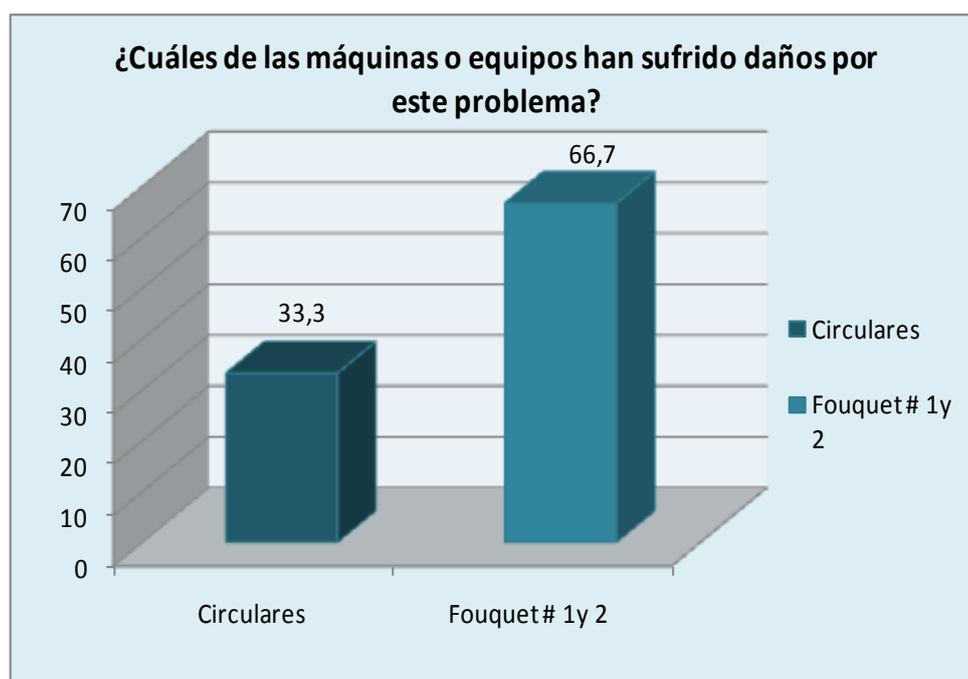
¿Según usted conoce, cuáles de las máquinas o equipos han sufrido daños por este problema?

.....

Tabulación

No.	INDICADORES	f	%
1	Circulares	24	33,3
2	Fouquet # 1y 2 Máquina de medias Goai	48	66,7
TOTALES		72	100,00

Gráfico



Interpretación

Según los datos obtenidos en la encuesta podemos expresar que el mal sistema eléctrico conlleva a problemas en las maquinarias en especial a la Fouquet tanto #1 y2, a la máquina de medias Goai y otra de las máquinas afectadas son las circulares que son importantes en el trabajo en la planta.

TABLA Nº 5

Pregunta

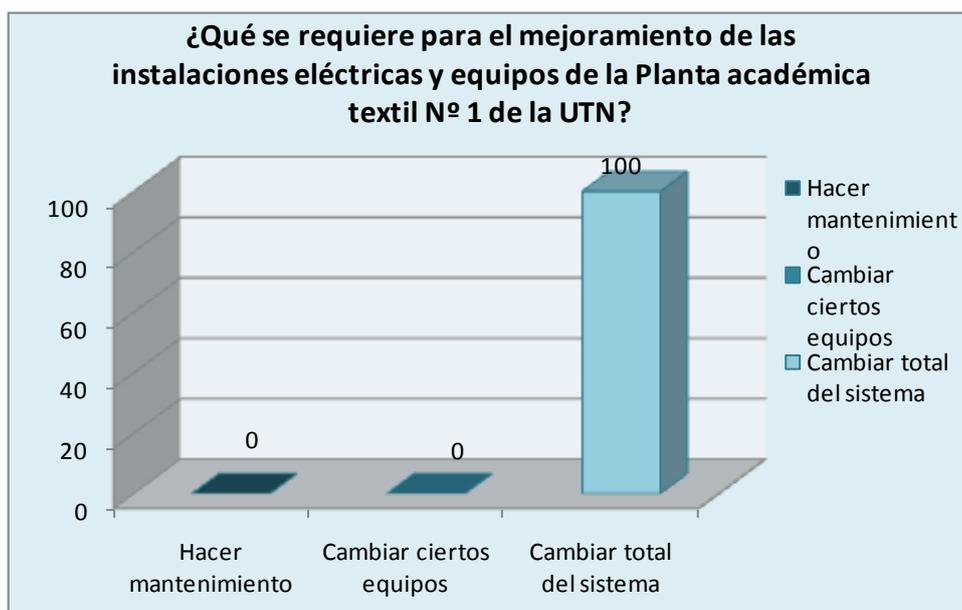
¿Qué se requiere para el mejoramiento de las instalaciones eléctricas y equipos de la Planta académica textil Nº 1 de la UTN?

- Hacer mantenimiento ()
- Cambiar ciertos equipos ()
- Cambio total del sistema ()

Tabulación

No.	INDICADORES	f	%
1	Hacer mantenimiento	0	0
2	Cambiar ciertos equipos	0	0
3	Cambiar total del sistema	72	100
TOTALES		72	100,00

Gráfico



Interpretación

Según los resultados de la encuesta todos expresan que para mejorar las instalaciones y equipos de la planta académica textil se debe cambiar totalmente el sistema eléctrico, y así dejaría de tener problemas tanto en la maquinaria y en el trabajo, llevando así a dejar de improvisar en el trabajo o retrasarlo y de esta manera mejorar el nivel de producción.

TABLA Nº 6

Pregunta

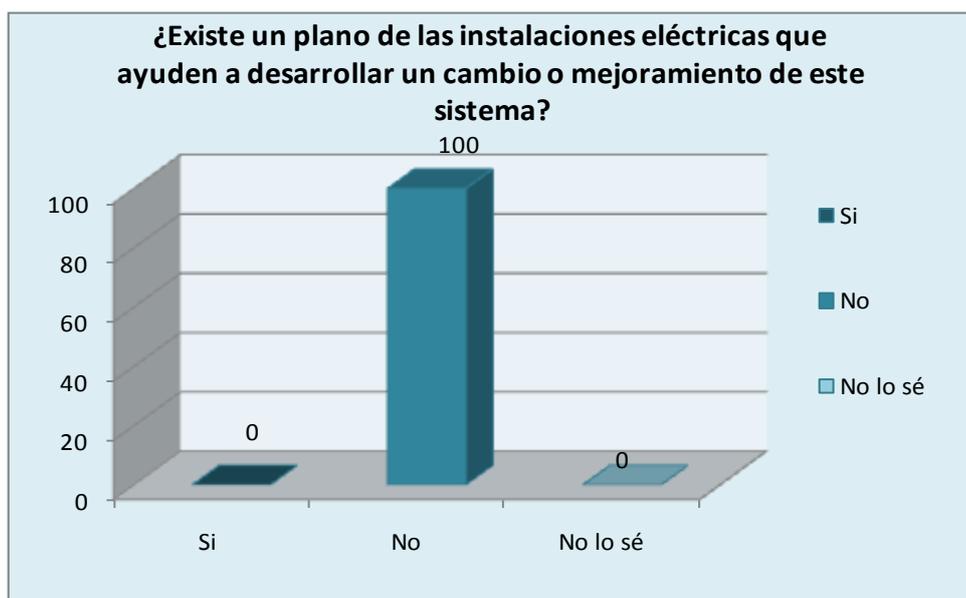
¿Conocen ustedes la existencia de un plano de las instalaciones eléctricas que ayuden a desarrollar un cambio o mejoramiento de este sistema?

Sí ()
No ()
No lo sé ()

Tabulación

No.	INDICADORES	f	%
1	Si	0	0
2	No	72	100
3	No lo sé	0	0
TOTALES		72	100,00

Gráfico



Interpretación

Los encuestados expresan que no existe un plano de instalación eléctrica por lo tanto sería muy complicado realizar cambios o mejoras en el sistema eléctrico de la planta, se debe implementar el esquema unifilar para poder realizar cambios o mejoras en el sistema eléctrico.

TABLA Nº 7

Pregunta

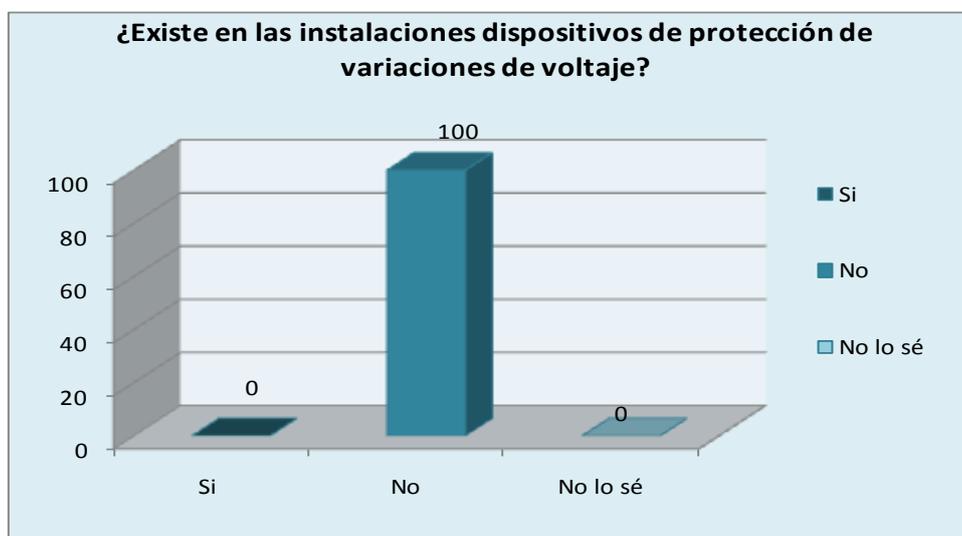
¿Se visualiza en las instalaciones dispositivos de protección para las variaciones de voltaje?

Sí ()
No ()
No lo sé ()

Tabulación

No.	INDICADORES	f	%
1	Si	0	0
2	No	72	100
3	No lo sé	0	0
TOTALES		72	100,00

Gráfico



Interpretación

Expresan que no existe en las instalaciones dispositivos de protección de variación de voltaje por lo cual esto nos indica que es la principal consecuencia de los daños que se ejecutan en la planta académica y se debe instalar de manera urgente para evitar daños mayores en las máquinas y producción.

TABLA Nº 8

Pregunta

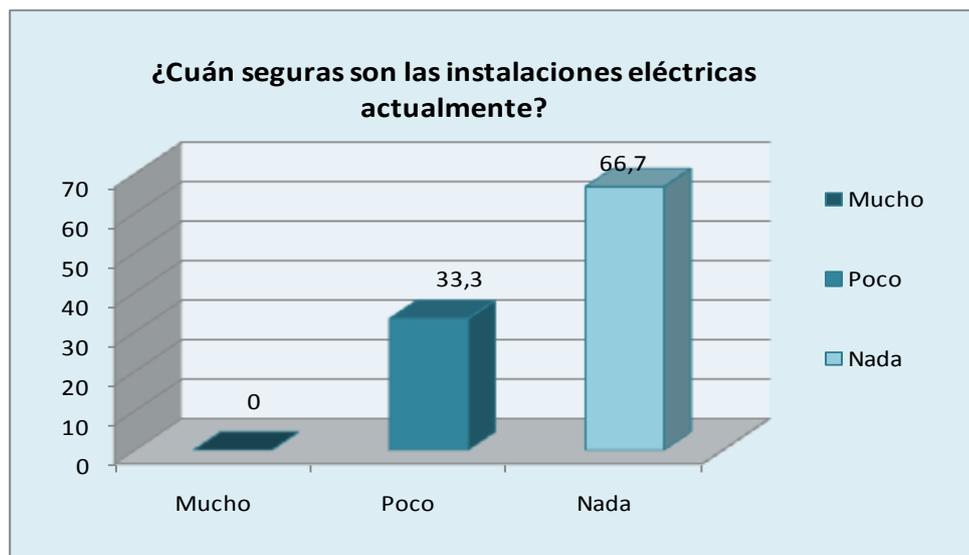
¿Cuán seguras son las instalaciones eléctricas actualmente?

Mucho ()
Poco ()
Nada ()

Tabulación

No.	INDICADORES	F	%
1	Mucho	0	0
2	Poco	24	33,3
3	Nada	48	66,7
TOTALES		72	100,00

Gráfico



Interpretación

Casi todos indican de que no son seguras las instalaciones eléctricas y muy pocos expresan que son poco seguras, esto muestra que al no tener los sistemas de control de voltaje y no ser buenas las instalaciones eléctricas por lo tanto no son seguras para las máquinas y menos para los estudiantes y maestros.

TABLA N° 9

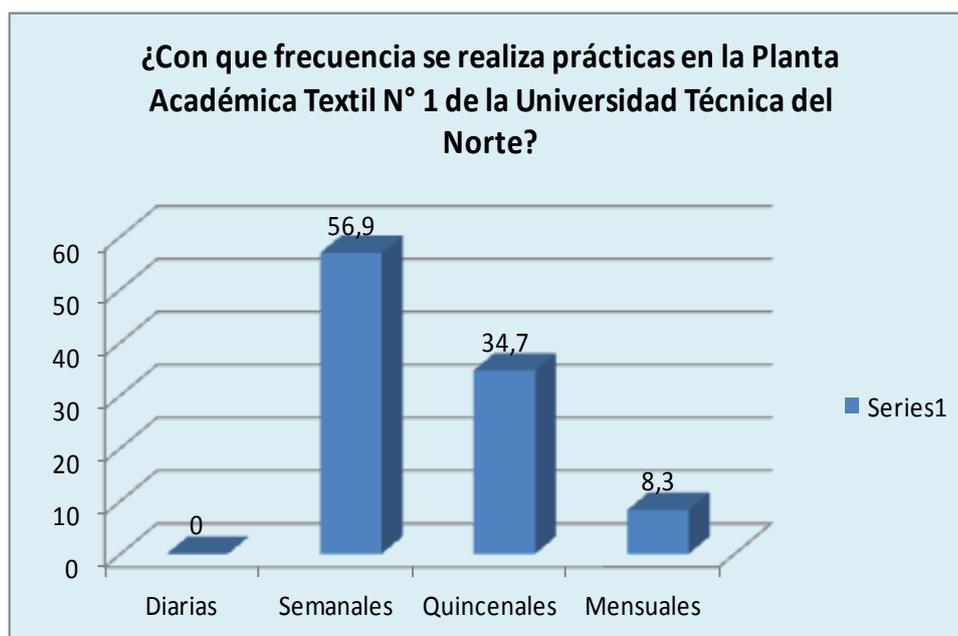
Pregunta

¿Con que frecuencia se realiza prácticas en la Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte?

Tabulación

No.	INDICADORES	f	%
1	Diarias	0	0
2	Semanales	41	56,9
3	Quincenales	25	34,7
4	Mensuales	6	8,3
TOTALES		72	100,00

Gráfico



Interpretación

La mayoría expresa que realiza prácticas semanales más de la cuarta parte indica que sus prácticas las elabora cada quince y muy pocos dicen hacerlas mensualmente, quiere decir que la mayoría esta frecuentemente observando las fallas de las maquinas y las necesidades de los estudiantes y maestros en la planta académica textil.

TABLA N° 10

Pregunta

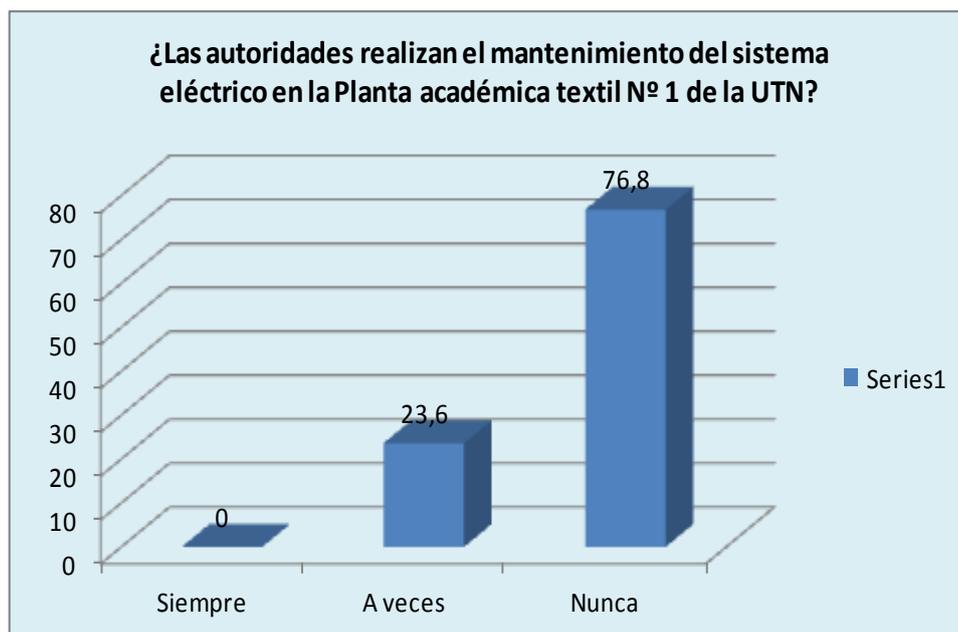
¿Las autoridades realizan el mantenimiento del sistema eléctrico en la Planta académica textil N° 1 de la UTN?

Siempre ()
A veces ()
Nunca ()

Tabulación

No.	INDICADORES	f	%
1	Siempre	0	0
2	A veces	17	23,6
3	Nunca	55	76,3
TOTALES		72	100,00

Gráfico



Interpretación

Las personas encuestadas expresan que las autoridades nunca se preocupan por realizar mantenimiento permanente en las instalaciones eléctricas, casi una cuarta parte dice que lo hace a veces, por ello es que el sistema ha colapsado y necesita un cambio total.

TABLA N° 11

Pregunta

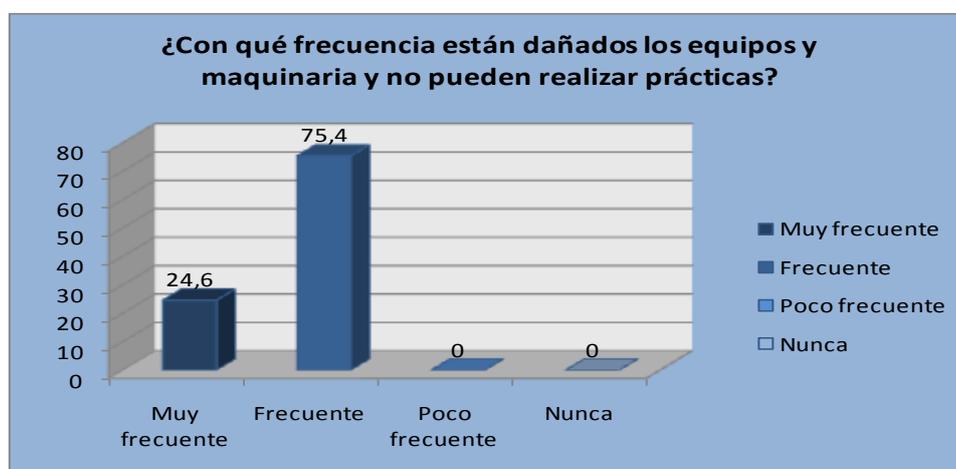
¿Con qué frecuencia se paralizan las prácticas por desperfectos eléctricos?

Muy frecuente ()
 Frecuente ()
 Poco frecuente ()
 Nunca ()

Tabulación

No.	INDICADORES	f	%
1	Muy frecuente	18	24,6
2	Frecuente	54	75,4
3	Poco frecuente	0	0
4	Nunca	0	0
TOTALES		72	100,00

Gráfico



Interpretación

Las tres cuartas partes de practicantes indican que frecuentemente se dañan las maquinas la cuarta parte indica que es muy frecuentemente el daño de la maquinaria por lo tanto no pueden ejecutar sus prácticas en la planta académica de textil N° 1 de la UTN esto quiere decir que son muy pocas las horas que realizan las practicas y no porque en los quieren si no por los daños que existen con los instrumentos de trabajo.

TABLA N° 12

Pregunta

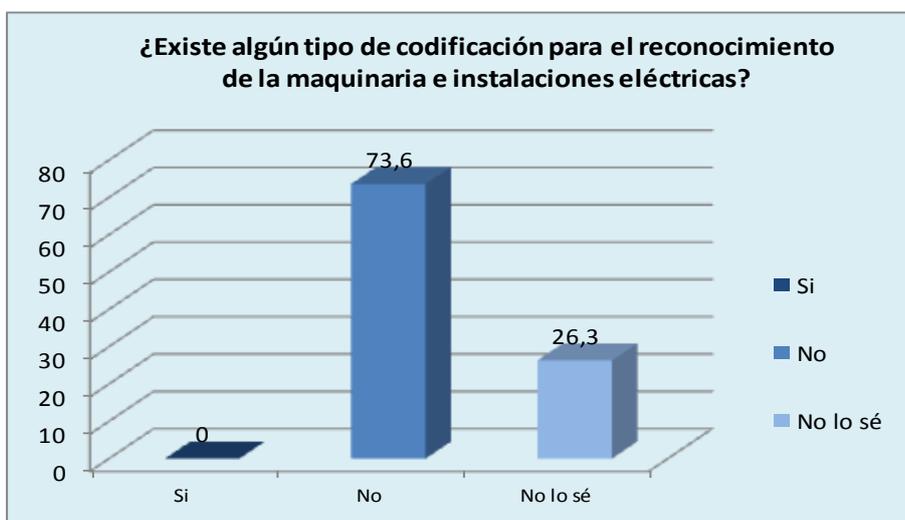
¿Existe algún tipo de codificación para el reconocimiento de la maquinaria e instalaciones eléctricas?

- Sí ()
- No ()
- No lo sé ()

Tabulación

No.	INDICADORES	f	%
1	Si	0	0
2	No	53	73,6
3	No lo sé	19	26,3
TOTALES		72	100,00

Gráfico



Interpretación

Las tres cuartas partes indican que no existe algún tipo de codificación para el reconocimiento de las maquinas e instalación eléctrica, la cuarta parte señala que no saben si existe o no en la maquinaria la codificación por lo tanto esto nos expresa que no sería fácil el cambio del sistema de energía ni la implementación de tableros individuales para las maquinas.

TABLA N° 13

Pregunta

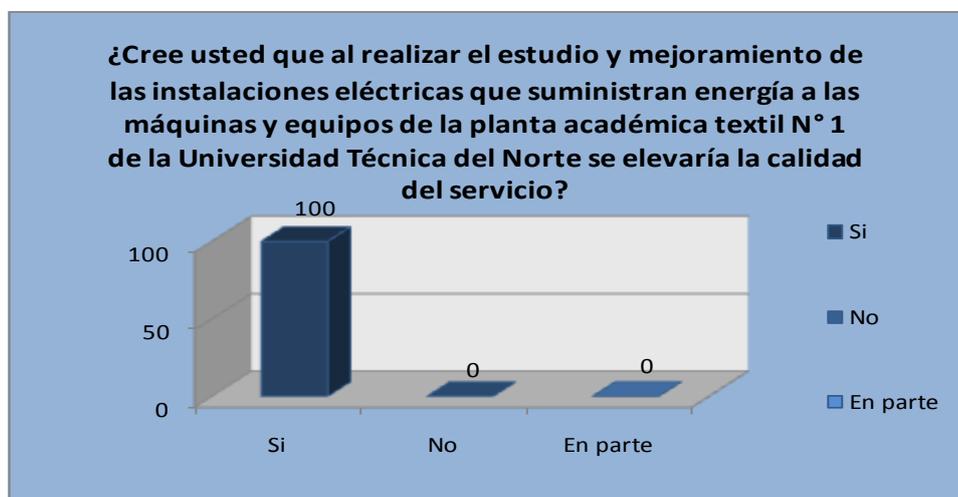
¿Cree usted que al realizar el estudio y mejoramiento de las instalaciones eléctricas que suministran energía a las máquinas y equipos de la planta académica textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte se elevaría la calidad del servicio?

Sí ()
No ()
En parte ()

Tabulación

No.	INDICADORES	f	%
1	Si	72	100
2	No	0	0
3	En parte	0	0
TOTALES		72	100,00

Gráfico



Interpretación

Según los datos de la encuesta expresan que todos están de acuerdo en que se debería realizar el estudio y el mejoramiento de las instalaciones eléctricas en la planta académica textil por lo tanto se debe ejecutar esta necesidad en hechos, llevando a cabo el estudio pertinente y realizando las mejoras que necesita o a su vez el cambio total de todo el sistema eléctrico.

TABLA N° 14

Pregunta

¿Qué sugerencia daría para el mejoramiento de las instalaciones?

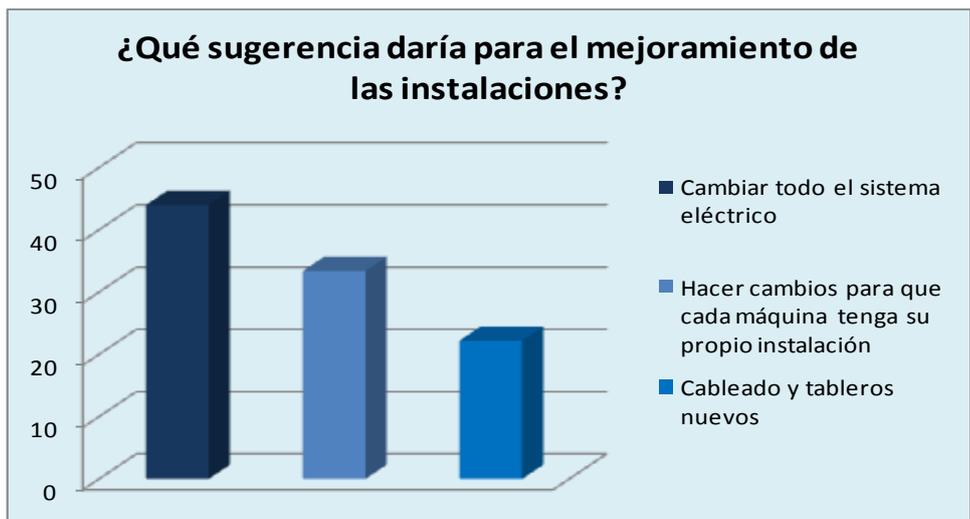
.....

.....

Tabulación

No.	INDICADORES	f	%
1	Cambiar todo el sistema eléctrico	32	44,0
2	Hacer cambios para que cada máquina tenga su propio instalación	24	33,4
3	Cableado y tableros nuevos	16	22,2
TOTALES		72	100,00

Gráfico



Interpretación

La mayoría opinan que se debe cambiar todo el sistema eléctrico, otros piensan que se debe hacer cambio para que cada máquina tenga su propia instalación y pocos creen que se debe cablear y colocar tableros nuevos, por lo tanto estos resultados de la encuesta nos dos señalan que se debe realizar un cambio en el sistema eléctrico de la planta porque no están seguros con estas instalaciones las maquinas y mucho menos los practicantes de la planta académica textil N°1 de la UTN.

5.6 LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN TÉCNICA DEL ESTADO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA PLANTA ACADÉMICA TEXTIL N° 1 DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Gráfico N° 50

Estado del sistema eléctrico Planta textil N° 1 UTN



Descripción:

- 1-2 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL ANTI-TÉCNICO
- 3.- ALIMENTADOR TRIFÁSICO DE SUELDA EN MAL ESTADO
- 4.- SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DEFICIENTE

Gráfico N° 51

Estado del sistema eléctrico Planta textil N° 1 UTN



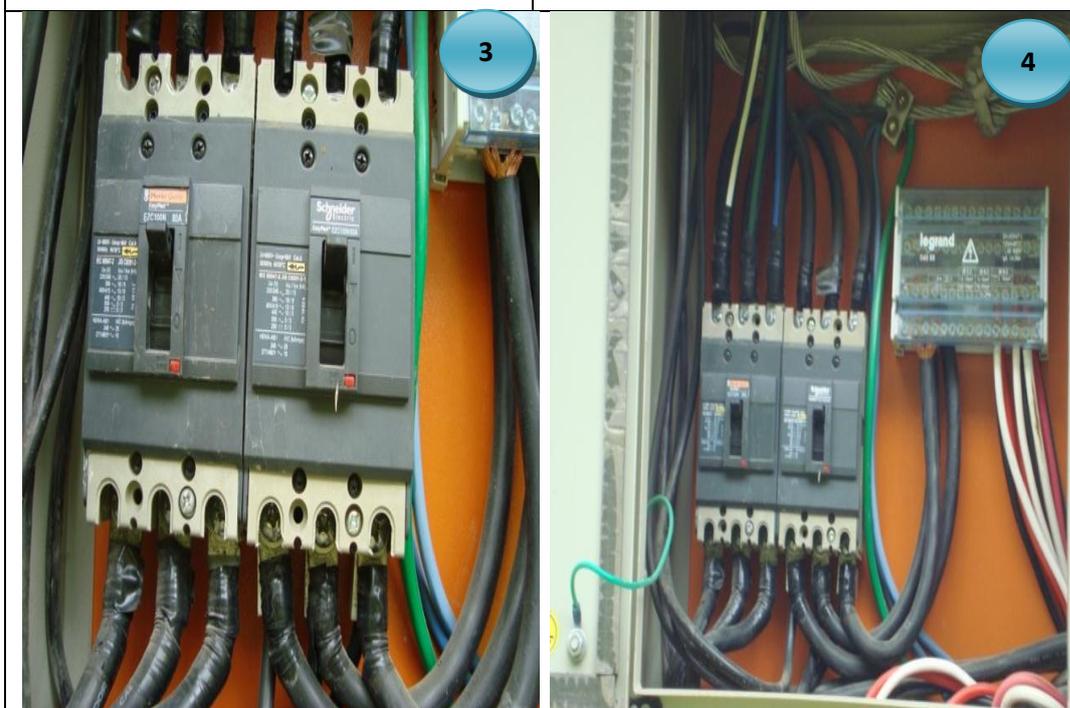
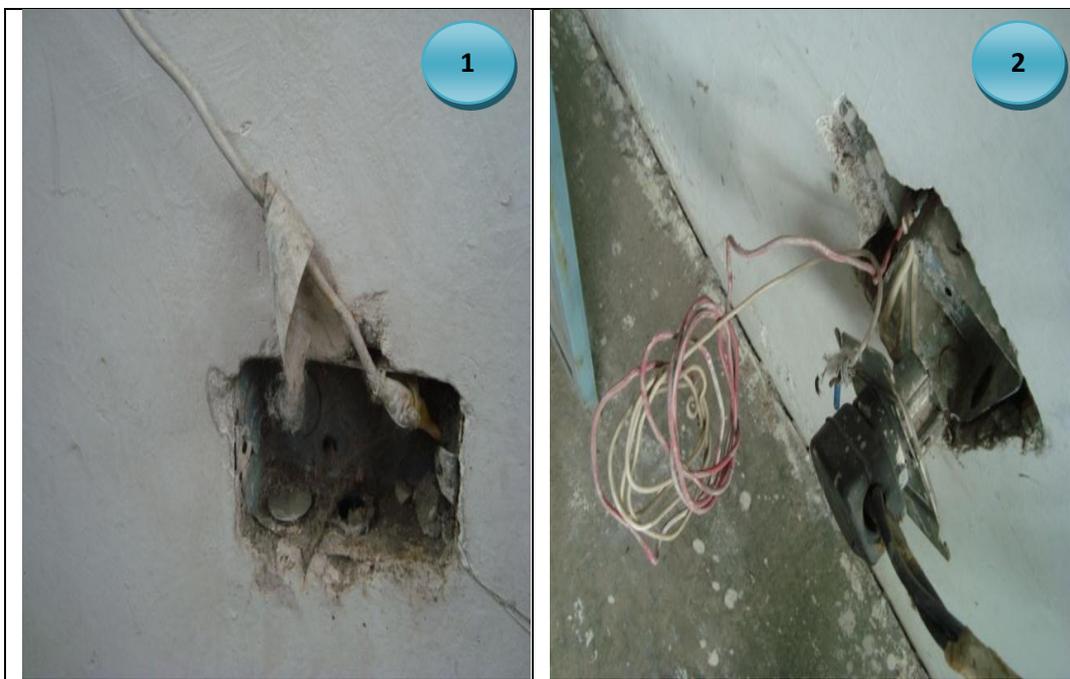
DESCRIPCIÓN:

1.-2 ALIMENTADORES INADECUADOS PARA CARGA

3.-4 TOMACORRIENTES TRIFÁSICOS NO FUNCIONALES

Gráfico N° 52

Estado del sistema eléctrico Planta textil N° 1 UTN



DESCRIPCIÓN:

- 1.-2 TOMACORRINTES NO PROTEGIDOS-ANTI ESTÉTICO
- 3.-4 DISYUNTORES EXISTENTES -ALIMENTADOR PRINCIPAL

De acuerdo a los 3 informes técnicos anteriores se determina que las instalaciones eléctricas en la planta académica textil N°1 de la UTN se encuentra en mal estado. Es así que se determina que la instalación eléctrica actual es deficiente y no ofrece ninguna garantía de protección tanto a los equipos y máquinas como al personal que labora en esta planta académica. Problemas que se resumen en siguiente listado:

- Tablero de distribución principal anti-técnico
- Alimentador trifásico de suelda en mal estado
- Sistema de puesta a tierra deficiente
- Alimentadores inadecuados para carga
- Tomacorrientes trifásicos no funcionales
- Tomacorrientes no protegidos-anti estático
- Disyuntores existentes -alimentador principal

CAPITULO VI

“ESTUDIO, CÁLCULO, DISEÑO E INSTALACIÓN DEL NUEVO SISTEMA ELÉCTRICO DE LA PAT 1 DE LA UTN -FICA CARRERA DE INGENIERIA TEXTIL Y MODAS”

6.1 ANTECEDENTES DE LA PLANTA ACADÉMICA TEXTIL N° 1

La Facultad de Ciencias Aplicadas-FICA, como parte de la Universidad Técnica del Norte, en su plan de difundir los conocimientos a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Textil necesita de carácter urgente renovar las instalaciones eléctricas de la planta académica de Ingeniería Textil y Modas.

Actualmente existe un transformador de potencia trifásico de 75 KVA que se encuentra cercano al establecimiento, de donde se ha planificado la alimentación y distribución hacia los diferentes circuitos para fuerza.

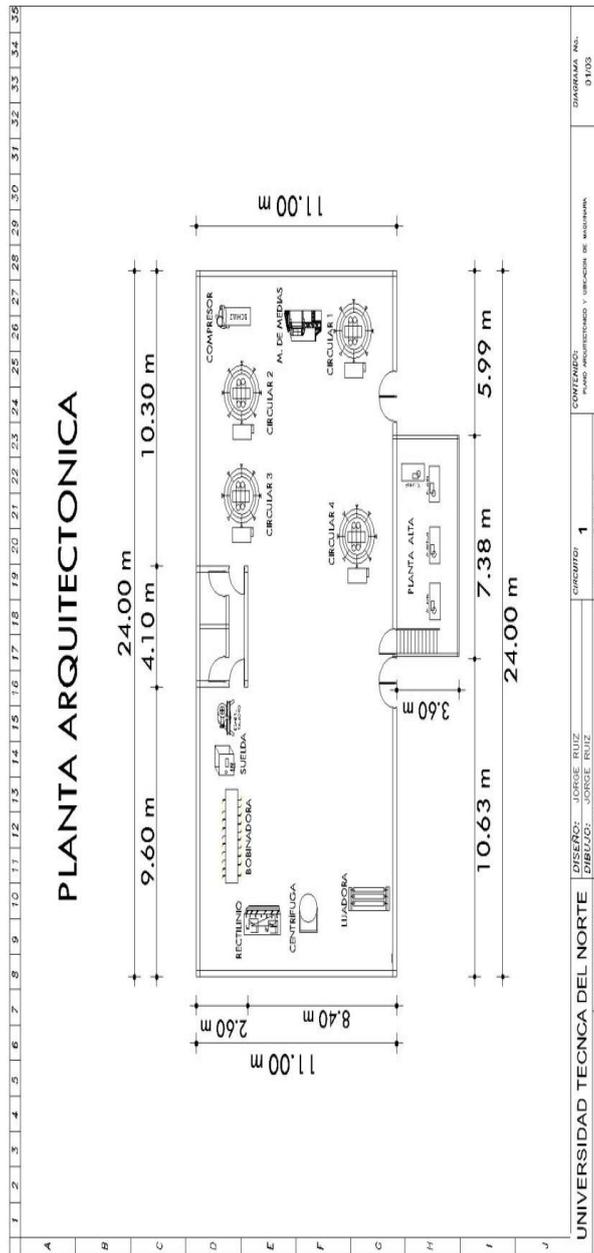
El presente documento resume en breves términos la ingeniería eléctrica desarrollada para cumplir con los requerimientos de la PAT 1, carrera de Ingeniería Textil y modas, de manera correcta y eficiente.

6.2 LEVANTAMIENTO DE PLANOS

Es indispensable para realizar el estudio el levantamiento de planos de la ubicación de la maquinaria, con la finalidad de contar con información para el diseño eléctrico.

Gráfico N° 53

Planta Arquitectónica



DESCRIPCIÓN: El presente plano detalla la ubicación física de cada una de las máquinas que componen la Planta Académica Textil N° 1, el mismo que servirá de base para el posterior diseño eléctrico.

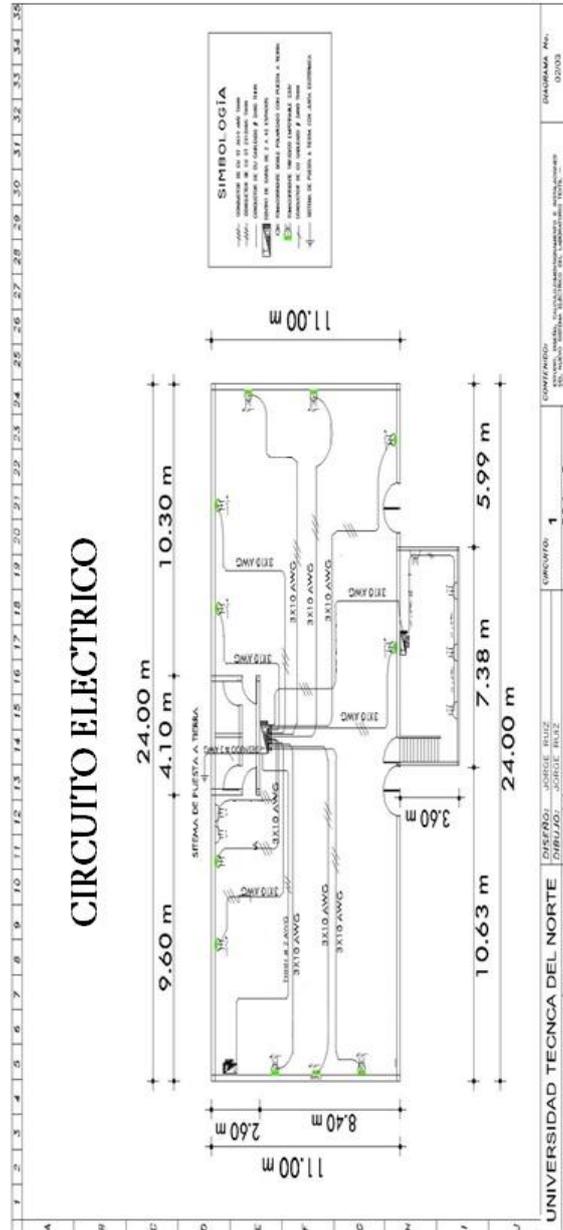
Cuadro N° 7

Cálculo de carga Planta textil N° 1 UTN

PROYECTO: "ESTUDIO, DISEÑO, CÁLCULO, DIMENSIONAMIENTO E INSTALACIÓN DEL NUEVO SISTEMA ELÉCTRICO DEL LABORATORIO TEXTIL-FICA" CÁLCULO DE CARGA										
FECHA: Mayo 08 del 2012										
TABLERO	FASES	VOLTAJE	CARGA INST. (W)	AMP.	DIST. (m)	VOL/AMP/100	VC/AIDA	% CAIDA	CONDUCTOR	PROTECCIÓN
CIRCULAR 1	3	220	7.500,00	23,16	25,70	0,01360	0,265	0,121	CONDUCTOR DE CU ST 3X10AWG THH	3P-40 A.
CIRCULAR 2	3	220	7.500,00	23,16	25,30	0,04850	0,932	0,424	CONDUCTOR DE CU ST 3X10AWG THH	3P-40 A.
CIRCULAR 3	3	220	7.500,00	23,16	20,50	0,02220	0,346	0,157	CONDUCTOR DE CU ST 3X10AWG THH	3P-40 A.
CIRCULAR 4	3	220	7.500,00	23,16	22,90	0,01240	0,216	0,098	CONDUCTOR DE CU ST 3X10AWG THH	3P-40 A.
COMPRESOR	3	220	3.730,00	11,52	30,80	0,01360	0,158	0,072	CONDUCTOR DE CU ST 3X10AWG THH	3P-40 A.
BOBINADORA	3	220	4.400,00	13,59	22,80	0,01360	0,138	0,063	CONDUCTOR DE CU ST 3X10AWG THH	3P-40 A.
AEG-CENTRIFUGA	3	220	1.500,00	4,63	28,40	0,01240	0,053	0,024	CONDUCTOR DE CU ST 3X10AWG THH	3P-40 A.
MEDIAS	3	220	1.300,00	4,01	28,40	0,07420	0,277	0,126	CONDUCTOR DE CU ST 3X10AWG THH	3P-40 A.
LIJADORA	3	220	3.590,00	11,08	35,50	0,02220	0,287	0,130	CONDUCTOR DE CU ST 3X10AWG THH	3P-40 A.
SUELDA	3	220	10.100,00	31,18	20,30	0,04850	1,007	0,458	CONDUCTOR DE CU ST 3X8AWG THH	3P-50 A.
M.RECTILINIO	3	220	2.500,00	7,72	25,10	0,04850	0,308	0,140	CONDUCTOR DE CU ST 3X10AWG THH	3P-40 A.
ESMERIL-TALADRO	1	110	2.500,00	22,73	13,50	0,04850	0,488	0,444	CONDUCTOR DE CU ST 3X10AWG THH	1P-40 A.
ALIMENTADOR CONFECIONADORA	1	110	1.492,00	13,56	25,00	0,04850	0,539	0,490	CONDUCTOR DE CU ST 3X10AWG THH	1P-40 A.
JUKI	1	110	370,00	3,36	6,00	0,04850	0,032	0,029	CONDUCTOR DE CU ST 3X12AWG THH	1P-32 A.
KANSAI	1	110	370,00	3,36	6,00	0,04850	0,032	0,029	CONDUCTOR DE CU ST 3X10AWG THH	1P-32 A.
JUKI	1	110	370,00	3,36	6,00	0,04850	0,032	0,029	CONDUCTOR DE CU ST 3X10AWG THH	1P-32 A.
SIRUBA	1	110	370,00	3,36	6,00	0,04850	0,032	0,029	CONDUCTOR DE CU ST 3X10AWG THH	1P-32 A.
TABLA DE ESTUDIO DE CARGA INSTALADA, FACTOR DE DEMANDA Y FACTOR DE COINCIDENCIA - ALIMENTADOR Y PROTECCIÓN PRINCIPAL										
FASES	VOLTAJE	CARGA INST. (W)	AMP.	DIST. (m)	VOL/AMP/100	VC/AIDA	% CAIDA	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	
3	220	62.592,00	185,28	24,1	0,00870	0,32	0,15	CONDUCTOR DE Cu # 2 AWG	3P-100 A	
		FACTOR DE DEMANDA	1,00							
		FACTOR COINCIDENCIA	0,70							
		DEMANDA (W.)	43.814,40							

Gráfico N° 54

Diseño del circuito eléctrico.



DESCRIPCIÓN: En este diagrama se representa el diseño del sistema eléctrico desde el tablero principal hacia los diferentes puntos de carga de cada máquina dependiendo de su ubicación.

dimensionamiento de conductores se realizó mediciones con la pinza amperimétrica cuando cada una de las maquinas estaban a plena carga, para garantizar que el conductor dimensionado para cada circuito sea el correcto.

Cuadro N° 8

Voltajes y carga de la maquinaria

TABLERO	FASES	VOLTAJE	CARGA INST.(W)
CIRCULAR 1	3	220	7500,00
CIRCULAR 2	3	220	7500,00
CIRCULAR 3	3	220	7500,00
CIRCULAR 4	3	220	7500,00
COMPRESOR	3	220	3.730,00
BOBINADORA	3	220	4.400,00
AEG-CENTRÍFUGA	3	220	2500,00
MEDIAS	3	220	4300,00
LIJADORA	3	220	3.590,00
SUELDA	3	220	5100,00
M.RECTILINIO	3	220	4.500,00
ESMERIL-TALADRO	1	220	2.500,00
JUKI	1	110	370,00
KANSAI	1	110	370,00
JUKI	1	110	370,00
SIRUBA	1	110	370,00
ALIMENTADOR CONFECCIONADORAS	1	110	1.492,00
ALIMENTADOR TABLERO PRINCIPAL	3	220	63592.00

Fuente: El Autor

Fórmula para calcular la corriente CIRCULAR 1

$$I = \frac{P}{V} \quad \begin{array}{l} \text{=POTENCIA DEL MOTOR EN WATIOS} \\ \text{=VOLTAJE EN ESTE CASO TRIFASICO 220v} \end{array}$$

$$I = \frac{P}{V \sqrt{3}}$$

$$I = \frac{7500 \text{ W}}{220\text{V} \sqrt{3}}$$

$$I = 19.68\text{A}$$

Para 20 amperios nos da un conductor calibre N° 12AwG pero debido a que en los arranques de los motores al prender hasta lograr romper la inercia la corriente aumenta con más de la mitad de su corriente nominal además, debido a las distancias recorridas por cada conductor existe caída de tensión haciendo necesario aumentar el calibre del conductor a N° 10AWG con la protección equivalente para proteger el conductor y la maquinaria conectada que es la protección termo magnética de 30 amperios 3 polos ósea trifásico a 220V.

Tanto el calibre del conductor a aplicarse como el valor de la protección magnética se desprenden del siguiente cuadro.

Cuadro N° 9

Calibres y protecciones recomendados

Número AWG	Diámetro (mm)	Sección (mm²)	Número espiras por cm.	Kg. por Km.	Resistencia (Ohm/Km.)	Capacidad (A)
0000	11,86	107,2			0,158	319
000	10,40	85,3			0,197	240
00	9,226	67,43			0,252	190
0	8,252	53,48			0,317	150
1	7,348	42,41		375	1,40	120
2	6,544	33,63		295	1,50	96
3	5,827	26,67		237	1,63	78
4	5,189	21,15		188	0,80	60
5	4,621	16,77		149	1,01	48
6	4,115	13,30		118	1,27	38
7	3,665	10,55		94	1,70	30
8	3,264	8,36		74	2,03	24
9	2,906	6,63		58,9	2,56	19
10	2,588	5,26		46,8	3,23	15
11	2,305	4,17		32,1	4,07	12
12	2,053	3,31		29,4	5,13	9,5
13	1,828	2,63		23,3	6,49	7,5
14	1,628	2,08	5,6	18,5	8,17	6,0
15	1,450	1,65	6,4	14,7	10,3	4,8
16	1,291	1,31	7,2	11,6	12,9	3,7
17	1,150	1,04	8,4	9,26	16,34	3,2
18	1,024	0,82	9,2	7,3	20,73	2,5
19	0,9116	0,65	10,2	5,79	26,15	2,0
20	0,8118	0,52	11,6	4,61	32,69	1,6
21	0,7230	0,41	12,8	3,64	41,46	1,2
22	0,6438	0,33	14,4	2,89	51,5	0,92
23	0,5733	0,26	16,0	2,29	56,4	0,73
24	0,5106	0,20	18,0	1,82	85,0	0,58
25	0,4547	0,16	20,0	1,44	106,2	0,46
26	0,4049	0,13	22,8	1,14	130,7	0,37
27	0,3606	0,10	25,6	0,91	170,0	0,29
28	0,3211	0,08	28,4	0,72	212,5	0,23
29	0,2859	0,064	32,4	0,57	265,6	0,18
30	0,2546	0,051	35,6	0,45	333,3	0,15
31	0,2268	0,040	39,8	0,36	425,0	0,11
32	0.2019	0.032	44.5	0.28	531.2	0.09

6.5 INSTALACIÓN DEL NUEVO SISTEMA NORMATIVA Y PRINCIPIOS A SEGUIR EN EL DISEÑO.

Para diseñar la instalación de los circuitos en baja tensión se utilizará la norma NEC americana, pues es el estándar de los constructores y distribuidores nacionales, asimismo incorporaremos, para efectos estéticos, tableros y canaletas plásticas decorativas construidas con norma europea.

“La norma europea EN 50110-1, Operación de Instalaciones Eléctricas (1994a), preparada por la Task Force 63-3 del CENELEC, es el documento básico que se aplica a la operación de instalaciones eléctricas y a las actividades de trabajo en ellas, con ellas o cerca de las mismas. La norma establece los requisitos mínimos para todos los países del CENELEC; las normas nacionales adicionales se describen en subpartes separadas de la norma (EN 50110-2)”.<http://riesgosgenerales.blogspot.com/2008/12/normas-europeas-y-americanas-para-la.html>

La norma se aplica a instalaciones diseñadas para la generación, transmisión, conversión, distribución y utilización de energía eléctrica, y para la operación a los niveles de tensión habituales. Aunque las instalaciones típicas trabajan a tensiones bajas, la norma se aplica también a instalaciones de muy baja y de alta tensión. Las instalaciones pueden ser permanentes y fijas (p. ej., instalaciones de distribución en fábricas o edificios de oficinas) o móviles.

En la norma se especifican los procedimientos de operación y mantenimiento seguros para el trabajo en instalaciones eléctricas o cerca de las mismas. Entre las actividades de trabajo aplicables se incluyen las de trabajo no eléctrico, como la construcción junto a líneas aéreas o cables subterráneos, además de todos los tipos de trabajo eléctrico. Determinadas instalaciones eléctricas, como las existentes a bordo de aviones y barcos, no están sujetas a la norma. El cableado para

alimentadores, control de fuerza, construcción de tableros y esquema de conexión a tierra, sigue la norma IEC.

El dimensionamiento del calibre de los conductores y características de las protecciones termo magnéticas, se calculan en base al consumo proyectado de la energía eléctrica según los equipos que están instalados en el laboratorio de carrera Ingeniería Textil y Modas.

6.5.1 Desarrollo

El sistema eléctrico, esta estudiado y diseñado (Ver fotografías de anexo N° 3) para optimizar al máximo los recursos eléctricos y económicos, se resume en los siguientes puntos:

1.- Alimentador desde el disyuntor existente de 100amperios ezc100n hasta el centro de carga trifásico de 30espacios que contiene las protecciones termo magnéticas trifásicas de diferentes amperios dependiendo de la carga de cada circuito.

Se diseña un alimentador con cable de cobre Flexible tipo THHN # 2 AWG 1000 voltios, 90 °C, de una sección aproximada 33.62 mm², con capacidad de conducción 170 amperios a temperatura ambiente 30°C, desde el disyuntor existente hasta el centro de carga de distribución principal trifásica 3 polos.

2 Alimentador principal hacia el centro de carga trifásico de 40 espacios.

Actualmente existe un alimentador principal con un conductor de cobre flexible #2 AWG 3 fases las cuales cuentan con las debidas protecciones termo magnéticas, cabe mencionar que este centro de carga trifásico el cual se alimenta con dicho conductor no cuenta con circuitos independientes para cada uno de los equipos instalados en el

laboratorio lo que no garantiza el buen funcionamiento ni el tiempo de vida útil de los equipos.

Se calculan y dimensionan los calibres de los conductores del alimentador principal que recorrerá aproximadamente 50 metros. Se planifica llevar el alimentador principal de cobre trifásico más neutro, conductor de cobre # 2 AWG 3 fases más neutro con capacidad de conducir 170 amperios por fase desde la protección termo magnética 3 polos de tipo caja moldeada 100 amperios hasta un nuevo centro de carga trifásico de 40 espacios.

Se determina que las corrientes de corto circuito en el tablero principal no superan los 8 kiloamperios (kA), con lo que los dispositivos a usarse dentro de los tableros, especialmente las protecciones termo magnéticas, son de una gama de menor potencia, cuyo precio es menor que el normalmente usado en áreas industriales.

Como se pueden presentar fenómenos no usuales en el sistema eléctrico que incrementen la corriente de cortocircuito, lo que se hace es utilizar el criterio de FILIACIÓN que establece la IEC, mediante la cual se utiliza un breaker de alta capacidad de interrupción únicamente a la cabeza del tablero, tal que si los menores no pueden despejar el cortocircuito, el interruptor de cabeza lo haga.

Para aterrizar los circuitos eficientemente, se decide aterrizar el neutro del sistema usando el Esquema de Conexión a Tierra tipo TN-C para luego continuar hacia el tablero en TN-S, utilizando una malla de puesta a tierra con 2 varillas copperweld 1,80m X 5/8" unidas al cable de tierra mediante junta exotérmica al pie del tablero.

3.- Conexión de circuitos para el control de fuerza

Todos los circuitos se encuentran independizados en sus protecciones eléctricas, de tal manera que si se origina un cortocircuito en alguno de los equipos, únicamente se corta el suministro eléctrico del circuito al que

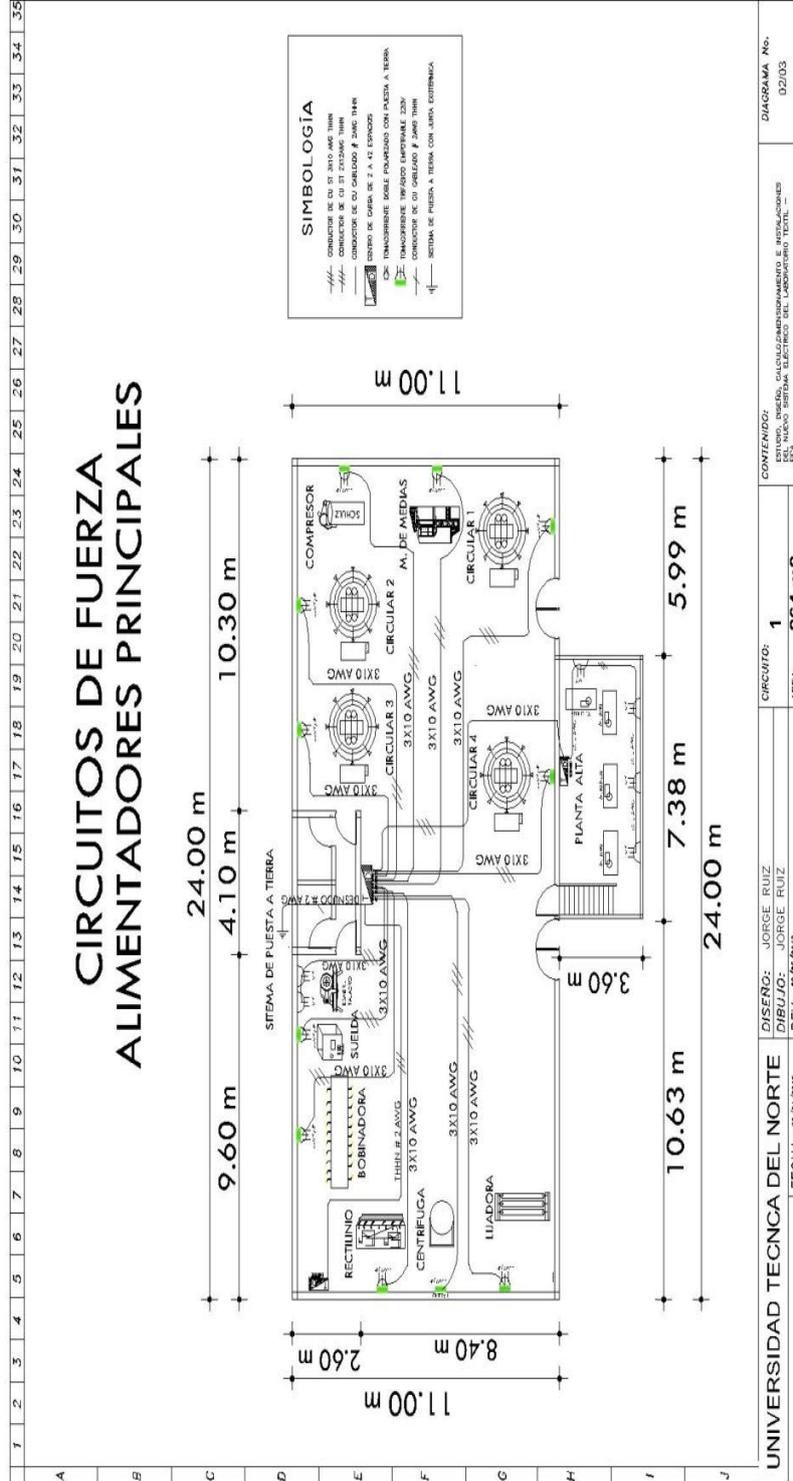
esté conectado el equipo eléctrico, garantizando la selectividad eléctrica y la disponibilidad de la energía en cada sitio, es decir, no se interrumpe el fluido eléctrico en ninguno de los otros circuitos.

Los conductores tipo “sucre” utilizados, también son flexibles tipo XLPE, con mejores capacidades de conducción, y se eligieron por sus mejores características mecánicas.

Se identifica y etiqueta todo el sistema, del cual se entregan planos según norma.

Gráfico N° 55

Circuitos de fuerza Planta textil N° 1 UTN



Cuadro N° 10

Libro de obra

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE		
LABORATORIOS -INGENIERÍA TEXTIL		
LIBRO DE OBRA		
ITEM	DESCRIPCIÓN	FECHA
1	FIJACIÓN DE CANALETA CON ADHESIVO 20X12mm	07-jun-12
2	FIJACIÓN DE CAJAS SOBRE PUESTAS DEXSON	07-jun-12
3	TENDIDO DE CONDUCTOR 3X12 AWG PARA ALIMENTACIÓN DE CIRCUITOS FUERZA 110V .	07-jun-12
4	FIJACIÓN E INSTALACIÓN DE CENTRO DE CARGA BIFÁSICO DE 2 ESPACIOS 11 CON PUESTA A TIERRA.	07-jun-12
5	INSTALACIÓN DE TOMACORRIENTES DOBLES POLARIZADOS	07-jun-12
1	TENDIDO DE CONDUCTOR 3X10 AWG PARA ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA 220V CONEXIÓN DE MÁQUINAS	08-jun-12
1	SE CONTINUA CON EL TENDIDO DE CONDUCTOR 3X10 AWG PARA ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA 220V	11-jun-12
1	SE CONTINUA CON EL TENDIDO DE CONDUCTOR 3X10 AWG PARA ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA 220V	12-jun-12
1	SE CONTINUA CON EL TENDIDO DE CONDUCTOR 3X10 AWG PARA ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA 220V	13-jun-12
1	TENDIDO DE CONDUCTOR 3X8 AWG ALIMENTADOR TRIFÁSICO PARA SUELO	14-jun-12
2	TENDIDO DE CONDUCTOR # 2 AWG ALIMENTADOR PRINCIPAL	14-jun-12
3	TENDIDO DE CONDUCTOR DE Cu DESNUDO # 2 AWG PARA SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.	14-jun-12
1	FIJACIÓN DE CANALETA RANURADA TIPO INDUSTRIAL EN ALTURA PARA BARRAS DE LOS RESPECTIVOS CONDUCTORES ALIMENTADORES.	15-jun-12
1	FIJACIÓN E INSTALACIÓN DE CENTRO DE CARGA TRIFÁSICO, ALIMENTADOR PRINCIPAL DE TODOS LOS CIRCUITOS.	18-jun-12
2	FIJACIÓN DE TUBO POSTE DE 3 1/2"	18-jun-12
1	FIJACIÓN E INSTALACIÓN DE TOMACORRIENTES DOBLES POLARIZADOS CON PUESTA A TIERRA 110V ALIMENTACIÓN PARA ESMERIL, PULIDORA Y TALADRO.	19-jun-12
2	FIJACIÓN E INSTALACIÓN DE TOMACORRIENTES TRIFÁSICOS PARA ALIMENTACIÓN DE LAS DIFERENTES MÁQUINAS QUE SE DESEAN ALIMENTAR CON FLUIDO ELÉCTRICO	19-jun-12

Cuadro N° 11

Libro de obra

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE		
LABORATORIOS -INGENIERÍA TEXTIL		
LIBRO DE OBRA		
ITEM	DESCRIPCIÓN	FECHA
1	DERROCAMIENTO DE VEREDA PARA ACCEDER A INTRODUCIR LA VARRILLA	20-jun-12
	PUESTA A TIERRA COOPERWELD	
2	SE PROCEDE A REALIZAR LA JUNTA CON SUELDA EXOTÉRMICA PARA SISTEM	20-jun-12
	COMPLETO DE PUESTA A TIERRA	
3	RELLENO CON HORMIGÓN f'c 180 Kgf PARA ASEGURAMIENTO DE CONDUCC	20-jun-12
	MAS VARRILLA.	
1	ARMADO DE CIRCUITOS TRIFÁSICOS PARA DIFERENTES ALIMENTADORES	21-jun-12
	DE MÁQUINAS CON SUS RESPECTIVAS MEDICIONES DE VOLTAJE E IDENTIFI-	
	CACIÓN DE SECUENCIA DE FASES PARA NO AFECTAR GIRO DE LOS MOTORES	
1	SE CONTINUA CON ARMADO DE CIRCUITOS TRIFÁSICOS PARA DIFERENTES	22-jun-12
	ALIMENTADORES DE MÁQUINAS CON SUS RESPECTIVAS MEDICIONES DE VOLTA-	
	JE E IDENTIFICACIÓN DE SECUENCIA DE FASES PARA NO AFECTAR GIRO	
	DE LOS MOTORES	
1	SE PROCEDE A LA IDENTIFICACIÓN TOTAL DE CENTROS DE CARGA, PRINCIP	25-jun-12
	SECUNDARIO, TOMACORRIENTES DOBLES POLARIZADOS CON PUESTA A TIERRA,	
	TOMACORRIENTES TRIFÁSICOS Y ALIMENTADORES PRINCIPALES.	

CAPÍTULO VII

ANÁLISIS DE COSTOS

En el presente capítulo se determina todos los materiales y aditamentos que se requieren para la instalación del nuevo sistema, así como también se detalla el material eléctrico necesario.

Cuadro N° 12
Costos

MATERIALES ELÉCTRICO NECESARIO PARA LA NUEVA INSTALACIÓN	
1	CONDUCTOR CONCÉNTRICO 3X10 ST-THHN - TENDIDO E INSTALACIÓN
2	CONDUCTOR CONCÉNTRICO 3X12 ST-THHN - TENDIDO E INSTALACIÓN
3	CONDUCTOR CONCÉNTRICO 3X8 ST-THHN - TENDIDO E INSTALACIÓN
4	CONDUCTOR CABLEADO THHN #2 AWG (7 HILOS) - TENDIDO E INSTALACIÓN
5	CONDUCTOR CABLEADO THHN #8 AWG (7 HILOS) - TENDIDO E INSTALACIÓN
6	CAJA TÉRMICA SQUARE-D 42 ESPACIOS TRIFÁSICA - FIJACIÓN E INSTALACIÓN
7	CAJA TÉRMICA SQUARE-D 2 ESPACIOS C/NEUTRO - FIJACIÓN E INSTALACIÓN
8	BREAKER TRIFÁSICO DE 40 AMPERIOS- INSTALACIÓN
9	BREAKER TRIFÁSICO DE 50 AMPERIOS- INSTALACIÓN
10	BREAKER MOFÁSICO DE 32 AMPERIOS- INSTALACIÓN
11	BREAKER MOFÁSICO DE 40 AMPERIOS- INSTALACIÓN
12	CANALETA DEXSON RANURADA TIPO INDUSTRIAL 60X40MM GRIS – FIJACIÓN
13	CANALETA DEXSON RANURADA TIPO INDUSTRIAL 33X33MM GRIS – FIJACIÓN
14	CANALETA DEXSON CON ADHESIVO 20X12MM BLANCA – FIJACIÓN
15	CAJETÍN RECTANGULAR DEXSON SOBREPUESTO - FIJACIÓN
16	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO COOPER – INSTALACIÓN
17	TUBO POSTE DE 3" -FIJACIÓN E INSTALACIÓN
18	CODO REVERSIBLE 3" PARA TUBO POSTE - FIJACIÓN E INSTALACIÓN
19	TOMACORRIENTE TRIFÁSICO 220V (PATA DE GALLINA 50 AMPERIOS) – INSTALACIÓN
20	TOMACORRIENTE TRIFÁSICO 220V (PATA DE GALLINA 50 AMPERIOS) – INSTALACIÓN

Cuadro N° 13

Presupuesto

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE						
PROYECTO: ESTUDIO, DISEÑO, CÁLCULO, DIMENSIONAMIENTO E INSTALACIONES DEL NUEVO SISTEMA ELÉCTRICO DEL LABORATORIO TEXTIL-FICA						
LABORADO POR: PATRICIO FUENTES / JHON TREJO						
UBICACIÓN: UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE -COLEGIO UNIVERSITARIO - IMBABURA- IBARRA						
FECHA : 08/MAYO/2012						
TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS-INCLUYE MANO DE OBRA						
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
1	CONDUCTOR CONCÉNTRICO 3X10 ST-THHN - TENDIDO E INSTALACIÓN	m	303,90	4,23	1.286,10	
2	CONDUCTOR CONCÉNTRICO 3X12 ST-THHN - TENDIDO E INSTALACIÓN	m	24,00	3,83	91,91	
3	CONDUCTOR CONCÉNTRICO 3X8 ST-THHN - TENDIDO E INSTALACIÓN	m	20,30	8,77	178,12	
4	CONDUCTOR CABLEADO THHN #2 AWG (7 HILOS) - TENDIDO E INSTALACIÓN	m	72,30	7,11	513,84	
5	CONDUCTOR CABLEADO THHN #8 AWG (7 HILOS) - TENDIDO E INSTALACIÓN	m	24,10	2,50	60,14	
6	CAJA TÉRMICA SQUARE-D 42 ESPACIOS TRIFÁSICA - FIJACIÓN E INSTALACIÓN	U	1,00	253,89	253,89	
7	CAJA TÉRMICA SQUARE-D 2 ESPACIOS C/NEUTRO - FIJACIÓN E INSTALACIÓN	U	1,00	19,23	19,23	
8	BREAKER TRIFÁSICO DE 40 AMPERIOS- INSTALACIÓN	U	10,00	38,40	383,99	
9	BREAKER TRIFÁSICO DE 50 AMPERIOS- INSTALACIÓN	U	1,00	38,40	38,40	
10	BREAKER MOFÁSICO DE 32 AMPERIOS- INSTALACIÓN	U	2,00	6,37	12,74	
11	BREAKER MOFÁSICO DE 40 AMPERIOS- INSTALACIÓN	U	2,00	6,37	12,74	
12	CANALETA DEXSON RANURADA TIPO INDUSTRIAL 60X40mm GRIS - FIJACIÓN	U	4,00	8,19	32,75	
13	CANALETA DEXSON RANURADA TIPO INDUSTRIAL 33X33mm GRIS - FIJACIÓN	U	30,00	5,43	162,84	
14	CANALETA DEXSON CON ADHESIVO 20X12mm BLANCA - FIJACIÓN	U	8,00	4,11	32,84	
15	CAJETÍN RECTANGULAR DEXSON SOBREPUESTO - FIJACIÓN	U	6,00	2,85	17,11	
16	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO COOPER - INSTALACIÓN	U	6,00	2,75	16,49	
17	TUBO POSTE DE 3" -FIJACIÓN E INSTALACIÓN	U	1,00	74,91	74,91	
18	CODO REVERSIBLE 3" PARA TUBO POSTE - FIJACIÓN E INSTALACIÓN	U	1,00	36,43	36,43	
19	TOMACORRIENTE TRIFÁSICO 220V (PATA DE GALLINA 50 AMPERIOS) - INSTALACIÓN	U	10,00	11,65	116,50	
20	SITEMA DE PUESTA A TIERRA PROVISION E INSTALACIÓN	U	1,00	223,20	223,20	
	TOTAL:				3.564,17	

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- Las instalaciones eléctricas de la Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte no contaban con las condiciones técnicas de funcionamiento y de seguridad para los estudiantes y el personal de mantenimiento.
- Las instalaciones eléctricas han sido realizadas desde la construcción de la Planta Académica Textil N° 1, en el año de 1987 por lo que su mal estado se debe a su obsolescencia.
- El mal funcionamiento de las instalaciones eléctricas ha causado daño a los equipos y a 5 maquinarias de la Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad técnica del Norte por lo que actualmente algunas de ellas se encuentran en mal estado y otras no funcionan definitivamente.
- El nuevo sistema eléctrico instalado en la Planta Académica Textil N° 1 de UTN, se realizó con bases científicas y técnicas que permitieron recuperar la maquinaria, a través de un correcto diseño de los planos, un presupuesto del costo de instalación y optimizado; por lo que tiene actualmente un adecuado funcionamiento.

Recomendaciones:

- Es necesario seguir un manual de procedimientos para operar el sistema eléctrico en la Planta académica Textil N° 1.
- Los responsables de la PAT 1 cada 6 meses, deben hacer una revisión y mantenimiento completo de las instalaciones eléctricas para que se mantengan operativas.
- Los responsables de la PAT 1, deben recibir capacitación sobre mantenimiento de instalaciones eléctricas.
- La PAT 1 debe ser equipada con nueva maquinaria que vaya acorde con el avance tecnológico dentro de la industria textil, de esta manera se aprovecharía al máximo el nuevo sistema eléctrico instalado.
- Se debe promover un nuevo tema de investigación en la PAT 2, con la finalidad de dotar a esta de un nuevo sistema eléctrico.
- Debe buscarse el mecanismo adecuado con la finalidad de poner en producción a la maquinaria que posee la Planta textil ya que se tiene un potencial que no ha sido aprovechado de la mejor manera. Lo cual puede ser tema de una nueva investigación.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALAMOS Juan Alercio, (2007) Sistema de Distribución de Energía Eléctrica, Guayaquil Editorial Universitaria ESPOL
2. BAHRMAN, M.; Johnson, B. (2007) The ABCs of HVDC Transmission Technologies, revista IEEE Power & Energy, n.º 3/4, pp. 32–44.
3. Bazán Gerardo, 2003
<http://www.eumed.net/tesis/2009/rjg/Transmision%20o%20transporte%20de%20electricidad.htm>
4. CLOTWORTHY Allan, Proceedings World Geothermal Congress 2000. (consultado el 30 de marzo de 2006)
5. CRUX Guillermo, especial para PI. Fuente: International Socialism N° 95, 2002. http://www.infoamerica.org/teoria_articulos/zizek02.htm
6. GIORDANO, José Luis (2006). «El conductor eléctrico, Profísica, Chile.». Consultado el 13 de mayo de 2008
7. GRACÍA MUÑOZ Carlos (2006)
http://www.profesorenlinea.cl/fisica/Tecnologia/CIRCUITOS_ELECTRICOS.htm
8. GRACÍA MUÑOZ Carlos *Física general*, escrito por Santiago Burbano de Ercilla,
9. HERNÁNDEZ ADROVER, Juan
<http://cienciaes.com/entrevistas/2012/05/24/energia-de-la-biomasa-hablamos-con-juan-j-hernandez-adrover/>
10. HINOJOSA Danny Ayala:
http://www.cambiemosecuador.com/2005/10/ecuador_una_his.html
11. JÁTIVA SEVILLA Vladimir:
12. José Antonio E. García Álvarez
http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_voltaje/ke_voltaje_1.htm
13. LANZILLOTTA Analía (2010)
14. MILANES C. (2008) Circuitos eléctricos. Editorial Caracas Venezuela

15. MONDE A Toutle <http://www.oni.escuelas.edu.ar/olimpi98/energia-vs-ambiente/generaci.htm> Recuperado 12 febrero 2012
16. MORENO Julio José, (2008) Estudio de la energía Eléctrica) UASD
17. MORENO S. (2008) ". www.arqhys.com/arquitectura/los-polimeros.html
18. Oudalov, A.; Reza, M., (2007). *Externality Implication on Bulk Energy Transport*, Actas de la XXVII Conferencia de la Asociación de EE.UU. para la Economía de la Energía), Houston, TX, EE.UU.
19. PEDROCHE Ana Belén <http://www.economiadelaenergia.com/2011/10/generacion-de-energia-electrica-a-partir-de-residuos/>
20. **PROCOBRE: Revista México (2006)**
21. Revista "Producción" 2007 de Venezuela, Artículo Generación de Energía.
22. ROSALES L. (2008) Energía Eléctrica, Editorial McGrawHill México
23. SEARS Y ZEMANSKY (2009) Física Universitaria con Física Moderna Volumen 2, página 851., decimosegunda edición.
24. SEARS Y ZEMANSKY (2009) <http://es.scribd.com/doc/61288382/FIS-02>
www.sapiensman.com/tematica/tematica8.htm

LINCONGRAFIA

1. [http://www.Directiva 2006/42/CE](http://www.Directiva%202006/42/CE) del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición), DOUEL 157 de 9.6.2006, p. 24/86
2. GARCÍA ÁLVAREZ José Antonio E. http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_potencia/ke_potencia_elect_1.htm Recuperado el 21 de abril del 2012
3. GARCÍA Héctor A. http://www.proyectosalohogar.com/tecnologia/el_maquinismo.htm Recuperado el 13 de mayo del 2012

4. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/735/12/04%20IT%2094%20CAPITULO%20VIII%20BOBINADO.pdf> Las partes constitutivas de esta maquinas
5. www.alegsa.com.ar/Dic/circuito%20electrico.php
6. http://www.profesorenlinea.cl/fisica/Tecnologia/CIRCUITOS_ELECTRICOS.htm
7. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/735/12/04%20IT%2094%20CAPITULO%20VIII%20BOBINADO.pdf> Las partes constitutivas de esta maquinas

ANEXOS

ANEXO N° 1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

INSTRUMENTO N° 1

La presente encuesta va dirigida a los empleados de la Planta Académica Textil N° 1 de la Universidad Técnica del Norte

Las respuestas que dé a esta encuesta no compromete el normal funcionamiento de la planta académica textil, igualmente se guarda la reserva de quien colabora en la misma.

INSTRUCCIONES: Marque con una (X) la respuesta que usted considere.

DATOS INFORMATIVOS

GÉNERO

- Masculino
 Femenino

EDAD

CUESTIONARIO

1.- ¿Cómo considera el estado de las instalaciones eléctricas de la planta académica textil N° 1 de la UTN?

- Excelente ()
Muy Buena ()
Buena ()
Regular ()
Pésima ()

2.- ¿Cómo se le considera al sistema eléctrico en la Planta académica textil N° 1 de la UTN?

- Indispensable ()
Importante ()
Poco Importante ()
Nada importante ()

3.- ¿Los problemas eléctricos qué tipo de efectos ha tenido en la planta?

Daños en la maquinaria ()
Retraso en los procesos ()
Improvisación del trabajo ()
Molestias a maestros y estudiantes ()

1.- ¿Cuántos años trabaja en esta planta académica textil N° 1 de la UTN?

1 a 3 ()
4 a 7 ()
8 a 11 ()
12 y más ()

2.- ¿Cómo considera el estado de las instalaciones eléctricas de la planta académica textil N° 1 de la UTN?

3.- ¿Los problemas eléctricos qué tipo de efectos ha tenido en la planta?

Daños en la maquinaria ()
Retraso en los procesos ()
Improvisación del trabajo ()
Molestias a maestros y estudiantes ()

4.- ¿Cuáles de las máquinas o equipos han sufrido daños por este problema?

.....

5.- ¿Qué se requiere para el mejoramiento de las instalaciones eléctricas y equipos de la Planta académica textil N° 1 de la UTN?

Hacer mantenimiento ()
Cambiar ciertos equipos ()
Cambio total del sistema ()

6.- ¿Existe un plano de las instalaciones eléctricas que ayuden a desarrollar un cambio o mejoramiento de este sistema?

Sí ()
No ()
No lo sé ()

7.- ¿Existe en las instalaciones dispositivos de protección de variaciones de voltaje?

Sí ()
No ()

No lo sé ()

8.- ¿Cuán seguras son las instalaciones eléctricas actualmente?

Mucho ()

Poco ()

Nada ()

GRACIAS POR COLABORAR

Anexo Nº 2

Certificación de la Universidad

Ibarra, 29 – 04 - 2013

CERTIFICADO

A petición del Sr, Jorge Alfonso Ruiz Guerrero, portador de la cédula de ciudadanía 100181665-9 Egresado de la Carrera de Ingeniería Textil, cumpla con indicar que el mencionado señor, realizó el trabajo de tesis de grado en la P.A.T.. Nro 1 con el título “ESTUDIO Y MEJORAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS QUE SUMINISTRAN ENERGÍA A LOS EQUIPOS Y MAQUINAS DE LA P.A.T. Nro 1 DE LA UTN”. Cuyo trabajo luego de haberse sometido a pruebas, ya se encuentra en pleno funcionamiento.

Razón por la cual, el mencionado estudiante puede hacer uso del mismo como a bien considere.

CERTIFICA:

Ing. José Imacaña Guerrero.

COORDINADOR DE LA P.A.T. Nro 1 (E).

Lp- 000- 16 -0

Anexo N° 3

Fotografías de la instalación

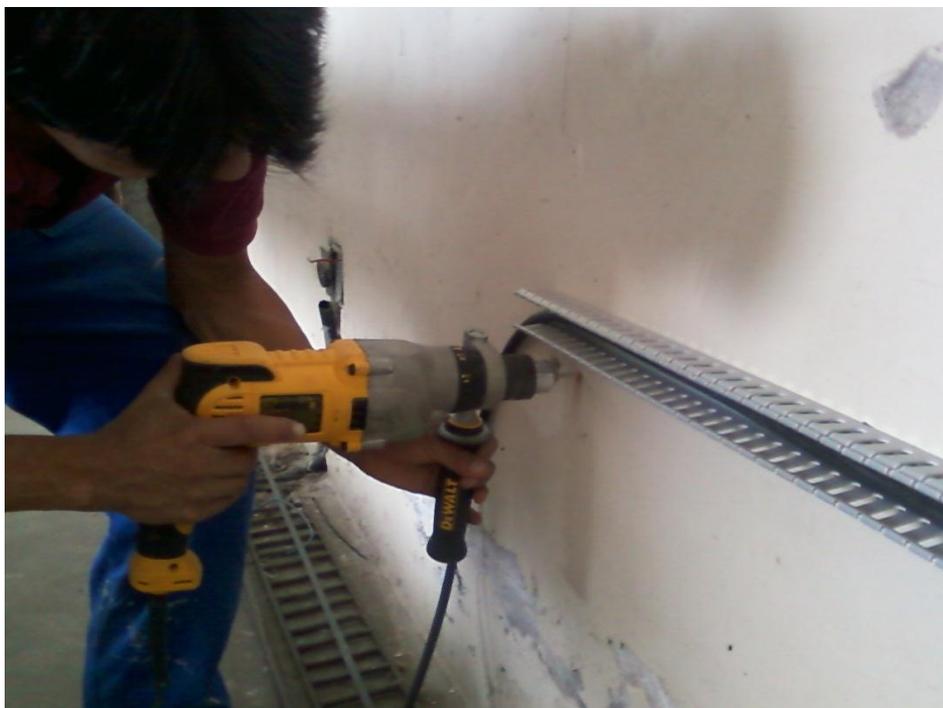


Foto: N° 1 Instalación de soporte de canaleta



Foto: N° 2 Instalación de canaleta



Foto: N° 3 Tendido de conductor

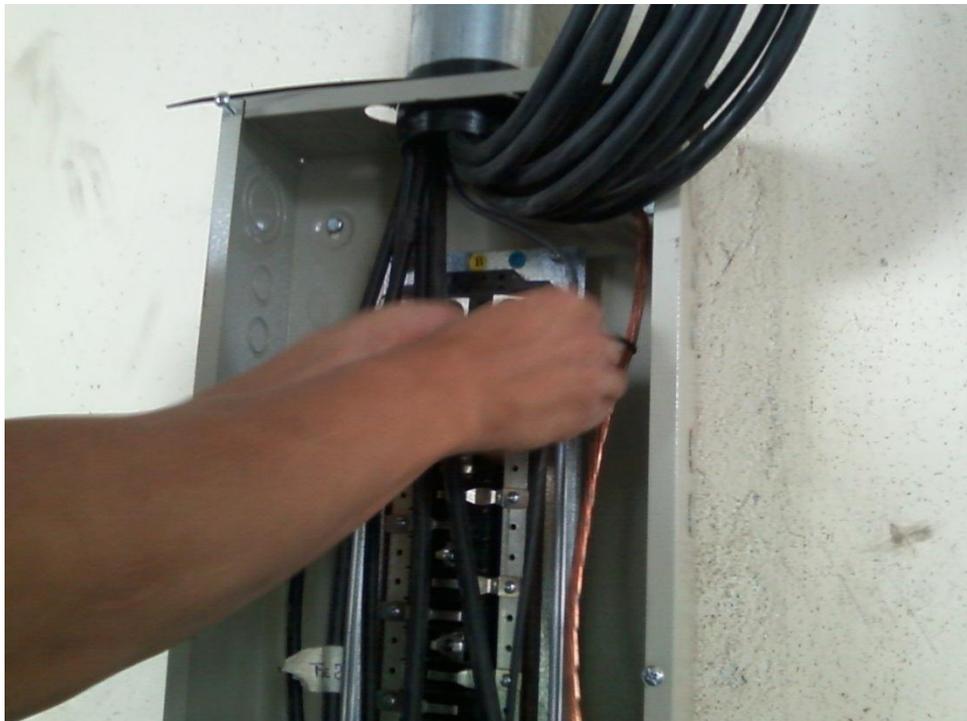


Foto: N° 4 Instalación de tablero de distribución



Foto: N° 5 Instalación de cable para puesta a tierra



Foto: N° 6 Colocación de varilla Cooperweld



Foto: N° 7 Aplicación de suelda Capweld



Foto: N° 8 Empalme de conductores



Foto: N° 9 Instalación de tomacorriente trifásico



Foto: N° 10 Instalación de canaletas Monofasicas



Foto: N° 11 Tomacorriente Trifasicos instalados



Foto: N° 12 Tomacorriente Monofasicos Instalados



Foto: N° 13 Prueba de Acople –Tomacorriente – Enchufe Trifasico



Foto: N° 14 Medición de parámetros

