

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES

FACULTAD DE TECNOLOGIA

CARRERA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES



“INSTALACION DE UN SISTEMA DE CONTROL
ELECTRICO PARA LA INDUSTRIA PAPELERA
(ANGORA)”

Proyecto de grado presentado para obtener el grado de Licenciatura

ELABORADO POR: VICTOR ARUQUIPA TICONA

TUTOR: LIC. GUIDO CASTRO ENDARA

LA PAZ - BOLIVIA

FECHA: 11/11/2020

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado a mi familia, hermanos y a mi madre Vicencia Ticona (+) y que siempre confiaron en mí y me apoyaron en todo momento, por todo su amor y confianza además de llenarme de fuerza y fe para culminar esta meta.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por haberme brindado vida, salud e inteligencia para seguir adelante, a toda mi familia que siempre me apoyaron incondicionalmente, a los docentes de la Carrera por sus enseñanzas y aprendizajes, en especial al Lic. Guido Castro E. por su guía y apoyo para este trabajo, y a todas esas personas que compartieron sus conocimientos y experiencias conmigo.

INDICE

	<i>Pág.</i>
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
INDICE	iii
INDICE DE FIGURAS.....	xi
INDICE DE TABLAS	xv
RESUMEN DEL PROYECTO.....	xvi
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.3. OBJETIVOS	2
1.3.1. Objetivo General	2
1.3.2. Objetivos Específicos.....	2
1.4 JUSTIFICACION	3
1.4.1 Justificación social	3
1.4.2 Justificación económica	3
1.4.3 Justificación técnica	4
1.5 DELIMITACION.....	4
1.6 METODOLOGIA	5
1.6.1 Método Deductivo “Explicativo Experimental”	5
CAPITULO II: MARCO TEORICO	6
2.1 FUNDAMENTOS DE UN SISTEMA DE CONTROL ELECTRICO	6
2.1.1 Introducción	6

2.1.2 Historia de la Industria Papelera en Bolivia.....	8
2.1.3 Características Generales de Instalaciones Eléctricas Industriales	10
2.1.4 Sistema de control.....	12
2.1.4.1 SISTEMA DE CONTROL EN LAZO ABIERTO	13
2.1.4.2 SISTEMA DE CONTROL EN LAZO CERRADO	14
2.1.4.3 COMPONENTES DEL SISTEMA DE CONTROL	14
2.1.4.3.1 ACTUADOR.....	16
2.1.4.3.2 TRANSDUCTOR	17
2.1.4.3.3 CONTROLADOR.....	17
2.1.5 Factores que Intervienen en un Sistema Automatizado	18
2.1.6 Ventajas e inconvenientes en un sistema de instalación de control eléctrico	20
2.1.6.1 las Ventajas de la automatización en un sistema control eléctrico industrial	20
2.1.6.2 Desventajas de un sistema de control eléctrico.....	23
2.1.7 Partes de un circuito eléctrico	30
2.2 POTENCIA Y ENERGÍA ELÉCTRICA TRIFÁSICA.....	32
2.2.1 Potencia.....	33
2.2.2 La potencia reactiva (y la energía reactiva)	34
2.2.3 La potencia activa	35
2.2.4 La potencia aparente	36
2.2.6 Detectores.....	44
2.2.6.1 Relé Térmico de sobre carga.....	46
2.2.6.2 El interruptor termomagnético	47
2.2.6.3 Tipos de Interruptores automáticos.....	48
2.2.6.4 Llave térmica.....	49

2.2.6.5 Llave magnética	49
2.2.6.6 Llave termomagnética.....	49
2.2.6.7 Disyuntor diferencial.....	50
2.3.1 Método de la Potencias absorbida.....	51
2.3.2 Método de las Corrientes de línea.....	51
2.3.3 Método del Deslizamiento	52
2.3.4 Tipos de cargas.....	52
2.3.4.1 Par variable.....	52
2.3.4.2 Par constante.	52
2.3.4.3 Potencia constante.....	52
2.3.5 Motor eléctrico.....	52
2.3.6 Fundamentos de operación de los motores eléctricos	53
2.3.7 Partes fundamentales de un motor eléctrico.....	54
2.3.8 Tipos de motores eléctricos y características	54
2.3.8.1 Tipos de motores eléctricos.....	54
2.3.8.1.1 Tipos de motores de corriente alterna	55
2.3.8.2 Características de los motores eléctricos.....	56
2.3.9 Clasificación de los motores de corriente continua y alterna.....	57
2.3.9.1 Motores de corriente continua o corriente directa (CC/CD).....	57
2.3.9.2 Motores de corriente alterna (C.A)	58
2.3.9.2.1 Motores Asíncrono.....	58
2.3.9.2.2 Motores Síncronos	58
2.3.9.2.3 Motores monofásicos	58
2.3.9.2.4 Motores trifásicos.....	59

2.3.9.2.5 Motores Bifásicos.....	59
2.3.9.2.6 Motores con anillos rozantes.....	60
2.3.9.2.7 Motores con colector.....	60
2.3.9.2.8 Motores con jaula de ardilla.....	60
2.3.9.3 Tipos y características de motores trifásicos.....	60
2.3.9.4 Los Motores Universales:	61
2.4 ARRANQUE DE MOTORES ELECTRICOS TRIFASICOS	61
2.4.1 Arranque directo.....	62
2.4.2. ARRANQUE ESTRELLA TRIANGULO	62
2.4.3 ARRANQUE POR AUTOTRANFORMADOR	64
2.4.4 ARRANQUE POR VARIADOR DE FRECUENCIA	66
2.5 ELEMENTOS EMERGENTES A TOMAR EN UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	68
2.5.1 Equipos de medición.....	68
2.5.2 Acometida	68
2.5.3 Interruptores	68
2.5.3.1 Interruptor principal	69
2.5.3.2 Interruptor derivado	69
2.5.3.3 Interruptor termo magnético	69
2.5.3.4 Arrancador:	69
2.5.4 Transformador:.....	69
2.5.5 Cuadros de distribución y conexión:.....	70
2.5.6 Puntos de control:.....	70
2.5.7 Salidas para el alumbrado y enchufes:	70

2.5.8 Plantas de energía de emergencia:	71
2.5.9 Toma de tierra:	71
2.6 Ductos de Instalación	71
2.6.1 Caja y Accesorios Metálicos o de PVC	71
2.6.1.1 Tableros de Control y Mando	71
2.6.1.2 Cables Conductores.....	73
2.6.1.2.1 Cables eléctricos.....	73
2.6.1.2.2 Tipos de cables.....	73
2.6.1.2.3 Conductores Eléctricos (cables).....	74
2.6.1.2.4 Clasificación de los conductores eléctricos (cables)	74
2.7 Componentes Electrónicos Activos a desarrollar	77
2.7.1 El SCR (Rectificador Controlado de Silicio).....	77
2.7.2 El UJT (El transistor mono juntura).....	77
2.7.3 Relé o Releí	78
2.7.4 Resistencia o Resistores	78
2.7.5 Condensadores (filtros).....	79
2.7.6 Diodos	80
2.7.7 Diodos Leds	80
2.7.7 Controlador lógico programable plcs.....	81
2.7.7.1 Introducción al PLC	81
2.7.7.2 Estructura de un PLC	81
2.7.7.3 Módulos de entrada y salida (E / S)	82
2.7.7.4 Fuente de alimentación	83
2.7.7.5 Unidad de procesamiento central (CPU).....	83

2.7.7.6 Sistema de memoria	84
2.7.7.7 Ventajas de los PLCs	84
CAPITULO III: INGENIERIA DE PROYECTO	86
3.1 LÍNEA TRIFÁSICA INSTALADA EN EL TRANSFORMADOR	86
3.1.1 Cuadro De Cargas que se Presentó a la Empresa de La paz TD1	87
3.1.2 Cuadro de Cargas que se Presentó en la Empresa de La Paz TD2	89
3.1.3. Parámetros de Cálculo para los Circuitos de TD1 Y TD2 Y Protección principal.	90
3.1.4 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCION PRINCIPAL (TERMOMAGNETICO - BREAKERS) (SP).....	90
3.2. CALCULO DE COMPONENTES ELECTROMECHANICOS PARA SISTEMAS DE PROTECCION Y AUTOMATIZACION DE LOS MOTORES DE TD1 Y TD2. ..	91
3.2.1. CALCULO PARA EL TERMOMAGNETICO PARA CADA MOTOR.....	91
3.2.2. DIMENSIONAMIENTO DEL CONTACTORES PARA LA AUTOMATIZACION.	92
3.2.3. DIMENSIONAMIENTO DE LOS RELES TERMICOS DE SOBRE CARGA.	92
3.2.4. CALCULO DEL CONDUCTOR	92
3.3. Balanceo y Distribución de Cargas en Línea Trifásica.....	93
3.3.1. Elección de Tableros 1 y 2	93
3.3.2 Forma de implementación de los tableros.....	94
3.3.3 Diseño de Circuitos TD1:.....	95
3.3.3.1 Diseño de circuitos de fuerza del TD1	96
3.3.3.2 Calculo de componentes eléctricos. (termomagnético, contactor, relé térmico, y numero de conductor del TD1.....	98
3.3.3.2.2 Calculo del breaker, conductor, barras de cobre general del tablero TD1	108

3.3.3.2.3 Cuadro de componentes adecuados en diseño al tablero TD1	111
3.3.4 Diseño de Circuitos del TD2.....	112
3.3.4.1 Circuito de la Tarjeta electrónica	112
3.3.4.1.1 Consideraciones de diseño para UJT tarjeta	114
3.3.4.1.2 Arranque por medio de PLCs.....	115
3.3.4.1.3 Arranque directo de motores C7, C8, C9	117
3.3.5 Calculo de componentes electromecánicos del TD2	118
3.3.5.1 Motor pulper.....	121
3.3.5.2 Calculo de protección de tablero TD2	125
3.4 Distribución y Balanceo de Cargas TD1.....	125
3.4.1 Sistema de Barramiento de Distribución de Energía para las Diferentes Maquinas. Del TD1 y TD2 Ilustrativo	126
3.5 Corrientes medidas con cargas reales de TD1	127
3.6 CALCULO DE LA PROTECCION PRINCIPAL TDG.	128
3.7 Dimensionamiento del sistema de aterramiento y puesta a tierra.	129
3.7.1 realizar las mediciones del terreno	129
3.7.2 CALCULOS PARA EL SISTEMA DE ATERRAMIENTO	130
3.7.2.2 Calcular el diámetro del conductor principal que conforma la malla de tierras de la formula.	130
3.7.2.3 calcular el número de electodos que como mínimo tendrá la malla de tierras con lo cual drenará con seguridad las máximas corrientes de falla atierra.	132
3.7.2.4 cálculos de las tensiones de paso y de contacto	132
3.7.2.5 Dimensionamiento para el sistema de aterramiento.....	134
CAPITULO IV: ANALISIS DE COSTOS.....	139

4.1 Análisis de costos.....	139
4.2 Costo de mano de obra directa e indirecta:	140
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	144
5.1 CONCLUSIONES	144
5.2 RECOMENDACIONES	145
5.3 ORDEN Y LIMPIEZA	146
CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	148
6.1 BIBLIOGRAFIA.....	148
ANEXOS.....	150

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Prototipo de un sistema de control	7
Figura 2 Ciclo del Proceso de reciclado de papel	10
Figura 3 Diagrama de Bloques de un Sistema lazo Abierto	13
Figura 5 Diagrama de bloques de un sistema de control retroalimentado y sus elementos	15
Figura 6. Obtención de la corriente alterna mediante la atracción electromagnética	24
Figura 7. El sentido de circulación de flujo de corriente eléctrica	25
Figura 8. Ecuaciones del flujo de corriente en función al voltaje	25
Figura 9. Flujo de corriente continua DC.....	26
Figura 10. Movimiento de flujo de cargas positivas y negativas en DC.....	26
Figura 11. La señal de la corriente rectificada en proceso	27
Figura 12. Representación de onda sinusoidal en sistema trifásico	28
Figura 13. Distribución la red monofásica y el semiciclo lineal compartido.....	29
Figura 14. Distribución de la red monofásica y el semiciclo de la onda sinusoidal	30
Figura 15. Partes de un circuito eléctrico.....	31
Figura 16. Símbolos eléctricos 	32
Figura 17. Ecuación de la potencia trifásica	33
Figura 18. Esquema de red trifásica para medir la potencia activa.....	34
Figura 19. Formula clásica de la potencia reactiva en fusión a la I y V	35
Figura 20. Formula clásica de la potencia activa en función de I yV	35
Figura 21 Formula clásica de potencia aparente en función de I y V	36
Figura 22. Grafica de la sumatoria de potencias	37
Figura 23. Pulsadores de control y mando	38

Figura 24. Tipos de contactos de control	39
Figura 25. Interruptor de seguridad de control manual.....	39
Figura 26. Contactos símbolo del relé de protección sobre corriente	41
Figura 27. Estructura física del relé de sobre corriente.....	41
Figura 28 Estructura física de contactor.....	42
Figura 29. Contactos de de automatización del contactor.....	42
Figura 30. Estructura física del temporizador	43
Figura 31. Símbolos contactos de relés temporizadores	44
Figura 32. Representación de contactos tipo de detectores.....	45
Figura 33 Símbolo contacto relé térmico de sobrecarga	46
Figura 34. Estructura física de relé térmico y sus contactos.....	47
Figura 35. Ilustración de la llave térmica.....	49
Figura 36. Ilustración de la llave termomagnético.....	50
Figura 37. Ilustración del disyuntor diferencial	50
Figura 38. Principio de la atracción electromagnética	53
Figura 39. Partes y estructura física de un motor eléctrico	54
Figura40. La polaridad magnética.....	59
Figura 41 Esquema basico de arranque directo.....	62
Figura 43 Esquema de arranque por auto transformador	66
Figura 44 Esquema de conexión de un variador frecuencia	67
Figura 45 Estructura de un tablero control y de mando	72
Figura 46 Estructura física y partes de un conductor.....	76
Figura 47 Símbolo del tiristor SCR.....	77
Figura 48 Símbolo del tiristor UJT	78

Figura 49 La resistencia eléctrica.....	79
Figura 50 Símbolo condensadores filtros.....	79
Figura 51 Símbolo diodo semiconductor	80
Figura 52 Símbolo diodo leds	80
Figura 53 Enlace básico de un PLCs.....	82
Figura 54 Estructura física de un micro PLCs	83
Figura 55 Diagrama Unifilar del Sistema de Distribución de Energía Propuesto	86
Figura 56 Esquema básico de distribución de energía, diagrama unifilar en ramificación	87
Figura 57 Ecuación 2 Corriente trifásica activa	91
Figura 58 Ecuación de la corriente nominal (In)	92
Figura 59 Vista frontal exterior del tablero eléctrico TD1 Y TD2	94
Figura 60 Estructura física interna del tablero y sus componentes	95
Figura 61 Esquema de circuitos de fuerza de C1 a C7	96
Figura 62 Diagrama del circuito de control TD1 (primeros 6 motores)	97
Figura 64 Parte externa del tablero posiciones de control mínimo	107
Figura 65 Estructura interna del abarramiento y sus componentes de distribución.....	110
Figura 66 Oscilador básico transistorizado UJT.	113
Figura 67 Circuito secuencial arranque de motores transistorizado	113
Figura 68 Circuito de fuerza y de control de motores C1, C2, C3 tarjeta.....	115
Figura 69 Esquema básico del micro plcs para el circuito de control TD2.	116
Figura 70 Circuito esquemático de fuerza y control bajo Ladder	117
Figura 71 Esquema de arranque de C7.C8, C9 del TD2.....	118
Figura 72 Esquemas de conexión estrella triangulo.....	122

Figura 73 Esquema de conexión estrella triangulo en borneras.....	123
Figura 74 Esquema abierto de circuitos de fuerza y mando de Y-triangulo.....	123
Fig. 75 Esquema de conexión física con elementos de control Y- triangulo.....	124
Figura 76 Esquema básico de distribución de cargas en el tablero con barra miento de cobre vista interior.....	127
Figura 77 Telurómetro (MEGUER) utilizado en la medición	135
Figura 78 Primera medición del terreno (MEGUER).....	135
Figura 79 Segunda medición del terreno (MEGUER).....	136
Figura 80 Medición ideal del terreno con el cual se realiza los cálculos para valores favorables	136
Figura 81 Acoplamiento de la jabalina a las perforaciones	137
Figura 82 Mescla de la bentonita, geo gel con tierra tratada	137
Figura 83 Conexión por soldadura HEXO TERMICA.....	138
Figura 84 Medida de la altura, lugar del aterramiento (vista lateral).....	138

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción y Especificación de Motores TD1	88
Tabla 2 Descripción y Especificaciones de Motores TD2	90
Tabla 3 Componentes adecuados TD1.....	112
Tabla 4 Componentes adecuados TD2.....	121
Tabla 5 Medición de la corriente real TD1	128
Tabla 6 Telurómetro mediciones (MEGUER)	130
Tabla 7 Datos de mediciones tomadas de la infraestructura de la empresa	134
Tabla 8 Diagrama de ubicación de las jabalinas a instalar.....	134

RESUMEN DEL PROYECTO

El proyecto “INSTALACION DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRICO PARA LA obtención

INDUSTRIA PAPELERA ANGORA” para la zona de Villa Ingenio de la ciudad de El Alto en la urbanizacion Nueva Asuncion distrito 5 esta orientado para cubrir el fucionamiento de las máquinas eléctricas en la parte de automatización como se indica en el planteamiento del problema, su funcion principal es de producir papel en sus diferentes marcas.

Se muestra los parametros necesarios para implementar una instalacion de esta naturaleza para dar cobertura a la produccion de papel reciclado, hasta la obtención del producto al mismo tiempo generar empleo a los mismos vecinos del lugar para tal cometido inicialmente se realiza un analisis de la situacion actual en cuanto a los temas de automatización y control electrico de motores y su fucionamiento en maquinas de papelería.

Se realiza un levantamiento de datos en la parte eléctrica, con respecto a la instalación anterior que se tenia, como el sistema de cableado, tipos de arranque, materiales y la forma de trabajo. La instalacion propuesta dara lugar al nuevo sistema de automatización de máquinas eléctricas dimensionadas en los dos tableros electricos con elementos de control adecuado según las normas Específicas de cada elemento electromecanico como indica en los objetivos.

El sistema de trabajo de control eléctrico emerge en dar nuevas opciones al empresario quien invierte su idea de incentivar a la produccion de papel, con una instalacion del sistema de control eléctrico , para tal efecto se desarrolla los cálculos para diferentes componentes de proteccion y mando que nos de mayor seguridad al operador y máquina, se realiza el diseño de implementar la instalacion de acuerdo a los parametros necesarios por normas como la NB 777 que son descritos en la justificacion aplicados en este proyecto.

Por ultimo se realiza un análisis económico para evaluar la factibilidad del proyecto presentado con cálculos técnicos que evaluen el mismo, para mejorar el rendimiento, proteccion, la durabilidad,del sistema de control hombre y maquina.

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. ANTECEDENTES

Desde el punto de vista técnico, el desarrollo de los motores eléctricos y su automatización hasta nuestros días, ha sido notable gracias a los avances logrados en muchos campos de la ingeniería de máquinas eléctricas, tales como nuevos conceptos de diseño, nuevos procesos de manufactura y nuevos materiales disponibles. Esto ha traído como consecuencia un mejor funcionamiento y una continua reducción en tamaño.

En lo que se refiere a la instalación de un sistema y Control de Motores Eléctricos, es un tema que ha adquirido gran importancia a partir de la automatización de los procesos industriales y de la incorporación cada vez más notoria de la electrónica y de la electrónica de potencia en el control de máquinas eléctricas.

Hoy en día en un ambiente típicamente industrial se pueden tener tecnologías convencionales (tales como los controles por relevadores y arrancadores magnéticos) combinados con tecnologías de expansión (tales como los controladores lógicos programables, los arrancadores de estado sólido) y nuevas tecnologías (como las fibras ópticas) operando todas en un sistema de manufactura, en donde se requiere programabilidad, expansibilidad, confiabilidad, mantenibilidad y versatilidad como factores de los sistemas de producción y que requieren de un conocimiento del equipo de control a nivel conceptual y de diseño.

Al hablar de instalaciones eléctricas industriales se propone y se da a conocer factores muy importantes como ser normas de seguridad, manejo de datos específicos en el área, ubicación de las máquinas, para que funcione de manera segura y óptima. en los documentos que integran el proyecto de instalación se toma como antecedentes (memoria, anexos, estudio básico de seguridad y salud, pliego de condiciones, presupuesto y planos) se describe, se valora y representa la instalación eléctrica a realizar.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema está centrado en la insostenibilidad de la instalación eléctrica actual que presenta la empresa “Angora” porque las maquinas carecen de sistemas de seguridad y protección respectivamente ya sean estos eléctricos o electrónicos, y la inseguridad en la manipulación de los equipos con riesgo

Angora es una industria que se dedica a fabricar papel en Bolivia especialmente en la ciudad de el alto en la urbanización (Nueva Asunción Villa Ingenio distrito 5), Al ser una industria nueva aún no cuenta con el sistema de control eléctrico adecuado en sus máquinas, por este motivo se realizó un estudio verídico a distancia, logísticamente carece de una buena protección de control en sus diferentes aspectos que no lo tiene.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Implementar una Instalación de un sistema de control eléctrico, que se adecue a las necesidades de la industria papelera “Angora” Por medio de la aplicación de tecnologías basados en conocimientos técnicos, teóricos, prácticos y cálculos para optimizar el funcionamiento de las máquinas, garantizando la estabilidad de los mismos que no presenten problemas al momento de la producción, porque esto generaría pérdidas económicas a la Empresa.

1.3.2. Objetivos Específicos

Con el presente proyecto se persiguen los siguientes objetivos específicos:

- Dimensionar los tableros eléctricos específicamente según la necesidad y medidas.
- Realizar el cuadro de cargas de los tableros TD1, TD2
- Diagnóstico y toma de datos de los motores eléctricos
- Proyectar un sistema de control manual y automático

- Seleccionar los distintos componentes eléctricos, electromecánicos electrónicos por normas para cada tablero
- Optimizar la operación del sistema mediante la automatización y control industrial según las necesidades
- verificar el rendimiento la capacidad, selección adecuada de las piezas por tablas.
- Realizar costos y presupuestos de los materiales que se han de emplear mediante cotizaciones y listas.
- Mejorar la calidad y uniformidad de la instalación como producto
- Aumentar la seguridad para el personal

1.4 JUSTIFICACION

1.4.1 Justificación social

La ciudad de El Alto se encuentra en etapa de crecimiento y la construcción de una nueva industria ayudará al fortalecimiento de esta ciudad ya que se podrá demostrar que si se puede abrir industrias.

La presente propuesta es importante porque con la construcción de esta nueva industria en la ciudad de El Alto, se dará espacio para beneficiar a los propietarios y empleados de la empresa ya que generará mas empleos directos e indirectos, esto ayuda al crecimiento no solo de la zona de villa ingenio si no también al crecimiento económico del país.

1.4.2 Justificación económica

La presente propuesta de instalación eléctrica de control eléctrico en la industria papelera “Angora” tendrá un costo de beneficio es decir que el valor de la instalación tiene un valor monetario ya que se encuentra equilibrado con el servicio que brindará, porque se pondrá los conocimientos técnicos adquiridos en la institución.

Económicamente hablando somos un país que solo consume, y no produce tecnología, ni productos que en consecuencia lleva al decrecimiento de la industria nacional, pero con

personal innovador, especialista en el área, se puede crear industrias, ayudando país a crecer económicamente ya que los ingresos que se obtiene por exportación de materia prima no serán lo mismo que los ingresos que se tendrán con un producto terminado listos para el consumo el crecimiento será mayor y podemos competir con los demás países de la región. Por esta razón es muy importante que los bolivianos empecemos a crear más industrias en el país.

1.4.3 Justificación técnica

El presente proyecto tiene la finalidad de resolver el problema que tiene la industria papelera al no contar con una instalación eléctrica adecuado, para la implementación se aplicaran conocimientos técnicos acorde a la tecnología bajo normas de seguridad.

Las instalaciones eléctricas para estas empresas requieren de, planificación e implementación que se adecuen a las necesidades específicas de cada proceso, llevado adelante por personal idóneo, especializado en el área eléctrica y/o electrónica, de manera experimental maneje todos los recursos de aplicación en montaje de maquinaria electromecánico a instalarse en un espacio justificado según las necesidades empresariales.

1.5 DELIMITACION

El proyecto se desarrollará en la zona de villa ingenio en la parte norte de la ciudad de El Alto rodeada por las zonas Tahuantinsuyo, la parte de abajo de la zona de rio seco, específicamente el diseño de la instalación estará limitado por las tecnologías en automatización del mismo lugar y el medio, a la que se encuentran todo dependiendo del factor económico e ingresos que pueda tener la empresa que está en montaje de maquinaria y ampliación. lo cual repercute en el avance del proyecto de instalación. por lo general por ser empresa nueva la delimitación siempre está en la economía de los propietarios.

1.6 METODOLOGIA

1.6.1 Método Deductivo “Explicativo Experimental”

La metodología a usar en este proyecto es la metodología Experimental por ser practico, que induce a las relaciones causa y efecto, describe y aplica los parámetros para acercarse a la solución del problema en nuestro caso tecnológico y se basa en diseños experimentales y no experimentales, realizados en montajes de maquinarias electromecánicas.

Para realizar el proyecto primero se describirá la realidad de los servicios de montaje en automatización en instalaciones eléctricas en nuestra Ciudad del Alto. Y en específico en la zona de villa ingenio. Con los servicios de instalación en Baja y media Tensión que ofrecen algunas empresas, así como su funcionamiento en la actualidad, la cual tiene varias limitantes lo más importante para todos los que invierten en este tipo de proyectos es la parte económica

Posteriormente veremos los funcionamientos de nuevos sistemas de automatismos los cuales son necesarios para entender el funcionamiento de los circuitos eléctricos en corriente alterna y corriente continua, como es el caso de control de máquinas eléctricas.

Realizaremos una explicación de los parámetros necesarios que se deben tomar en cuenta a la hora de realizar para el Diseño de este tipo de instalaciones con tecnología ABB, Telemecanique, de equipos de control y maniobra.

A su vez y para finalizar explicaremos los aspectos económicos del proyecto los cuales representan la factibilidad de realizar este trabajo como también darle valor, comparativo con respecto a la implementación de automatismos de fuerza y control de máquinas eléctricas como es el caso de motores.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 FUNDAMENTOS DE UN SISTEMA DE CONTROL ELECTRICO

2.1.1 Introducción

La palabra control significa gobierno, mando, regulación, es decir el poder de establecer acciones deseadas. En el caso del control de motores significa accionar estos en momentos y de forma determinada para ejecutar trabajos productivos, de la forma más lógica, ordenada y segura posible. Para controlar motores necesitamos una serie de aparatos e instrumentos que cableados de forma adecuada nos permitan arrancar, parar, invertir, variar su velocidad, etc., en una forma segura y eficiente. A este conjunto de elementos los conocemos como sistemas de control. Es bueno recordar que debe existir un proceso para la cual diseñamos y construimos el Sistema de Control, es decir la unidad de producción. El control debe adecuarse a la unidad de producción.

Es bueno recordar que debe existir un proceso para la cual diseñamos y construimos el Sistema de Control, es decir la unidad de producción. El control debe adecuarse a la unidad de producción.

Los elementos de potencia son los que regulan la energía entregada al proceso y ejercen fuerzas, potencias, empujes, etc., sobre la materia prima y así lograr el producto final. En nuestro caso estos elementos son los motores, pero pudieran ser otros elementos como resistencias, brazos neumáticos o hidráulicos, etc.

Los elementos de control son los encargados lograr la interacción entre los elementos de potencia y el proceso en sí, de tal manera que este último se realice de manera lógica y ordenada.

Clasificación de los sistemas de control. De acuerdo a la manera de realizar las funciones de control, estos se pueden clasificar de la manera siguiente: Control manual, control semiautomático y control automático.

Control manual: En este todas las funciones de mando y regulación son tomadas por el operario del proceso. Este tipo de control fue el primero empleado en el inicio de la era industrial y en la actualidad queda restringido a pequeñas plantas procesadoras.

Control semiautomático: En este tipo las funciones de mando son tomadas por el operario como por el propio circuito de control. El operario introduce una orden y el sistema decide si lo ejecuta o no de acuerdo a la situación del proceso. Este tipo de control es el más extendido en la actualidad en nuestro país a nivel de empresas de producción de mediana complejidad. En este caso el operador toma las decisiones más importantes y las decisiones inherentes al proceso en si las toma el circuito de comando. Esta variedad de control es de mediana complejidad en cuanto a su mantenimiento y reparación y requiere de personal técnico calificado y versátil.



Figura 1 Prototipo de un sistema de control

Fuente: sistemas de automatización Jaume Jutglar I Banyeres

Control automático: En este caso las funciones de mando son tomadas por un circuito de control, sin intervención de operadores humanos. A este nivel de control se ha llegado gracias a los avances tecnológicos en el área de la electrónica, instrumentación y la mecánica. (Algunos autores le llaman mecatrónica). En los países altamente industrializados este tipo de control se ha ido extendiendo y al menos en parte también a

algunos países medianamente industrializados, como en Latino América. Esta modalidad de control es bastante eficiente y compleja y requiere de personal técnico altamente calificado.

2.1.2 Historia de la Industria Papelera en Bolivia

LA PAPELERA S.A. nace el año 1930 como negocio universal, en consecuencia, a la inspiradora idea del Joven Empresario alemán Johnny Van Bergen Huitz, quien, guiado por su visión emprendedora, su confianza y su amor por Bolivia, a al que llamaba su patria de corazón, la establece bajo el rotulo comercial de “la Papelera De Johnny Van Bergen”.

A partir del año 1982, después de la muerte de su fundador, LA PAPELERA S.A., debe soportar una profunda crisis producto de la hiperinflación y falta de divisas propias del país en ese periodo ; sin embargo , aun así , decide invertir en la construcción de una nueva planta de cartón corrugado y sacos de papel en la ciudad del alto , la paz, modernizando la maquinaria existente y posesionándose , hasta hoy , como la industria con mayor presencia en el país en este tipo de productos .

Entre los desafíos más importantes planteados para los próximos años está el potenciamiento de las unidades industriales sobre la base de la reinversión sistemática en equipamiento, maquinarias y sistemas de control automatizados, además de la exploración de los nuevos rubros, como acciones que permitan mantener los más altos niveles tecnológicos y de calidad, además de consolidar el liderazgo en el mercado.

LAPAPELERA S.A. es una de las empresas con mayor tradición en Bolivia Ha logrado por más de 80 años con un papel protagónico en el mercado y en la sociedad boliviana, es una empresa que crece en el país y en su futuro, por tal razón, invierte en y sigue siendo parte de su desarrollo con la perspectiva del nuevo siglo.

Tomando en cuenta las características anteriores de la papelería En Bolivia se procede que. La empresa “Angora” S.R.L. Es una fábrica de reciclaje de papel.

Actualmente funciona en la Zona Villa Ingenio Urbanización Nueva Asunción Avenida Puseña No 1880 en el distrito 14 De la ciudad del alto.

En la actualidad tiene una instalación eléctrica que funciona de manera deficiente, e inapropiada los mandos de control están instalados de forma artesanal, sin considerar las normas de seguridad industrial, la selección de equipos de protección deficiente, y algunos cálculos previstos de manera provisional.

Para realizar ciertas instalaciones se deben conocer factores muy importantes como es el caso de las normas de seguridad, DIN la norma americana y otros como la norma boliviana NB 148007 de materiales y sistemas de puesta a tierra y la NB777 de instalaciones eléctricas, de manejo de datos específicos en el área, ubicación de máquinas para que funcionen de manera segura y óptima.

La instalación del sistema de control eléctrico es muy importante porque permite el control de las máquinas, sin contacto directo con el operario, los mismos se encargan de operar las maquinas desde los tableros eléctricos.

El proyecto de grado será elaborado con el fin de proveer energía eléctrica adecuada que se encarga de hacer funcionar las maquinas electromecánicas, técnicamente que sean algo fiable, para el correcto funcionamiento de la industria de papel, de modo que la producción sea sostenible en el tiempo y no tenga problemas de ninguna naturaleza.

La visión a futuro de la industria papelera angora es ingresar al mercado boliviano con un nuevo producto de calidad hecho en la ciudad del alto en cuestión de papelería y sus derivados.

En la siguiente figura se puede observar que la industria PAPELERA ANGORA utilizara papel reciclado para la producción del papel higiénico reduciendo la contaminación que tenemos en nuestro país, de esta manera absorbe material desechado en el mercado lo cuales es transformado en otra para su uso.

³<https://es.wikipedia.org/wiki/procesosindustriales.com/aprender>



Figura 2 Ciclo del Proceso de reciclado de papel

Fuente: Control Básico de Procesos José Acedo Sánchez

2.1.3 Características Generales de Instalaciones Eléctricas Industriales

Toda instalación eléctrica debe respetar determinadas normativas para garantizar la seguridad de las personas, la preservación del medio ambiente y reducir a la mínima expresión los posibles accidentes que se pudieran desencadenar.

Las precauciones y medidas de seguridad deben extremarse cuando de industrias y fábricas se trata, ya que aquí se pone en juego, principalmente la vida de los trabajadores, pero además se corre el riesgo de paralizar los procesos productivos, redundando esto en pérdidas económicas cuantiosas.

Lo anteriormente descrito se evita realizando mantenimientos preventivos de forma periódica por parte de personal calificado en la materia.

Las instalaciones eléctricas industriales, debido a la gran infraestructura que conllevan, necesitan contar con características técnicas determinadas y garantías de seguridad concretas, esto es, deben ser capaces de hacer frente a averías, cortocircuitos o sobrecarga de energía.

Pero lo más importante de esto es que el proyecto eléctrico debe ser llevado a cabo por un técnico especializado y calificado en la materia.

Esto es de suma importancia, ya que el diseño del proyecto eléctrico debe considerar factores tales como las dimensiones de las instalaciones, la ubicación de los equipos y la demanda energética, entre otros. Generalmente, las instalaciones eléctricas de dichas compañías son ejecutadas por empresas instaladoras autorizadas, que deben inmediatamente comunicar al técnico diseñador del proyecto en caso que se detectaran errores o defectos al realizar la instalación, a los efectos de poner remedio de manera expeditiva.

Una vez terminadas las instalaciones eléctricas, un inspector verificará el correcto funcionamiento de las mismas.

Una vez aprobada la verificación por parte del inspector, a la empresa suministradora puede realizar asimismo las correcciones o ajustes que considere pertinente, contando con la facultad de paralizar el funcionamiento de las instalaciones en caso de creerlo necesario, si esto pusiera en riesgo la vida de las personas y la integridad del edificio.

En cuanto a la normativa de seguridad con la que deben contar las instalaciones eléctricas de industrias, la misma debe ser estricta, debido a la presencia de maquinarias, motores, cables, operarios, que obliga a maximizar los controles para el estricto cumplimiento de las medidas de seguridad.

Motores y maquinarias: los mismos deben ubicarse dentro de las instalaciones de la fábrica o industria que se trate guardando una distancia prudencial y reglamentaria, con el objeto de evitar que se produzcan accidentes cuando los mismos entren en funcionamiento. Los materiales inflamables deben ubicarse lejos.

Conductores: los cables que se utilicen en la instalación eléctrica deben respetar los estándares mínimos de calibre o sección, aislamiento y capacidad de carga.

Interruptores automáticos: son uno de los elementos más utilizados en instalaciones eléctricas industriales por su capacidad de protección de sobre corriente, falla a tierra y cortocircuito, con lo cual resulta primordial utilizar materiales certificados.

2.1.4 Sistema de control

Un Sistema Control es un conjunto de dispositivos encargados de administrar, ordenar, dirigir o regular el comportamiento de otro sistema, con el fin de reducir las probabilidades de fallo y obtener los resultados deseados. Por lo general se usan sistemas de control industrial en procesos de producción para controlar equipos y máquinas.

Existen dos clases comunes de Sistemas de control, sistemas de lazo abierto y sistemas de lazo cerrado. en los sistemas de lazo abierto la salida se genera dependiendo de la entrada, mientras que en los sistemas de lazo cerrado la salida. Depende de las consideraciones y correcciones realizadas por la retroalimentación. Un sistema de lazo cerrado es llamado también sistema de control con realimentación.

El objetivo de un sistema de control es gobernar la respuesta del sistema controlado sin que deba intervenir directamente un operario sobre los elementos de salida. El operador manipula solamente las magnitudes de salida deseadas a ese sistema, llamadas consignas y el sí tema de control se encarga de gobernar por medio de los accionamientos o actuadores correspondientes.

Todo lo que está a nuestro alrededor está relacionado con el control, inclusive las actividades cotidianas, ya que siempre se tiene necesidades que cubrir. Por ejemplo: para conducir un automóvil, se requiere poder manipular la velocidad del motor; ya que, de no ser así, pprácticamente hubiera muchos accidentes automovilísticos y no sería viable viajar en él.

Por otra parte, todos formamos parte de un determinado sistema. Por ejemplo, la naturaleza, el universo y el mismo ser humano. Un sistema está definido como el conjunto de elementos interrelacionados entre sí para cumplir un fin común.

Por lo tanto, teniendo en cuenta que un sistema es un conjunto de elementos relacionados entre si para realizar un fin común y que control prácticamente significa a la manipulación de ciertas variables para lograr satisfacer una necesidad, un sistema de control sería el conjunto de elementos interconectados entre sí para lograr la manipulación de ciertas variables con el fin de satisfacer una necesidad específica.

Así mismo, los sistemas de control pueden ser clasificados como sistemas de control en lazo abierto y sistemas de control en lazo cerrado, según sea su diseño y su funcionalidad requerida.

2.1.4.1 SISTEMA DE CONTROL EN LAZO ABIERTO

Al sistema de control en el cual la salida no afecta la acción de control se denomina sistema de control en lazo abierto. En otras palabras, en un sistema de control en lazo abierto no se mide la salida ni se realimenta para compararla con la entrada; por lo tanto, a cada entrada de referencia le corresponde una condición operativa fija; dando como resultado que la precisión del sistema depende de la calibración.

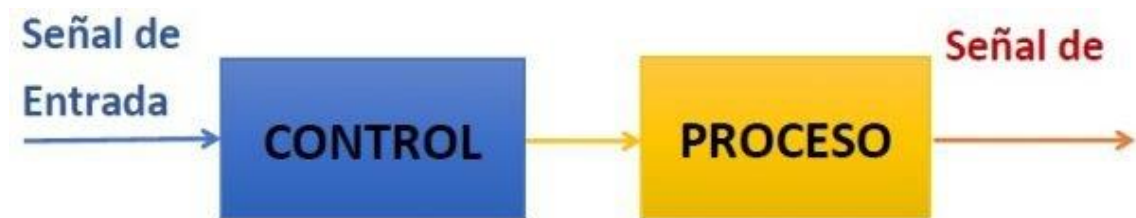


Figura 3 Diagrama de Bloques de un Sistema lazo Abierto

Fuente: Sistemas de Control Moderno Richard C. Dorf

La figura 2.3 muestra un sistema de control a lazo abierto, en cuyo diagrama se muestra como únicamente existen dos señales (de entrada y salida) interrelacionados entre sí, pero sin haber un lazo de retroalimentación que compare la señal obtenida después del proceso con la de la entrada.

2.1.4.2 SISTEMA DE CONTROL EN LAZO CERRADO

En un sistema de control en lazo cerrado, se alimenta al controlador con la señal de error de actuación, el cual es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de realimentación (que puede ser la señal de salida misma o una función de la señal de salida y sus derivadas y/o integrales), a fin de reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor conveniente.

⁵Richard. moderno ingeniero alemán (1844-1929) sistemas de control

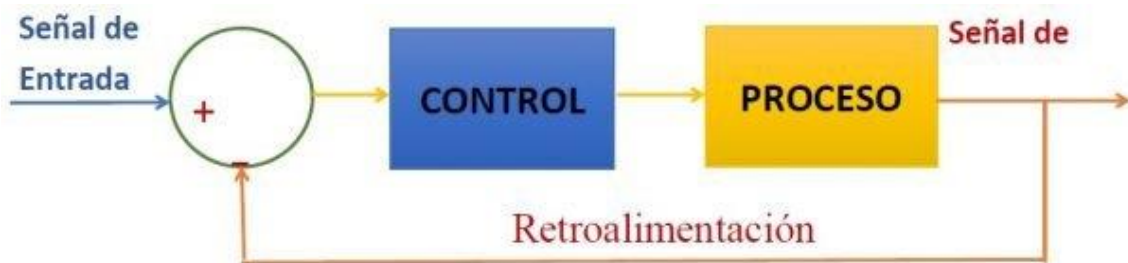


Figura 4 Sistema de Control en Lazo Cerrado

Fuente: Sistema de Control Moderno Richard C. Dorf

2.1.4.3 COMPONENTES DEL SISTEMA DE CONTROL

En la industria ha tomado gran relevancia la aplicación del control automático de procesos ya que este permite mantener controladas ciertas variables como la temperatura, la humedad, la viscosidad, la presión, entre otras. mantener estas variables estables es el objetivo.

Del sistema de control. Cuyos elementos básicos son los siguientes:

- Transductor (Sensor / Transductor)
- Controlador
- Actuador

La importancia de estos componentes radica en que estos realizan las tres operaciones básicas que deben estar presentes en todo el sistema de control; estas operaciones, respectivamente son:

1. **Medición:** la medición de la variable que se controla se hace generalmente mediante la combinación de sensor y transductor.
2. **Decisión:** con base en la medición, el controlador decide que hacer para mantenerla variable en el valor que se desea.
3. **Acción:** como resultado de la decisión del controlador se debe efectuar una acción en el sistema, generalmente esta es realizada por el elemento final de control.

Estas tres operaciones son forzosas para todos los sistemas de control. La toma de decisión puede realizarse con un sistema de control en lazo abierto o en lazo cerrado.

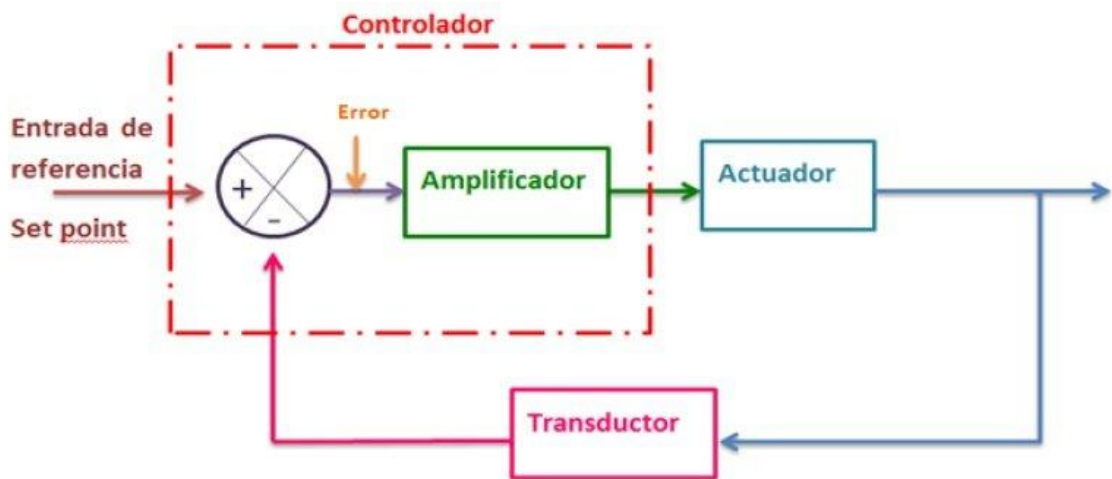


Figura 5 Diagrama de bloques de un sistema de control retroalimentado y sus elementos.

Fuente: Control de Sistemas Discretos (Piedrafita Moreno. Ingeniería de Automatización).

|La figura 2.5 muestra el diagrama de bloques de un sistema de control en lazo cerrado donde se tiene una entrada de referencia. Cuando esta señal entra al sistema, el controlador comienza a comparar la señal de salida con la entrada de referencia.

Cuando la señal de salida no es la deseada, entonces se genera una señal de error que propicia una “acción de control”. Para realizar la acción de control, se provee una señal de control, que por lo general es de potencia baja y por ello se requiere amplificar o adecuar. una vez que se transmite la señal al actuador, este acciona una función que genera un efecto sobre el proceso; teniendo como consecuencia una señal en el Transductor

El Transductor produce esta señal y nuevamente se tiene la medición de la variable física en la entrada de referencia, la cual se vuelve a comparar para verificar que no exista una desviación; en caso de presentarse una señal de error, el ciclo se repite.

2.1.4.3.1 ACTUADOR

El actuador es un dispositivo que transforma la energía hidráulica, neumática o eléctrica para realizar una función que genera un efecto sobre un proceso. El Actuador recibe señal desde un controlador y en fusión a ella activa un elemento final de control; por ejemplo, una válvula.

Existen principalmente distintos tipos de actuadores según el tipo de señal de control que se emplee, entre ellos.

1. **Eléctricos.** En este actuador, su principal señal de control es la energía eléctrica
2. **Neumáticos.** La señal de control de este tipo de actuar es el aire.
3. **Hidráulicos.** La señal de control es un fluido, normalmente algún tipo de aceite mineral
4. **Electrónicos.** La electrónica de potencia permite controlar la alimentación de otros equipos, la velocidad y el funcionamiento de máquinas eléctricas, con el empleo de dispositivos electrónicos, tales como los semiconductores.

2.1.4.3.2 TRANSDUCTOR

El transductor es un dispositivo que transforma el efecto de una causa física, como la presión, la temperatura, la dilatación, la humedad, etc. en otro tipo de señal. Es decir, este dispositivo toma una variable de entrada y produce una salida de otra naturaleza

Los transductores se clasifican por dos funciones:

a) En función de sus características estructurales:

- Directos: Se colocan directamente en contacto con el punto cuya variable se va a medir.
- Indirectos: Se sitúan alejados del punto de medición, pero se comunican con este mediante una línea de transmisión con una terminal situada en el espacio cuya variable deseamos medir

b) En función de su comportamiento:

- Activos: los transductores activos son aquellos transductores que no requieren suministro de energía para operar.
- Pasivos: los transductores pasivos son aquellos transductores que si requieren suministro de energía para operar.

2.1.4.3.3 CONTROLADOR

En la industria se utilizan controladores cuya función es compara una variable de proceso medida de una causa física con un valor de referencia de entrada, de determinar la desviación y es producir una señal de control que reduce es el error a valor aproximado a cero.

La manera en la cual el controlador ejecuta la señal de control se denomina acción de control. El controlador detecta la señal de error, generalmente dada en un nivel de potencia muy bajo, y la amplifica a un nivel lo suficientemente alto. La salida de un

controlador alimenta a un actuador. Se clasifican se realiza según sea su acción de control.

De dos posiciones o acción de encendido- apagado. En este tipo de control en lazo cerrado la acción de control puede tomar una de las dos posiciones en relación al error, abierto o cerrado, con una alta impedancia.

2.1.5 Factores que Intervienen en un Sistema Automatizado

El medio ambiente en sus diferentes manifestaciones es tomado como estudio de factibilidad, para acceder a ciertos mecanismos, donde en el Lugar, estará centrado toda una maquinaria de producción, para diferentes Trabajos, más aún en sistemas de control eléctrico, la humedad, el polvo, el espacio reducido y otros, finalmente la parte económica. Son tomados muy en cuenta para realizar una actividad de este rubro.

En nuestros días, la automatización es un proceso esencial para alcanzar un buen nivel de competitividad en la industria manufacturera. La capacidad de producción automática no solo asegura tareas eficientes, sino que representa flexibilidad, confiabilidad en los procesos de trabajo, así como una clara línea costo-beneficio.

Si bien es necesario considerar diversas situaciones según el tipo de producción, existen 7 factores básicos, para asegurar el buen desarrollo de un proyecto de automatización son.

Justificar una automatización

Los beneficios de los procesos automatizados son innegables, sin embargo, no siempre son adecuados para las tareas de una empresa. Es necesario verificar si efectivamente se percibirá una reducción en errores humanos, un aumento en producción y si los productos finales tendrán una mejor calidad y precisión.

Tecnología necesaria

En la actualidad es posible emplear sistemas cableados para conectar diversos componentes entre sí. La otra opción es utilizar sistemas programados, mucho más

complejos que incluyen microprocesadores, computadoras industriales, CNC, control de robot, entre otros.

Inversión

La automatización puede ser un proceso de amplia inversión económica, por lo que es necesario analizar los recursos disponibles. Es importante considerar el tamaño de la empresa y la proyección costo-beneficio que sería posible obtener.

Equipo humano

Automatizar procesos conlleva capacitar a un equipo de trabajo para operar sistemas de alta complejidad, así como evaluar si existe o no el riesgo de eliminar mano de obra que no esté propiamente entrenada o que pueda ser sustituida por la misma automatización.

Grado de automatización

Las diferentes tecnologías que pueden emplearse en el proceso de automatización van desde la simple verificación hasta tareas semiautomatizadas hasta la programación automática completa. Dependerá de cada proyecto determinar este grado.

Alcance de automatización

El potencial real de una implementación puede observarse en el nivel que alcanza. A nivel operación se limita a dispositivos mecánicos, así como a nivel maquinaria. Es posible establecer un nivel por proceso para determinar pasos en la elaboración de un producto final o, un nivel integrado, fusionando todos los elementos en una producción.

Beneficios directos de la automatización

Para la mayoría de las empresas, la automatización es inevitable. Es vital considerar los beneficios potenciales que puede ofrecer, como la reducción en tiempos de trabajo, nuevos mercados e ingresos y el desarrollo de una nueva garantía de calidad gracias a mejores en sistemas de producción.

2.1.6 Ventajas e inconvenientes en un sistema de instalación de control eléctrico

A la hora de decidir si automatizamos o no un proceso industrial, o si esta automatización será parcial o total, debemos tener en cuenta diferentes indicadores. Esto es especialmente crítico cuando no se trata de una empresa de gran tamaño, ya que el impacto de las decisiones se hace notar más.

Aunque cada empresa es diferente y tiene sus particularidades, los procesos industriales se pueden adaptar a cada una para cumplir con el mínimo detalle las especificaciones técnicas.

La automatización industrial, al igual que la domótica para el hogar, es un gran avance para la evolución de la industria, ya que permite reducir costos y mejorar.

La producción sin la participación humana. Es muy popular esta automatización en el caso de las casas inteligentes y la incorporación de sistemas domóticos con el fin de hacer la vida más fácil a los usuarios, y es este tipo de tecnología inteligente es la que también es fundamental para muchas empresas hoy en día.

2.1.6.1 las Ventajas de la automatización en un sistema control eléctrico industrial

Los sistemas de automatización en electricidad industrial otorgan enormes ventajas a la producción, sobre todo en grandes empresas con importantes volúmenes de producción. La reducción de costes es un estupendo beneficio al integrar soluciones o procesos de automatización industrial en una empresa con máquinas y sistemas automatizados, ya que permiten agilizar el trabajo, el tiempo y por tanto el dinero.

Mejora visiblemente productividad puesto que los sistemas y tecnologías que permiten automatizar los procesos industriales mejoran las tasas de producción, ya que no existen tantos errores y las tareas se pueden repetir de forma constante las 24 horas del día. Se produce en masa y se tiene un mayor control sobre la producción. Se pierden factores humanos como el cansancio o los despistes.

Se puede generar una producción de alta calidad ya que la automatización inteligente en electricidad industrial permite que el trabajo se efectúe sin errores y sin tiempos muertos; lo que se traduce en una producción de alta calidad gracias al control del proceso en todas las etapas. Existe también una mayor rapidez y control de procesos puesto que la automatización disminuye la necesidad de controlar manualmente las fases del proceso, y se introducen sensores en los dispositivos industriales que monitorizan en tiempo real todos los datos del proceso.

La automatización inteligente en electricidad industrial aporta mayor seguridad ya que se traduce en mayor fiabilidad y comodidad para todos los empleados, puesto que el trabajo queda en manos de robots industriales, el personal no tiene que enfrentarse a condiciones de trabajo peligrosas. Es una gran tranquilidad para los colectivos de trabajadores.

Proporciona una mayor flexibilidad, los robots industriales que funcionan gracias a la automatización inteligente en electricidad industrial pueden programarse para realizar cualquier tipo de tareas, lo que se traduce en una mayor flexibilidad en los procesos de producción.

Se disminuye la producción de la contaminación ya que, con la automatización inteligente en electricidad industrial, el impacto ambiental de la compañía se reduce notablemente. Existe una importante ventaja competitiva: los beneficios que aporta la automatización industrial permiten ofrecer productos de calidad en menor tiempo; esto se traduce en una notable ventaja competitiva.

En si podemos enumerar las principales ventajas de la automatización industrial para su mejor comprensión como sigue.

- Repetición permanente

En los procesos ya depurados, este se repite continuamente sin alteraciones ni fallos, lo que permite producir de forma ininterrumpida con una disponibilidad 24 h. Esta ventaja

es especialmente interesante en empresas con una marcada estacionalidad en la producción, que presenta incrementos muy marcados.

➤ Niveles de calidad óptimos

La automatización permite ejecutar los procesos con un nivel de precisión mucho más elevado que en un proceso manual. Las medidas, pesos o mezclas se calculan con la mínima unidad. Además, no se producen tiempos muertos ni interrupciones por errores o cambios en el proceso.

➤ Ahorro de costes

Una vez automatizado un proceso, se necesita menos personal de base en la cadena de producción. Por otra parte, la automatización aumenta la eficiencia energética y de uso de materias primas. Así, se reducen los costes asociados a suministros y stock.

➤ Tiempo de producción

Dada la eficiencia y precisión del proceso automatizado, se reduce significativamente el tiempo de producción.

➤ Seguridad del personal

Se incrementa la seguridad del personal, especialmente en procesos que incluyen grandes pesos, temperaturas elevadas o entornos peligrosos (con productos químicos nocivos, radioactivos...).

➤ Producción más flexible

La automatización permite adaptar el producto a las características y requerimientos específicos de cada empresa. Además, permite realizar tareas imposibles de llevar a cabo de forma manual.

- Mejora del flujo de datos

Se produce una mejor integración en las redes de comunicación de datos, lo que permite reducir el tiempo de reacción ante cambios o alteraciones en la producción, así como tomar decisiones más precisas.

- Ventaja competitiva

Todo lo expuesto aumenta la competitividad en el mercado, ya que se puede dar una mejor respuesta a las necesidades de este, ofrecer productos de mejor calidad en menor tiempo, reaccionar de forma más rápida y flexible a los cambios.

2.1.6.2 Desventajas de un sistema de control eléctrico

- Personal especializado

El personal necesario para gestionar procesos automatizados es más especializado, por lo que puede ser más difícil de encontrar y más caro de contratar.

- Coste de la inversión

Para algunas empresas, el coste inicial de la inversión puede percibirse como elevado, si no tienen en cuenta el ROI.

- Dependencia tecnológica

En función del proveedor escogido, y dada la elevada especialización de alguna maquinaria, la empresa puede verse ligada por contratos de mantenimiento o necesidades de desarrollo específicas.

- Obsolescencia tecnológica

En cualquier tipo de industria existe el riesgo de obsolescencia, por lo que el proyecto inicial debe tener en cuenta la amortización de la inversión y el ROI, entre otros factores.

2.1.6.3 Tipos de corriente eléctrica

a) Corriente alterna.

Se denomina corriente alterna (abreviada CA en español y AC en inglés), la cual tiene la particularidad de cambiar de magnitud y sentido de manera periódica. La forma de oscilación de la corriente alterna más comúnmente utilizada es la de una oscilación senoidal, puesto que se consigue una transmisión más eficiente de la energía. Sin embargo, en ciertas aplicaciones se utilizan otras formas de oscilación periódicas, tales como la triangular o la cuadrada.

Utilizada genéricamente, la CA se refiere a la forma en la cual la electricidad llega a los hogares y a las empresas. Sin embargo, las señales de audio y de radio transmitidas por los cables eléctricos, son también ejemplos de corriente alterna.

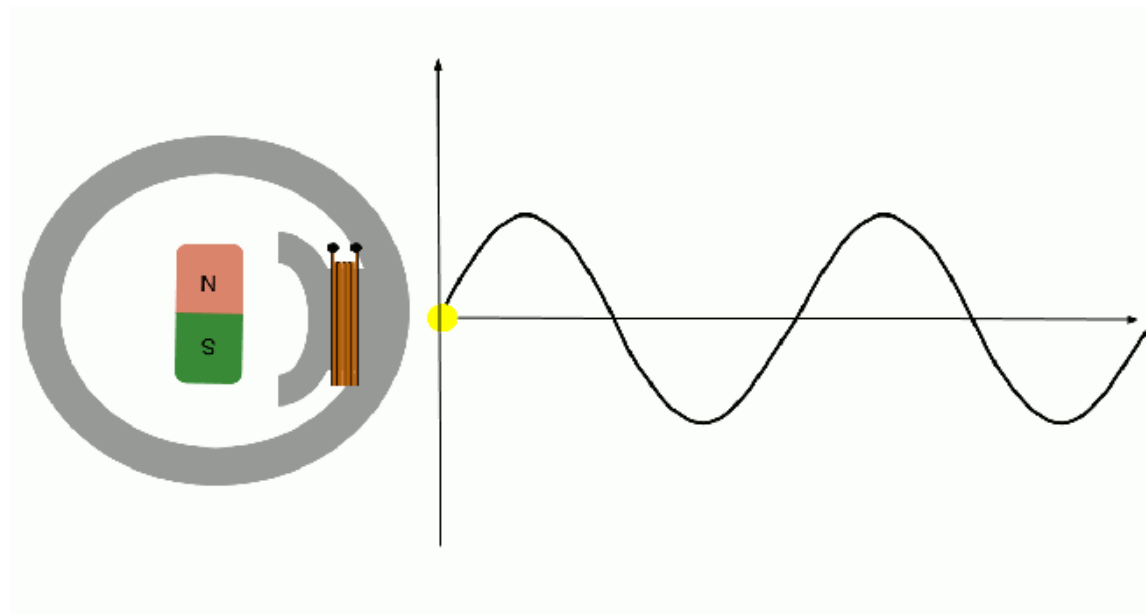


Figura 6. Obtención de la corriente alterna mediante la atracción electromagnética polarizado “N y S” con señal de onda sinusoidal

Fuente: Fundamentos de física Electricidad Magneticé. Hernández Albaro y Tobar

El sentido de la circulación del flujo de corriente que se da mediante un conductor en función al voltaje y vs tiempo en la onda que se ve, para dar las ecuaciones siguientes.

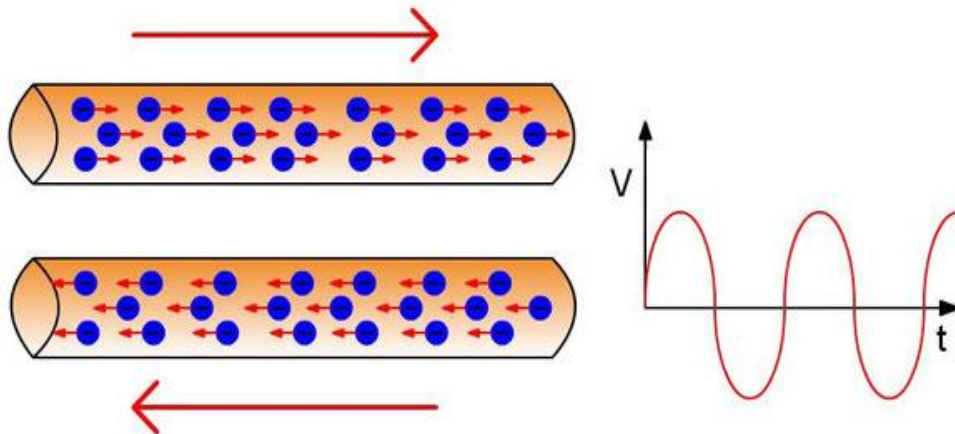


Figura 7. El sentido de circulación de flujo de corriente eléctrica

Fuente: Fundamentos de física Electricidad Magneticé. Hernández Albaro y Tobar

$$i(t) = i_o \text{sen } \omega t$$

$$V(t) = V_o \text{cos } \omega t$$

Figura 8. Ecuaciones del flujo de corriente en función al voltaje

Fuente: Fundamentos de física Electricidad Magneticé. Hernández Albaro y Tobar

b) Corriente Continua

La **corriente continua o corriente directa** (CC en español, en inglés DC, de *Direct Current*) es el flujo continuo de electrones a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial. A diferencia de la corriente alterna (CA en español, AC en inglés), en la corriente continua las cargas eléctricas circulan siempre en la misma dirección (es decir, los terminales de mayor y de menor potencial son siempre los mismos). Aunque comúnmente se identifica la corriente continua con la corriente constante (por ejemplo,

la suministrada por una batería), es continua toda corriente que mantenga siempre la misma polaridad.

También se dice corriente continua cuando los electrones se mueven siempre en el mismo sentido, el flujo se denomina corriente continua y va (por convenio) del polo positivo al negativo.

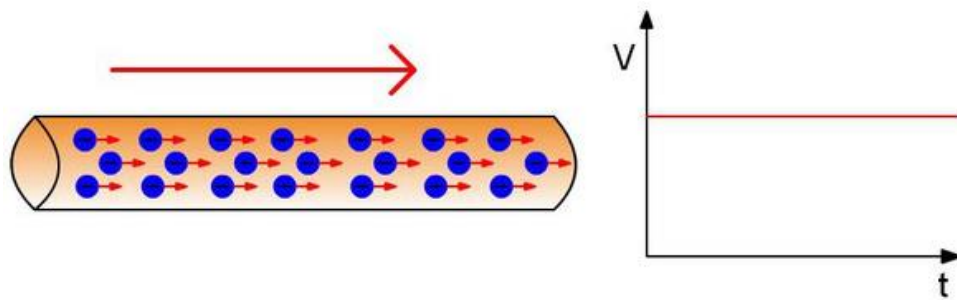


Figura 9. Flujo de corriente continua DC.

Fuente: Fundamentos de física Electricidad Magneticé. Hernández Albaro y Tobar

c) Corriente real y convencional

La corriente convencional establece que una carga negativa que se mueve en cierto sentido, equivale a una carga positiva de igual valor, que se mueve en sentido contrario. Lo anterior permite establecer que una carga negativa en movimiento siempre deberá imaginarse como una carga positiva que se mueve en sentido contrario.

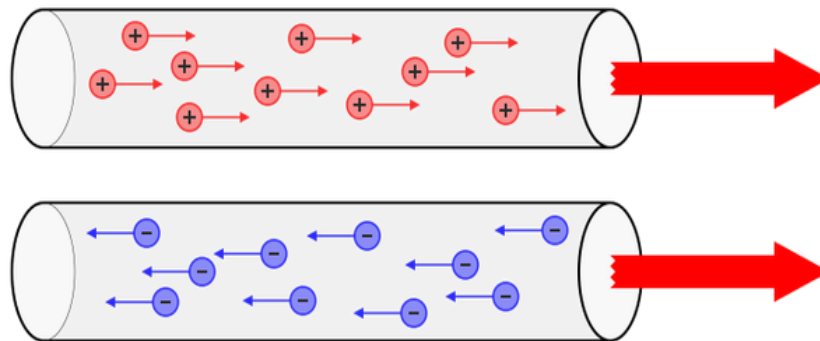


Figura 10. Movimiento de flujo de cargas positivas y negativas en DC.

Fuente: Fundamentos de física Electricidad Magneticé. Hernández Albaro y Tobar

d) Corriente Rectificada

En electrónica, un rectificador es el elemento o circuito que permite convertir la corriente alterna en corriente continua, aunque también son llamados diodos. Esto se realiza utilizando diodos rectificadores, ya sean semiconductores de estado sólido, válvulas al vacío o válvulas gaseosas como las de vapor de mercurio.

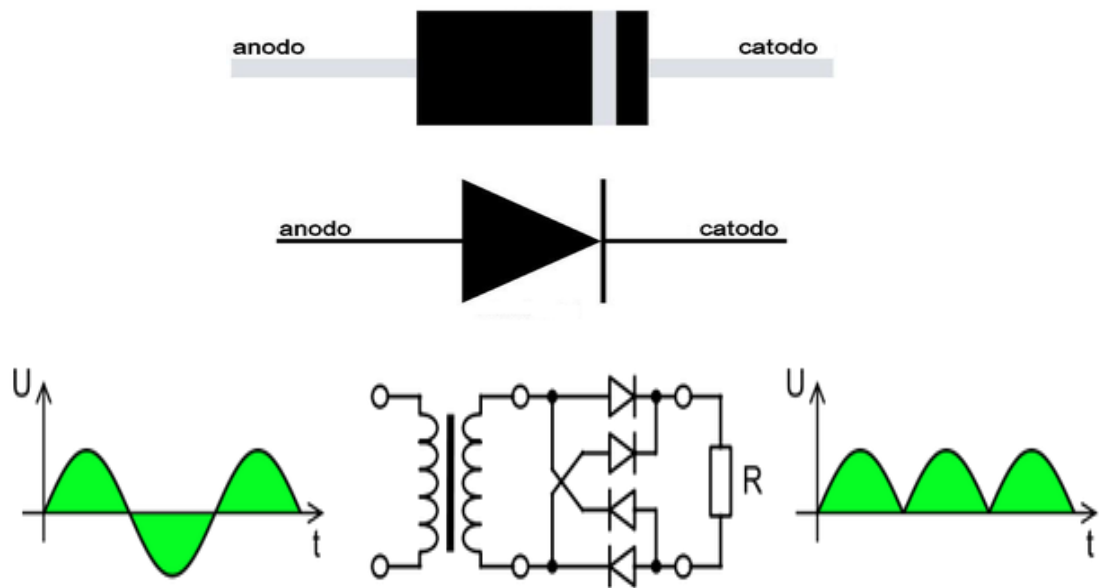


Figura 11. La señal de la corriente rectificada en proceso

Fuente: Fundamentos de física Electricidad Magneticé. Hernández Albaro y Tobar

e) Corriente trifásica.

La corriente trifásica es la forma de electricidad más comúnmente generada y consiste en tres corrientes alternas de idéntica frecuencia y amplitud, dadas en un orden determinado y llamadas *fases*. Este sistema, producto también de los experimentos de Tesla, es sumamente eficaz y, por ende, el más popular del planeta.

⁶profesor de ingeniería eléctrica y ciencias de la computación, (1947-1990)

La tensión trifásica, es esencialmente un sistema de tres tensiones alternas, acopladas, (se producen simultáneamente las 3 en un generador), y desfasadas 120° entre sí (o sea un tercio del Periodo).

Estas tensiones se transportan por un sistema de 3 conductores (3 fases), o de cuatro (tres fases + un neutro). Por convención las fases se denominan R, S, T, y N para el conductor neutro si existe.



Figura 12. Representación de onda sinusoidal en sistema trifásico

Fuente: Fundamentos de física Electricidad Magneticé. Hernández Albaro y Tobar

Este sistema de producción y transporte de energía , en forma trifásica, desde el generador a los receptores esta universalmente adoptado, debido a que presenta economía en el material de los conductores, para la misma potencia eléctrica transmitida, y además permite el funcionamiento de motores eléctricos muy simples

duraderos y económicos, de campo rotatorio, como los motores asíncronos de rotor en cortocircuito (motores de "jaula de ardilla"), que son los empleados en la mayoría de las aplicaciones de baja y mediana potencia.

Los receptores monofásicos, se conectan entre dos conductores del sistema de 3 o 4 conductores, y los motores y receptores trifásicos, a las 3 fases simultáneamente.

En el caso de un edificio de viviendas, por ejemplo, se reparten las cargas de cada planta entre las distintas fases, de forma que las 3 fases queden aproximadamente con la misma carga (sistema equilibrado)

f) Corriente monofásica.

Se obtiene tomando una sola fase de la corriente trifásica y un cable neutro, lo cual permite aprovechar la transmisión de energía en una tensión baja (230 voltios). A pesar de que se emplea en muchos países por ser suficiente para hacer operar electrodomésticos, muchos otros aparatos que requieren potencia eléctrica alta no operan con ella.

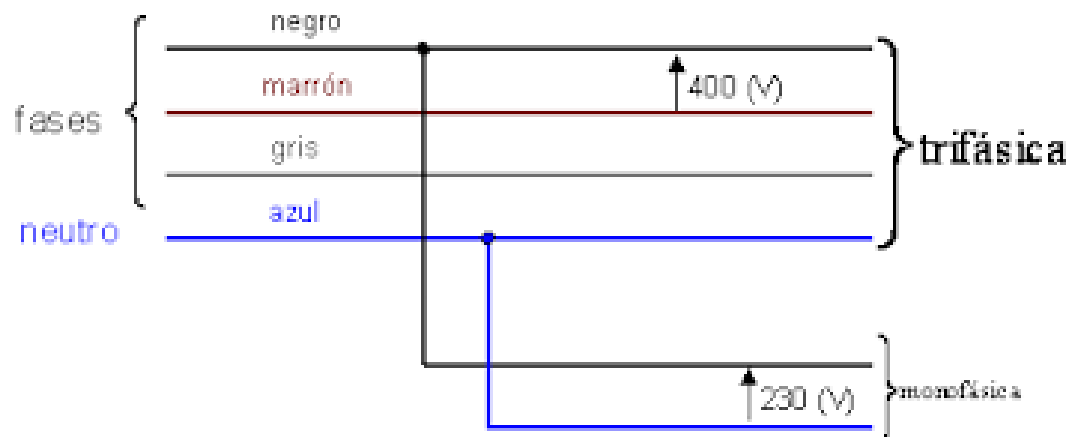


Figura 13. Distribución la red monofásica y el semiciclo lineal compartido

Fuente: Fundamentos de física Electricidad Magneticé. Hernández Albaro y Tobar

⁸<https://profesor.de.ingenieria.elctrica.y.ciencias.de.la.computacion> (1947-1990)

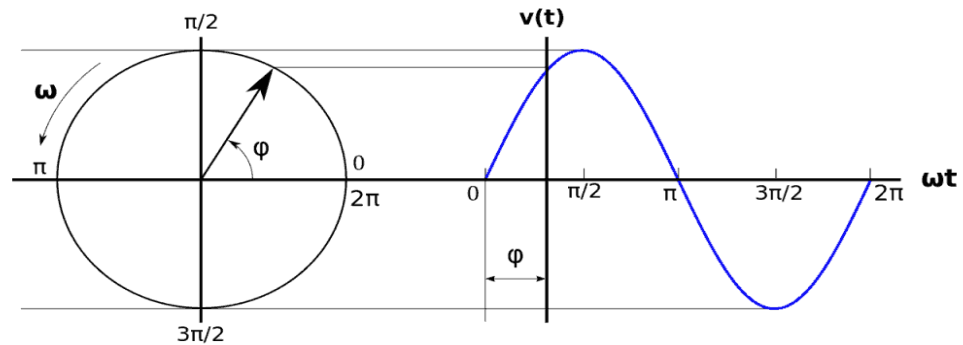


Figura 14. Distribución de la red monofásica y el semiciclo de la onda sinusoidal

Fuente: Fundamentos de física Electricidad Magneticé. Hernández Albaro y Tobar

Este tipo de corriente se llama así porque se traslada la corriente por un solo conducto, un solo cable. Estas son las más habituales en las casas.

Llega a domicilio o edificios para regresar por otro cable llamado **cable neutro**. Estos cables de ingreso o fase y de retorno o nutro siempre están acompañados de un tercer cable que va como **línea a tierra**.

Sus tensiones normalizadas se fijan a 220 o 230 voltios, Capaz de suministrar suficiente energía para la mayoría de los clientes más pequeños, incluidos hogares y pequeñas empresas no industriales.

Adecuado para motores de hasta 5 caballos de fuerza; un motor monofásico consume mucha más corriente que el motor trifásico equivalente, por lo que la, diseños menos complejos Menos costos. Alcanzan una capacidad de hasta 2500 vatios en determinadas circunstancias.

2.1.7 Partes de un circuito eléctrico

Los elementos que forman un **circuito eléctrico básico** son:

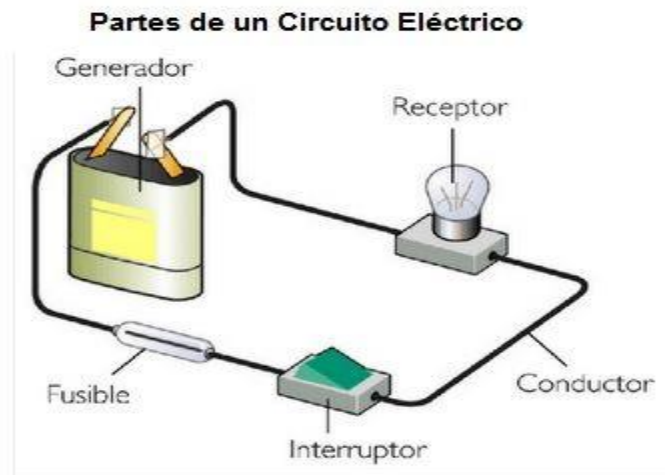


Figura 15. Partes de un circuito eléctrico

Fuente: Fundamentos de física Electricidad Magneticé. Hernández Albaro y Tobar

-Generador: producen y mantienen la corriente eléctrica. Hay 2 tipos de corrientes corriente continua y alterna. **-Pilas y Baterías:** son generadores de corriente continua (c.c.)

-Alternadores: son generadores de corriente alterna (c.a.)

-Conductores: es por donde se mueve la corriente eléctrica de un elemento a otro del circuito. Son de cobre o aluminio, materiales buenos conductores de la electricidad, o lo que es lo mismo que ofrece muy poca resistencia a que pase la corriente por ellos.

-Receptores: son los elementos que transforman la energía eléctrica en otro tipo de energía, por ejemplo, las bombillas transforman la energía eléctrica en luz, los radiadores en calor, los motores en movimiento, etc.

-Elementos de mando o control: permiten dirigir o cortar a voluntad el paso de la corriente eléctrica. Tenemos, interruptores, pulsadores, conmutadores, etc.

-Elementos de protección: protegen los circuitos y a las personas cuando hay peligro o la corriente es muy elevada, con riesgo de quemar los elementos del circuito. Tenemos fusibles, magnetos, térmicos, diferenciales, etc.

Para simplificar el dibujo de los circuitos eléctricos se utilizan esquemas con símbolos. Los símbolos representan los elementos del circuito de forma simplificada y fácil de dibujar.

Veamos los símbolos de los elementos más comunes que se usan en los circuitos eléctricos.

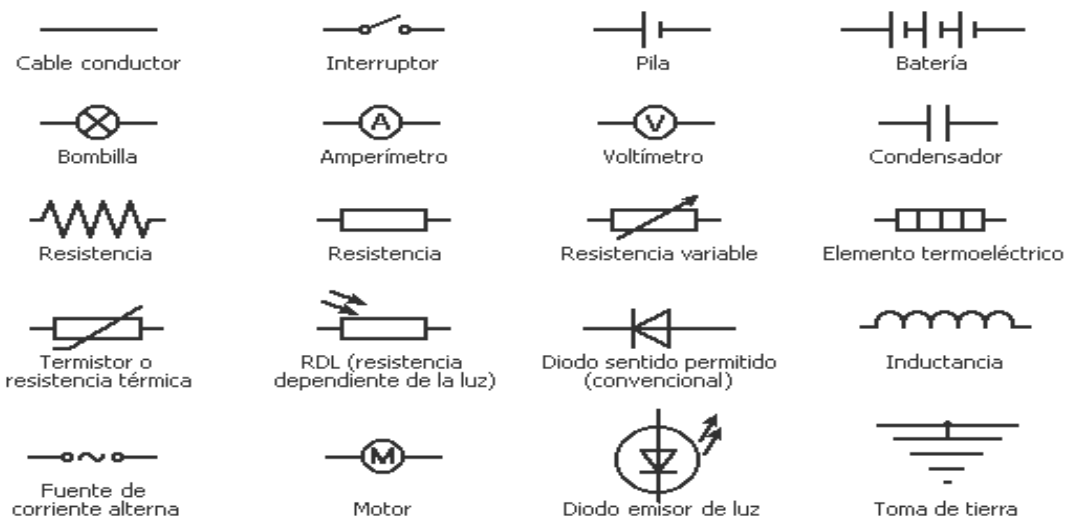


Figura 16. Símbolos eléctricos

2.2 POTENCIA Y ENERGÍA ELÉCTRICA TRIFÁSICA

Un sistema trifásico es un sistema de producción, distribución y consumo de energía eléctrica formado por tres corrientes alternas monofásicas de igual frecuencia y amplitud (y por consiguiente valor eficaz), que presentan una diferencia de fase entre ellas de 120° eléctricos, y están dadas en un orden determinado. Cada una de las corrientes monofásicas que forman el sistema se designa con el nombre de fase.

Los conceptos de potencia y energía se confunden con mucha frecuencia. La potencia es el ritmo al que se usa o genera la energía y puede ser medida en cualquier instante de tiempo ya que siempre tendrá el mismo valor. Mientras que la energía es la capacidad de hacer funcionar las cosas y debe ser medida durante un cierto período (un segundo, una hora, un año...).

Para establecer la relación entre estos dos conceptos se puede realizar un paralelismo claro: La potencia es a la energía lo que la velocidad es al espacio. Es decir, cuanto más velocidad tenga un cuerpo, más espacio recorrerá durante un tiempo. Del mismo modo, cuanto más potencia desarrolle un sistema, más energía será capaz de gastar en ese tiempo. Por ello, aunque la energía de un sistema pueda transformarse, no será útil si la potencia no es suficiente para cubrir nuestras necesidades, formula clásica de potencia activa trifásica.

$$P = \sqrt{3} * U * I * \cos \varphi$$

Figura 17. Ecuación de la potencia trifásica

Fuente: Manual Formulas Técnicas (Kurt Gieck)

2.2.1 Potencia

Todos los equipos de climatización consumen energía eléctrica y la transforman para enfriar o calentar. Este proceso de transformación requiere de un tiempo. La potencia es la magnitud física que relaciona la energía consumida en una unidad de tiempo (un segundo, por ejemplo).

En el Sistema Internacional (SI), la unidad de medición de la potencia es el W (vatio). Cuando se habla de grandes potencias, la unidad de medida utilizada es el kW (kilovatio), que equivale a 1.000 W (vatios).

Un vatio (watt) es la cantidad de potencia que un elemento puede producir por unidad de tiempo. Y es el equivalente a un julio/segundo. **1 W (vatio) = 1 J/s (julio por segundo)**, hay tenemos las fórmulas más usadas en sistemas trifásico donde “S” es potencia aparente, “P” es potencia activa y “Q” potencia reactiva.

$$S_{3\phi} = \sqrt{3} \cdot I \cdot V$$

$$P_{3\phi} = \sqrt{3} \cdot I \cdot V \cdot \cos(\alpha)$$

$$Q_{3\phi} = \sqrt{3} \cdot I \cdot V \cdot \text{sen}(\alpha)$$

S = Potencia Aparente Trifásica

P = Potencia Activa Trifásica

Q = Potencia reactiva Trifásica

Toda formula está dada en relación a la raíz de tres como una constante en sistemas trifásicos, en función de la corriente consumida y el voltaje aplicado, por un factor de potencia determinado, en diferentes circuitos de control eléctrico.

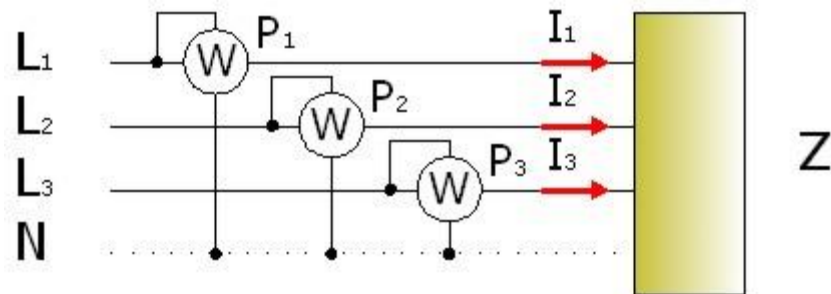


Figura 18. Esquema de red trifásica para medir la potencia activa

Fuente: Manual Formulas Técnicas (Kurt Gieck)

2.2.2 La potencia reactiva (y la energía reactiva)

No es una potencia (energía) realmente consumida en la instalación, ya que no produce trabajo útil debido a que su valor medio es nulo. Aparece en una instalación eléctrica en la que existen bobinas o condensadores, y es necesaria para crear campos magnéticos y eléctricos en dichos componentes. Se representa por Q y se mide en voltamperios reactivos (VAr).

La compañía eléctrica mide la energía reactiva con el contador (kVArh) y si se superan ciertos valores, incluye un término de penalización por reactiva en la factura eléctrica, la fórmula de aplicación está dado por.

The diagram consists of three boxes arranged vertically within a larger purple border. The top box contains the formula $Q = \sqrt{3} U I \text{sen } \varphi$. Below it, two boxes are placed side-by-side: the left one contains $I = \frac{Q}{\sqrt{3} U \text{sen } \varphi}$ and the right one contains $U = \frac{Q}{\sqrt{3} I \text{sen } \varphi}$. A watermark 'tuveras.com' is visible between the top and bottom boxes.

Figura 19. Formula clásica de la potencia reactiva en función de la I y V

Fuente: Manual Formulas Técnicas (Kurt Gieck)

2.2.3 La potencia activa

Representa la capacidad de una instalación eléctrica para transformar la energía eléctrica en trabajo útil: mecánica (movimiento o fuerza), lumínica, térmica, química, etc. Esta potencia es realmente la consumida en una instalación eléctrica.

Se representa por P y se mide en vatios (W). La suma de esta potencia activa a lo largo del tiempo es la energía activa (kWh), que es lo que factura la compañía eléctrica (término de energía) es la más utilizada en su aplicación la formula está dado por.

The diagram consists of three boxes arranged vertically within a larger blue border. The top box contains the formula $P = \sqrt{3} U I \text{cos } \varphi$. Below it, two boxes are placed side-by-side: the left one contains $I = \frac{P}{\sqrt{3} U \text{cos } \varphi}$ and the right one contains $U = \frac{P}{\sqrt{3} I \text{cos } \varphi}$. A watermark 'tuveras.com' is visible between the top and bottom boxes.

Figura 20. Formula clásica de la potencia activa en función de I y V

Fuente: Manual Formulas Técnicas (Kurt Gieck)

2.2.4 La potencia aparente

De un circuito eléctrico de corriente alterna, es la suma de la energía que disipa dicho circuito en cierto tiempo en forma de calor o trabajo y la energía utilizada para la formación de los campos eléctricos y magnéticos de sus componentes. Esta potencia no es la realmente consumida, salvo cuando el factor de potencia es la unidad ($\cos\phi = 1$), y nos señala que la red de alimentación de un circuito no sólo ha de satisfacer la energía consumida por los elementos resistivos, sino que también ha de contarse con la que van a "entretener" bobinas y condensadores. Se la designa con la letra S y se mide en voltamperios (VA).

The diagram consists of three rectangular boxes with blue borders. The top box contains the formula $S = \sqrt{3} UI$. Below it, centered, is the text "tuveras.com". The bottom row contains two boxes: the left one contains $I = \frac{S}{\sqrt{3} U}$ and the right one contains $U = \frac{S}{\sqrt{3} I}$.

Figura 21 Formula clásica de potencia aparente en función de I y V

Fuente: Manual Formulas Técnicas (Kurt Gieck)

Indicamos que la potencia aparente: es la suma vectorial de las potencias activa y reactiva, según se muestra en la siguiente figura. Se representa por S y se mide en voltamperios (VA). Para una tensión dada la potencia aparente es proporcional a la intensidad que circula por la instalación eléctrica.

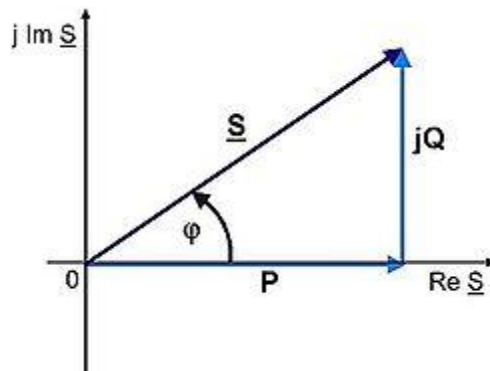


Figura 22. Grafica de la sumatoria de potencias

Fuente: Fundamentos de física Electricidad Magneticé. Hernández Albaro y Tobar

Dado que la potencia activa (P) es la que define el trabajo útil en la instalación (necesidades del edificio o planta industrial) podemos considerarla fija. Por tanto, a mayor potencia reactiva (Q) mayor potencia aparente (S) y por tanto mayor circulación de intensidad por la instalación eléctrica.

-Transformadores recargados o infrautilizados: estos están diseñados para una potencia aparente máxima, por tanto, si existiera potencia reactiva estarían más cargados que si no existiese, y estarían "trabajando" más para la potencia útil (activa) demandada.

Para evitar los efectos perjudiciales indicados se realiza la compensación de reactiva.

Dado que normalmente en las instalaciones eléctricas existen más bobinas que condensadores, se suelen usar baterías de condensadores para compensar la energía reactiva que demandan los equipos instalados.

Energía

La energía puede manifestarse de diferentes maneras: en forma de movimiento (cinética), en forma de calor (térmica), almacenada (potencial), de electricidad, de radiaciones electromagnéticas, etc. Además, la energía se encuentra en constante transformación.

Normalmente, medimos la energía en kWh (kilovatios/hora) pero también se expresa en Julio o en calorías.

2.2.5 Elementos de maniobra en sistemas de control

Los elementos de maniobra nos permiten manipular a voluntad circuitos eléctricos provocando o evitando actuaciones. Son elementos de protección y control, de protección eléctrica.

Existe una gran cantidad de tipos y variantes de elementos de control y mando. En este tema prestaremos especial atención a los llamados diodos y otros de mucha importancia.

Pulsadores

Los pulsadores son elementos de control de accionamiento manual, como su propio nombre indica se accionan pulsándolos y sirven para activar relés, contactores, lámparas etc. Su estructura interna no contiene enclavamientos, es decir, el pulsador dejará de actuar en el momento que dejemos de hacer presión sobre él, retornando a su posición original gracias a un resorte.



Figura 23. Pulsadores de control y mando

Fuente: Fundamentos de física Electricidad Magneticé. Hernández Albaro y Tobar

La simbología es intuitiva y existen dos configuraciones simples posibles:

NA: Normalmente Abierto. El circuito está abierto en estado de reposo en el pulsador

NC: Normalmente Cerrado. El circuito está cerrado en estado de reposo en el pulsador

Los números que acompañan a los pulsadores en los bornes nos aportan la siguiente información:

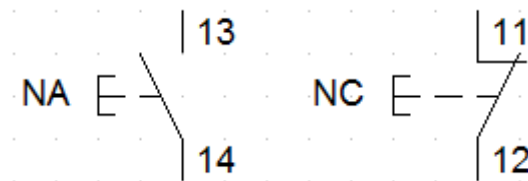


Figura 24. Tipos de contactos de control

Fuente: Fundamentos de física Electricidad Magneticé. Hernández Albaro y Tobar

Interruptores y Conmutadores

Los interruptores y conmutadores son elementos de control de **acción manual** y la diferencia con pulsadores es sencilla; mientras que los pulsadores dejan de ejercer su función sobre el circuito cuando dejamos de actuar sobre ellos, los interruptores **mantienen su posición** una vez se accionan.



Figura 25. Interruptor de seguridad de control manual

Fuente: Automatismos Jaime Jutglar I Banyerees

Existen también diferencias entre interruptor y conmutador;

El interruptor abre o cierra un mismo circuito

El conmutador abre un circuito y cierra otro simultáneamente.

En la siguiente imagen se aprecia la diferencia de una manera más visual.

Relés

Los relés son interruptores, la diferencia entre este dispositivo y un interruptor común es su accionamiento. Como habíamos visto en el punto 2, el accionamiento de un interruptor es manual, mientras que el **accionamiento** del relé se realiza **por medio de un electroimán**.

Estos dispositivos se emplean como elementos de protección de motores y equipos ante sobrecargas, pero esas funciones se explicarán en profundidad en el siguiente artículo «Electricidad (III). Anomalías Eléctricas y Sistemas de Protección», por el momento hablaremos de la estructura y simbología.

⁹<https://es.wikipedia.org/wiki/automatización.com>

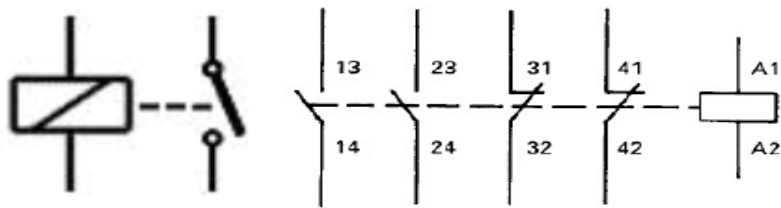


Figura 26. Contactos símbolo del relé de protección sobre corriente

Fuente: Automatismos Jaume Jutglar I Banyerees

El funcionamiento es simple, se hace pasar una corriente por la bobina, esta se excita y genera un campo electromagnético que con ayuda de un mecanismo desplaza los contactos eléctricos y se abre el circuito, este dispositivo se emplea como elemento de protección ante sobrecargas.

Están constituidos por una bobina dentro de una armadura de hierro en dos mitades separadas, como se ve en la figura.

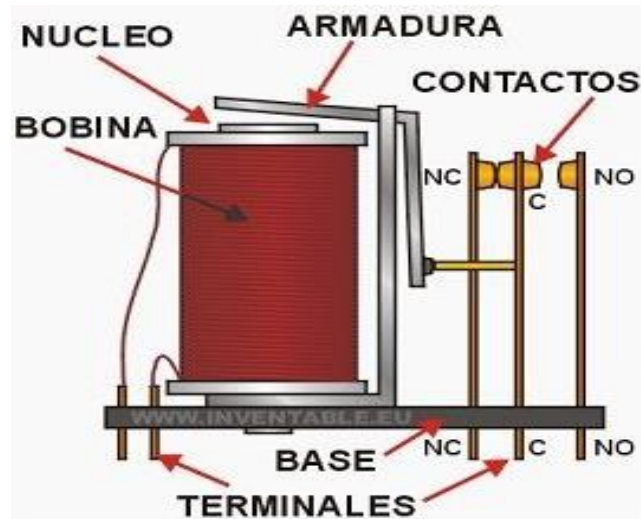


Figura 27. Estructura física del relé de sobre corriente

Fuente: Automatismos Jaume Jutglar I Banyerees

Contactores

Estos dispositivos abren y cierran contactos por medio de un electro-imán, la diferencia con los relés es que disponen de dos tipos de contactos eléctricos:

Contactos de fuerza

Contactos auxiliares

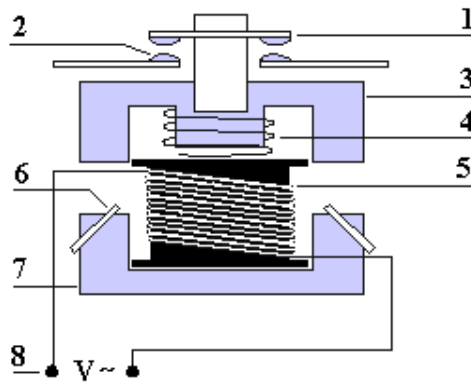


Figura 28 Estructura física de contactor

Fuente: Automatismos Jaume Jutglar I Banyerees

El contactor de la imagen funciona de la siguiente manera; cuando la bobina se excita con el aporte de corriente, este genera un campo magnético de igual manera que en los relés magnéticos y desplaza la unión mecánica venciendo la resistencia de los muelles antagonistas cuya función es mantener separada del núcleo una pieza magnética solidaria al dispositivo y encargada de accionar los contactos eléctricos.

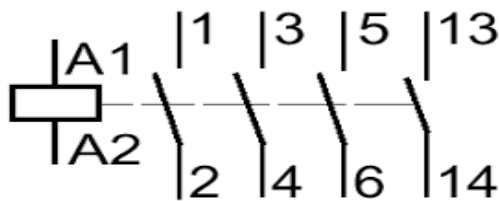


Figura 29. Contactos de de automatización del contactor

Fuente: Automatismos Jaume Jutglar I Banyerees

La nomenclatura de los contactores se suele representar por las siglas KM seguido de las unidades de los bornes, que como se relata en el punto primero, simbolizan el orden de actuación (de 1 a 4 en este caso)

Relés Temporizadores

Como hemos mencionado en el punto de relés, profundizaremos en los tipos de relés en la próxima entrega de la serie «Electricidad», aunque es interesante conocer los relés temporizados ya que son ampliamente utilizados como sistemas de control y maniobra.



Figura 30. Estructura física del temporizador

Fuente: Automatismos Jaume Jutglar I Banyeres

El objetivo de estos relés es abrir o cerrar contactos de la misma manera que los relés descritos en el punto 3 con la diferencia que **la apertura o cierre** no se realiza de forma instantánea si no que **se retarda** dicha acción por un tiempo predeterminado.

Contamos con 3 tipos de relés temporizadores:

Temporizador a la conexión

Temporizador a la desconexión

Temporizador a la conexión/desconexión

¹⁰<https://es.wikipedia.org/wiki/automatización.com>

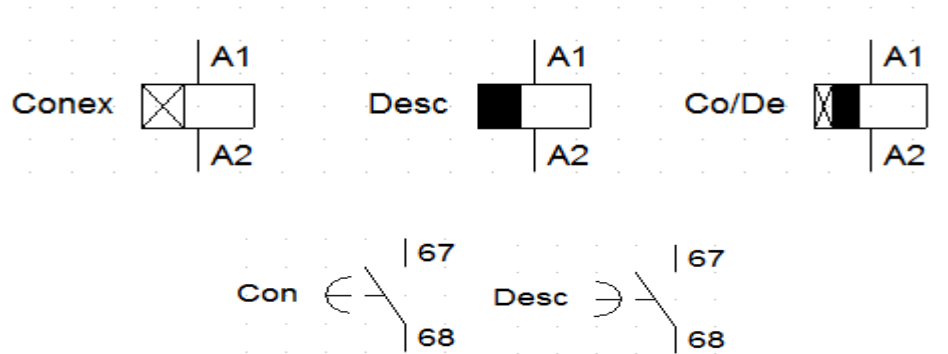


Figura 31. Símbolos contactos de relés temporizadores

Fuente: Automatismos Jaume Jutglar I Banyerees

Este relé retarda la apertura o cierre de los contactos a partir de su accionamiento durante un tiempo predeterminado, es decir;

El relé recibe corriente

Transcurre el tiempo predeterminado

Se acciona el relé y actúa sobre los contactos

Temporizador a la desconexión

2.2.6 Detectores

Los detectores son dispositivos electrónicos que, con la sola presencia del elemento a detectar, varía una señal de salida. En el artículo de hoy no entraremos en la electrónica por lo que la definición de detectores será la siguiente:

Son **dispositivos** que, en presencia del elemento a detectar, producen una respuesta por medio de un actuador que envía una señal eléctrica a través de un circuito y efectúa una acción o respuesta.

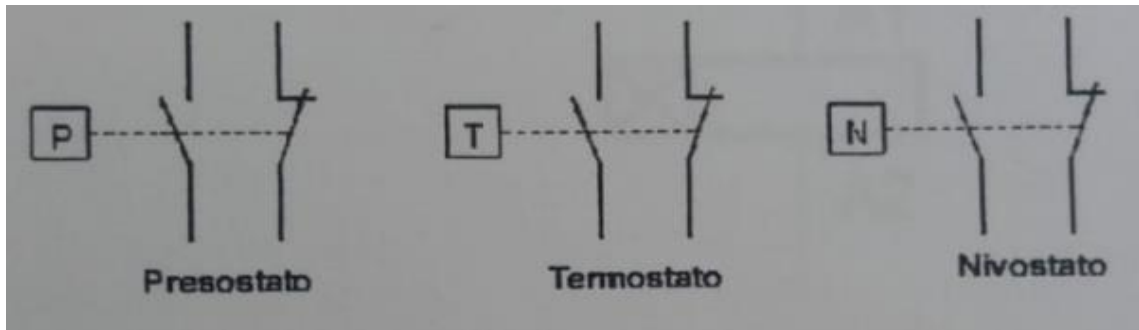


Figura 32. Representación de contactos tipo de detectores

Fuente: Automatismos Jaume Jutglar I Banyerees

En este punto hablaremos de los detectores más empleados en instalaciones comunes a bordo.

Presostatos

Termostatos

Detectores de nivel

Los materiales de los detectores deberán tener en cuenta las siguientes condiciones de ambiente para el diseño efectivo:

Humedad

Temperatura

Acidez

Polvo

Explosividad

Si los sensores o detectores son electrónicos, no sería necesario que el sensor esté en contacto con el objeto o elemento a detectar, pero los sensores electromecánicos que trataremos en este punto necesitarán estar en contacto con el medio.

2.2.6.1 Relé Térmico de sobre carga

Un relé térmico es un dispositivo de protección que funciona contra las sobrecargas y calentamientos, por lo que se utiliza principalmente en motores, con lo que se garantiza alargar su vida útil y la continuidad en el trabajo de máquinas, evitando paradas de producción y garantizando volver a arrancar de forma rápida y con seguridad.

Este dispositivo de protección garantiza: optimizar la durabilidad de los motores, impidiendo que funcionen en condiciones de calentamiento anómalas la continuidad de explotación de las máquinas o las instalaciones evitando paradas imprevistas. volver a arrancar después de un disparo con la mayor rapidez y las mejores condiciones de seguridad posibles para los equipos y las personas.

Para aplicaciones en circuitos de control de motores se debe utilizar la simbología adecuada, en las entradas y salidas de fuerza, como también en los auxiliares para el circuito de control o mando. Como se ve.

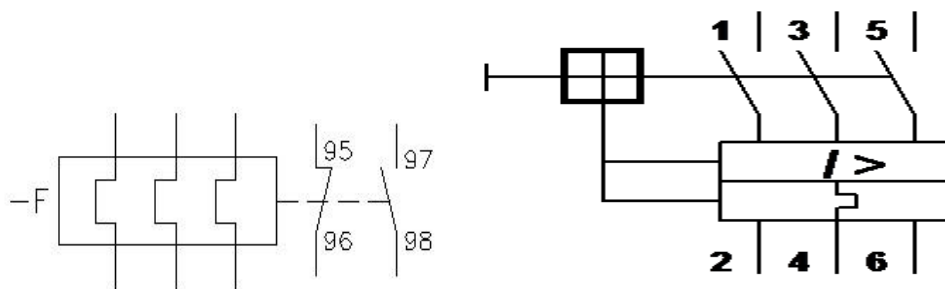


Figura 33 Símbolo contacto relé térmico de sobrecarga

Fuente: Automatismos Jaume Jutglar I Banyerees

¹⁵<https://es.wikipedia.org/wiki/automatizaci3n.com>



Figura 34. Estructura física de relé térmico y sus contactos

Fuente: Automatismos Jaume Jutglar I Banyerees

2.2.6.2 El interruptor termomagnético

El interruptor termomagnético también es conocido como interruptor térmico, llave térmica, interruptor automático, o simplemente llave cuchilla.

El interruptor termomagnético corta o interrumpe la corriente de manera automática cuando se presenta los siguientes Casos:

Cuando sobrecargamos el circuito

Si en nuestra instalación eléctrica conectamos cargas (artefactos, maquinas, luces etc.) más de las que puede soportar el interruptor y el cableado.

Esta sobrecarga generara un recalentamiento en el circuito, esto ocasionara que automáticamente el interruptor corte el fluido eléctrico.

Entonces tendremos que se reducir la carga hasta la capacidad normal de la instalación evitando la generación de accidentes personales o materiales.

Consecuencias de las sobrecargas en nuestras instalaciones eléctricas.

a). - Al sobrecargar el circuito ocurrirá un recalentamiento en los cables, esto a su vez ocasionaría que el forro del cable que es un tipo de PVC empiece a derretirse.

El conductor o cobre de ambos polos se pueden juntar en algún momento provocando un corto circuito que dependiendo de la naturaleza de la instalación podría ocasionar un incendio o una explosión.

b). - Así mismo si el forro de los cables está deteriorado la manipulación de estos podría ocasionarnos quemaduras o electrocución.

Cambien el tener una instalación con sobrecargas eléctricas generan un consumo excesivo de energía eléctrica y esto se verá reflejado en el recibo de luz por lo que si no quieres tener recibos de luz elevados te recomiendo realizar una instalación adecuada con la llave y el cable adecuados.

Cuando ocurre un corto circuito

El cortocircuito se genera cuando dos conductores o cables sin forro de distintos polos se juntan haciendo contacto entre sí.

Una vez que los cables se juntan debido a fenómenos eléctricos se va elevar la corriente considerablemente ocasionando que se derrita el forro del cable y se funda el cobre en cuestión de milésimas de segundo.

2.2.6.3 Tipos de Interruptores automáticos

Todos los dispositivos automáticos de protección son disyuntores. Pero hay distintos tipos de disyuntores dependiendo de cuál sea el método mediante el cual se activan para cortar el circuito de corriente. Los más conocidos son:

El térmico.

El magnético.

El termomagnético.

El diferencial.

2.2.6.4 Llave térmica

Las protecciones automáticas térmicas se denominan también bimetálicas y se componen de dos metales de distinto coeficiente de dilatación lineal, soldados en toda su longitud. Cuando aumenta demasiado la corriente eléctrica, se eleva la temperatura de este elemento, que se curva e interrumpe el circuito.



Figura 35. Ilustración de la llave térmica

Fuente: Automatismos Jaume Jutglar I Banyerees

2.2.6.5 Llave magnética

Las protecciones automáticas magnéticas se fundamentan en la fuerza de atracción que ejerce una bobina por la que circula corriente sobre un núcleo de hierro. Una elevación de la intensidad normal de la corriente provocará una fuerza que acciona un contacto móvil (A) abriendo el circuito. Este tipo de protección es independiente del tiempo que actúa la corriente.

2.2.6.6 Llave termomagnética

Este dispositivo, también conocido como **interruptor termomagnético**, consta de dos partes: un electroimán y una lámina bimetálica. Estas partes están conectadas en serie y por ellas circula la corriente que va hacia la carga.

Si se produce un desperfecto, estos sistemas se ponen en funcionamiento y se corta la corriente. Al igual que los fusibles, los interruptores magneto térmicos protegen al resto

de la instalación y los equipos que tenemos conectados de posibles sobrecargas y cortocircuitos.



Figura 36. Ilustración de la llave termomagnético

Fuente: Automatismos Jaume Jutglar I Banyerees

2.2.6.7 Disyuntor diferencial

Por su eficiencia y por la importancia de su función, las protecciones diferenciales o **disyuntores diferenciales** han ganado popularidad tanto en instalaciones domiciliarias como en estructuras de mayor envergadura.

Para qué sirve un disyuntor diferencial

Esta pieza de la instalación eléctrica es la encargada de proteger a las personas de las descargas eléctricas. Técnicamente, la misión de un disyuntor es detectar diferencias de magnitudes de intensidad de corriente y, en esos casos, activarse para cortar el circuito.



Figura 37. Ilustración del disyuntor diferencial

Fuente: Automatismos Jaume Jutglar I Banyerees

Cuando, por la fase de una instalación eléctrica, circula la misma cantidad de corriente que por el neutro, todo funciona sin inconvenientes. Pero, en cuanto hay una fuga a tierra (que puede ocurrir cuando una persona toca el polo vivo de corriente), el diferencial reconoce que por la fase “ingresa” el total de la corriente, pero, por el neutro, “sale” menor cantidad. Allí, el núcleo magnético del disyuntor accionará un mecanismo de disparo que abrirá el circuito y cortará la corriente.

Un dato: un disyuntor trifásico sirve tanto para circuitos trifásicos como monofásicos.

2.3 CARGA DE MOTORES ELECTRICOS INDUSTRIALES

Entendemos por carga de un motor la relación entre la carga mecánica a la que está trabajando un motor referido a la carga mecánica nominal, es decir la carga que suministra cuando consume la potencia nominal.

Sabemos que la eficiencia o rendimiento de un motor es aceptable cuando se trabaja con una carga entre el 50 y 100 % de la carga nominal, pero se reduce drásticamente con cargas inferiores al 50 %. Así mismo para cargas inferiores al 50 % también disminuye considerablemente el factor de potencia.

Podremos calcular la carga de un motor de tres formas diferentes:

2.3.1 Método de la Potencias absorbida

La carga la calcularemos como el cociente entre la potencia absorbida por el motor en las condiciones de funcionamiento y la potencia nominal. Para este cálculo necesitaremos el factor de potencia. Este método es el más exacto de los tres.

2.3.2 Método de las Corrientes de línea.

Calcularemos la carga como cociente entre la intensidad absorbida en las condiciones de funcionamiento y la intensidad consumida a la potencia nominal.

2.3.3 Método del Deslizamiento

Suponiendo que el deslizamiento es proporcional a la carga, calcularemos la carga como cociente entre el deslizamiento en las condiciones de funcionamiento y el deslizamiento nominal. Necesitaremos medir las revoluciones del motor con un tacómetro.

2.3.4 Tipos de cargas.

Las aplicaciones de un motor según el tipo de carga, o el trabajo que realizan pueden clasificarse en tres grandes grupos.

2.3.4.1 Par variable.

El par del motor aumenta a medida que aumenta la velocidad. Este tipo de cargas se da en bombas, ventiladores, compresores, etc. Tened en cuenta que el par es proporcional al cuadrado de la velocidad y la potencia lo es al cubo de la velocidad, esto supone que al duplicar la velocidad estaremos multiplicando por 4 el par y por 8 la potencia.

2.3.4.2 Par constante.

El par se mantiene constante al aumentar la velocidad, este es el caso de las bandas de arrastre. La potencia en este caso es directamente proporcional a la velocidad.

2.3.4.3 Potencia constante.

La potencia que es el producto del par por la velocidad se mantiene constante al aumentar la velocidad, es decir al aumentar la velocidad disminuye el par y al disminuir la velocidad aumenta el par. Este es el caso de las máquinas enrolladoras, o de las máquinas herramientas. Al bajar la velocidad hacen más par y al revés.

2.3.5 Motor eléctrico

Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica

funcionando como generadores. Los motores eléctricos de tracción usados en locomotoras realizan a menudo ambas tareas, si se los equipa con frenos regenerativos.

Son ampliamente utilizados en instalaciones industriales, comerciales y particulares. Pueden funcionar conectados a una red de suministro eléctrico o a baterías. Así, en automóviles se están empezando a utilizar en vehículos híbridos para aprovechar las ventajas de ambos.

2.3.6 Fundamentos de operación de los motores eléctricos

En magnetismo se conoce la existencia de dos polos: polo norte (N) y polo sur (S), que son las regiones donde se concentran las líneas de fuerza de un imán. Un motor para funcionar se vale de las fuerzas de atracción y repulsión que existen entre los polos. De acuerdo con esto, todo motor tiene que estar formado con polos alternados entre el estator y el rotor, ya que los polos magnéticos iguales se repelen, y polos magnéticos diferentes se atraen, produciendo así el movimiento de rotación. En la figura se muestra cómo se produce el movimiento de rotación en un motor eléctrico.

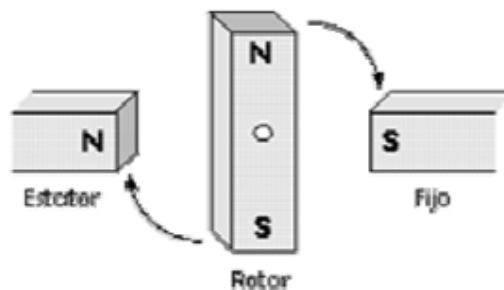


Figura 38. Principio de la atracción electromagnética

Fuente: Automatismos Jaume Jutglar I Banyerees

Un motor eléctrico opera primordialmente en base a dos principios: El de inducción, descubierto por Michael Faraday en 1831; que señala, que si un conductor se mueve a través de un campo magnético o está situado en las proximidades de otro conductor por el que circula una corriente de intensidad variable, se induce una corriente eléctrica en el

primer conductor. Y el principio que André Ampere observó en 1820, en el que establece: que, si una corriente pasa a través de un conductor situado en el interior de un campo magnético, éste ejerce una fuerza mecánica o f.e.m. (fuerza electromotriz), sobre el conductor.

2.3.7 Partes fundamentales de un motor eléctrico

Dentro de las características fundamentales de los motores eléctricos, éstos se hallan formados por varios elementos, sin embargo, las partes principales son: el estator, la carcasa, la base, el rotor, la caja de conexiones, las tapas y los cojinetes. No obstante, un motor puede funcionar solo con el estator y el rotor.

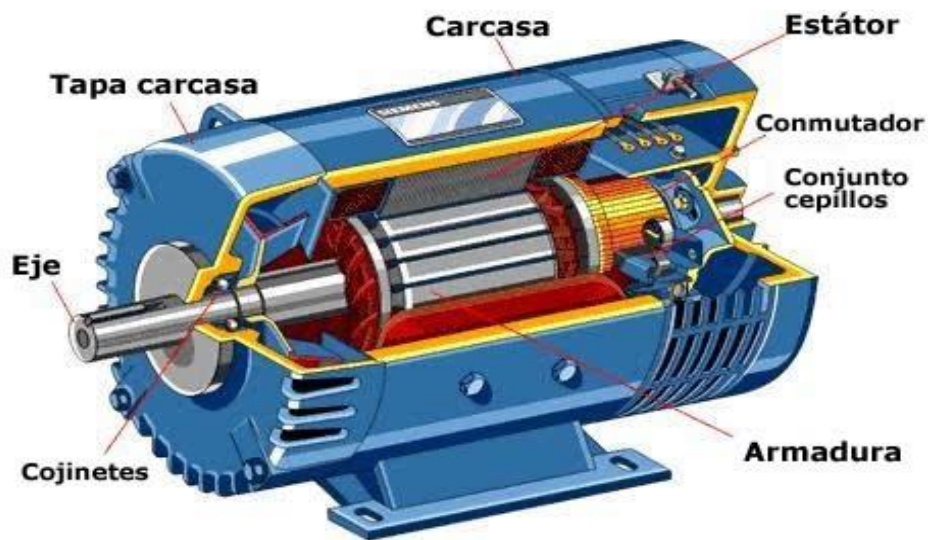


Figura 39. Partes y estructura física de un motor eléctrico

Fuente: Automatismos Jaume Jutglar I Banyerees

2.3.8 Tipos de motores eléctricos y características

2.3.8.1 Tipos de motores eléctricos

Los **motores eléctricos** son propulsores que no necesitan de una combustión interna para proporcionar la energía, sino que ésta viene a través de la fuerza que producen el

estator y el rotor. Estos sistemas pueden funcionar, tanto a través de baterías, como conectados a una red eléctrica.

Dentro de los motores eléctricos podemos encontrar una clasificación principal que los distingue en tres tipologías:

- **Motores universales:** Pueden funcionar con corriente continua o con corriente alterna, y son ampliamente utilizados tanto a nivel profesional o industrial, como a nivel doméstico para dotar de potencia a diversos electrodomésticos cotidianos.
- **Motores de corriente continua:** Tienen un diseño bastante complicado y permiten modificar la velocidad simplemente ajustando la tensión. Son más caros de fabricar y sus aplicaciones todavía son limitadas.
- **Motores de corriente alterna:** Están diseñados para funcionar a velocidades fijas. Son sencillos.

2.3.8.1.1 Tipos de motores de corriente alterna

En el ámbito de los motores de corriente alterna podemos encontrar diferentes tipos atendiendo a diferentes clasificaciones:

Según la forma en la que gira el rotor nos podemos encontrar con motores síncronos y asíncronos. La principal diferencia entre ellos es que en el primero el rotor gira a la misma velocidad que el campo electromagnético, mientras que en el segundo puede hacerlo a distinta velocidad. Por otro lado, dentro de los motores eléctricos síncronos también podemos distinguir entre asíncronos sincronizados, trifásicos o con rotor de imán permanente.

Los motores de corriente alternan también pueden ser clasificados según el número de fases de alimentación. En este caso nos encontramos con otros tres tipos principales: monofásicos, bifásicos y trifásicos (estos últimos son muy utilizados en la industria del automóvil por marcas como Tesla).

Por otro lado, para completar la clasificación también se ha de tener en cuenta el tipo de rotor que usa el motor. Los más comunes son los de jaula de ardilla, de colector o de anillos rozantes.

2.3.8.1.2 Tipos de motores de corriente continúa

Por su parte, dentro de los motores de corriente continua también podemos encontrar diferentes variantes que se distinguen según el bobinado del inducido y del inductor. De este modo, se diferencia el motor de excitación en serie, en paralelo o compuesta (una mezcla entre las dos anteriores).

Algunas de las ventajas de los motores eléctricos es que son más pequeños, contaminan menos y ofrecen un rendimiento elevado y constante, con lo cual su aplicación en el mercado automovilístico es cada vez mayor. A pesar de ello, siguen teniendo ciertas limitaciones de autonomía y la red de puntos de recarga disponibles no está extendida.

Aunque no es nuestra principal especialidad esperamos haberos podido ayudar con esta información y que hayáis conocido un poco mejor los motores eléctricos, unos propulsores que cada vez se van a ver más en el futuro.

2.3.8.2 Características de los motores eléctricos

- **Principales características de los motores eléctricos**

Las aplicaciones y usos que puede proporcionar un **motor eléctrico** son muy diversos, por lo que conviene saber y controlar las **características de los motores eléctricos**, si no se quiere caer en errores que provoquen problemas en el funcionamiento de las máquinas.

Como ya se ha comentado antes, no todos los motores eléctricos son iguales y cada uno de ellos cuenta con una potencia, un tamaño y un peso concreto, debido a que la industria mecánica es capaz de crear elementos de cualquier tamaño, siempre y cuando el voltaje lo permita.

Algunas de las características técnicas de los motores eléctricos más destacadas tienen que ver con el mecanismo de auto ventilación (estos no necesitan refrigeración), y con el alto rendimiento que proporcionan a la potencia de las máquinas, algo que permitió mejorar el trabajo proveniente.

2.3.9 Clasificación de los motores de corriente continua y alterna

2.3.9.1 Motores de corriente continua o corriente directa (CC/CD)

Estos motores se clasifican por la forma de conexión de sus bobinas inductoras inducidas, Podemos encontrar como.

- **Motor en serie**

Consiste en un motor eléctrico de corriente continua en el cual el inducido y el devanado inductor o de excitación van conectados en serie. La conexión forma un circuito en serie en el que la intensidad es absorbida por el motor al conectarlo a la red es la misma, tanto para la bobina conductora (del estator) como para la bobina inducida (del rotor). El voltaje +aplicado es constante mientras que el campo de excitación aumenta con la carga.

- **Motor en derivación**

Motor eléctrico de corriente continua cuyo bobinado inductor principal está conectado en derivación o paralelo con el circuito formado por los bobinados inducido e inductor auxiliar. En este tipo de motores la velocidad se mantiene prácticamente constante para cualquier carga.

De toda la corriente absorbida por el motor, una parte circula por las bobinas inducidas y la otra por la inductora.

2.3.9.2 Motores de corriente alterna (C.A)

Su clasificación viene dada por su velocidad de giro, en número de fases de alimentación y por el tipo de rotor.

– Según su velocidad de giro pueden ser:

2.3.9.2.1 Motores Asíncrono

Son aquellos motores eléctricos en los que el rotor nunca llega a girar en la misma frecuencia con la que lo hace el campo magnético del estator. Cuanto mayor es el par motor mayor es esta diferencia de frecuencias.

2.3.9.2.2 Motores Síncronos

Son aquellos motores eléctricos en los que el rotor nunca llega a girar en la misma frecuencia con la que lo hace el campo magnético del estator. Cuanto mayor es el par motor mayor es esta diferencia de frecuencias. Este motor tiene la característica de que su velocidad de giro es directamente proporcional a la frecuencia de la red de corriente alterna que lo alimenta. Es utilizado en aquellos casos en donde se desea una velocidad constante.

2.3.9.2.3 Motores monofásicos

Fueron los primeros motores utilizados en la industria. Cuando este tipo de motores está en operación, desarrolla un campo magnético rotatorio, pero antes de que inicie la rotación, el estator produce un campo estacionario pulsante.

Para producir un campo rotatorio y un par de arranque, se debe tener un devanado auxiliar desfasado 90° con respecto al devanado principal. Una vez que el motor ha arrancado, el devanado auxiliar se desconecta del circuito.

Debido a que un motor de corriente alterna (C.A.) monofásico tiene dificultades para arrancar, está constituido de dos grupos de devanados: El primer grupo se conoce como el devanado principal o de trabajo, y el segundo, se le conoce como devanado auxiliar o

de arranque. Los devanados difieren entre sí, física y eléctricamente. El devanado de trabajo está formado de conductor grueso y tiene más espiras que el devanado de arranque.

Es importante señalar, que el sentido de giro de las bobinas involucra la polaridad magnética correspondiente, como puede verse en la figura.

¹⁸<https://es.wikipedia.org/wiki/automatización.com>

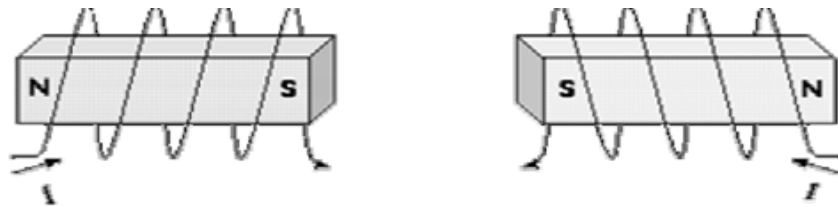


Figura40. La polaridad magnética

Fuente: Automatismos Jaume Jutglar I Banyerees

2.3.9.2.4 Motores trifásicos

Los motores trifásicos usualmente son más utilizados en la industria, ya que en el sistema trifásico se genera un campo magnético rotatorio en tres fases, además de que el sentido de la rotación del campo en un motor trifásico puede

Cambiarse invirtiendo dos puntas cualesquiera del estator, lo cual desplaza las fases, de manera que el campo magnético gira en dirección opuesta.

2.3.9.2.5 Motores Bifásicos

Es un sistema de producción y distribución de energía eléctrica basado en dos tensiones eléctricas alternas desfasadas en su frecuencia 90°.

– Según el tipo de rotor:

2.3.9.2.6 Motores con anillos rozantes

Se usan en aplicaciones que exigen un alto par o una baja corriente en el arranque. Ofrecen la máxima disponibilidad y se recomiendan especialmente para aplicaciones con cargas de elevada inercia.

Son de construcción modular y disponen de una amplia gama de accesorios, en función de la aplicación que se le vaya a otorgar.

2.3.9.2.7 Motores con colector

También conocidos como anillos rotatorios, son comúnmente hallados en máquinas eléctricas del rotor.

Pueden entregar alta potencia con dimensiones y peso reducidos, soportar grandes cargas temporales sin detenerse completamente, simplemente disminuyendo la velocidad de rotación.

2.3.9.2.8 Motores con jaula de ardilla

Consiste en un cilindro montado en un eje. Internamente contiene barras conductoras longitudinales de aluminio o de cobre con surcos y conectados juntos en ambos extremos poniendo en cortocircuito los anillos que forman la jaula.

2.3.9.3 Tipos y características de motores trifásicos

Los motores trifásicos se usan para accionar máquinas-herramientas, bombas, elevadores, ventiladores, sopladores y muchas otras máquinas. Básicamente están contruidos de tres partes esenciales: Estator, rotor y tapas.

El estator consiste de un marco o carcasa y un núcleo laminado de acero al silicio, así como un devanado formado por bobinas individuales colocadas en sus ranuras. Básicamente son de dos tipos:

- De jaula de ardilla.

- De rotor devanado

El de jaula de ardilla es el más usado y recibe este nombre debido a que parece una jaula de ardilla de aluminio fundido. Ambos tipos de rotores contienen un núcleo laminado en contacto sobre el eje. El motor tiene tapas en ambos lados, sobre las cuales se encuentran montados los rodamientos o baleros sobre los que rueda el rotor. Estas tapas se fijan a la carcasa en ambos extremos por medio de tornillos de sujeción. Los rodamientos, baleros o rodamientos pueden ser de rodillos o de deslizamiento.

2.3.9.4 Los Motores Universales:

Tienen la forma de un motor de corriente continua, la principal diferencia es que está diseñado para funcionar con corriente continua y corriente alterna. El inconveniente de este tipo de motores es su eficiencia, ya que es baja (del orden del 51%), pero como se utilizan en máquinas de pequeña potencia, ésta no se considera importante, además, su operación debe ser intermitente, de lo contrario, éste se quemaría. Estos motores son utilizados en taladros, aspiradoras, licuadoras, etc.

2.4 ARRANQUE DE MOTORES ELECTRICOS TRIFASICOS

El arranque es el proceso de puesta en marcha de un motor que lo lleva desde una velocidad nula a la del punto de funcionamiento estable que corresponda al par resistente de la carga que tiene que mover. • Para que pueda realizarse esta

Maniobra debe cumplirse la condición de arranque: durante el arranque el par del motor debe ser superior al par resistente. De no cumplirse esta condición, el par motor es insuficiente para mover la carga mecánica que tiene acoplada y no se puede producir el arranque.

El objetivo es el de analizar los distintos tipos de arranques de los motores de inducción con sus características propias y en particular los siguientes casos:

- Arranque directo
- Arranque estrella triangulo

- Arranque por resistencias retoricas
- Arranque electrónico

2.4.1 Arranque directo

Este método se emplea únicamente en máquinas de una potencia inferior a 5Kw.

Un motor arranca en forma directa cuando a sus bornes se aplica directamente la tensión nominal a la que debe trabajar.

Si el motor arranca a plena carga, el bobinado tiende a absorber una cantidad de corriente muy superior a la nominal, lo que hace que las líneas de alimentación incrementen considerablemente su carga y como consecuencia directa se reduzca la caída de tensión. La intensidad de corriente durante la fase de arranque puede tomar valores entre 6 a 8 veces mayores que la corriente nominal del motor. Su ventaja principal es el elevado par de arranque, que es 1.5 veces el nominal.

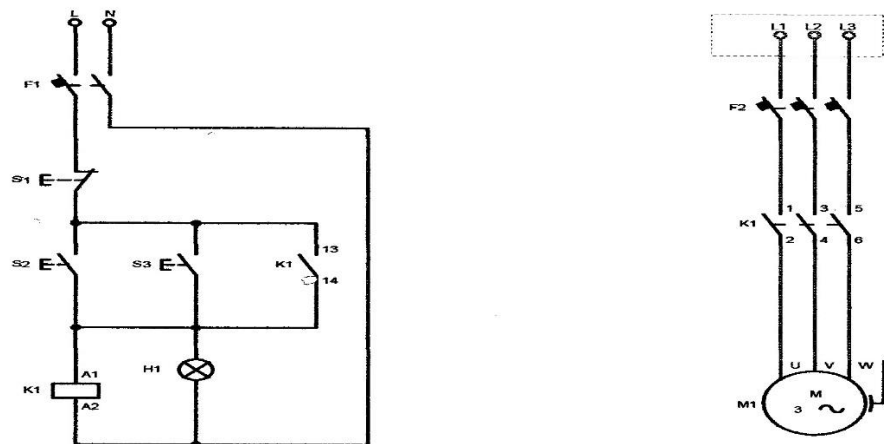


Figura 41 Esquema basico de arranque directo

Fuente: Automatismos Jaime Jutglar I Banyerees

2.4.2. ARRANQUE ESTRELLA TRIANGULO

Con el arranque estrella triángulo perseguimos reducir la corriente en el momento del arranque al alimentar a una tensión menor con la conexión en estrella $U_n/\sqrt{3}$. Con ello

se consigue que la intensidad baje a la tercera parte de la intensidad que se produciría en un arranque directo.

También el par de arranque se reduce a menos de la mitad, lo que hace imposible este sistema en motores de media potencia que arranquen con mucha carga. Otro inconveniente es el corte de tensión que se produce al pasar de estrella a triángulo.

En la figura podemos observar que el cambio de estrella a triángulo debe realizarse en el instante en que el par motor en estrella es igual al par resistente, de lo contrario el motor conectado en estrella no tendría fuerza suficiente para vencer el par resistente y seguir acelerando el motor. La diferencia entre par motor y par resistente se traduce en aceleración del motor. Es decir, cuando el motor alcanza una velocidad y deja de acelerar es cuando debe hacerse el cambio a triángulo o delta.

Tener en cuenta que para poder realizar este sistema de arranque el motor deberá estar bobinado en triángulo para la tensión nominal. Es decir debe aguantar la tensión de red en triángulo. En España la placa de características debería indicar 400 V Triángulo / 690 V Estrella.

Deberemos cambiar las conexiones de estrella a triángulo a los pocos segundos, para ello en lugar del cambio de plaquetas, retiraremos las plaquetas del motor y llevaremos 6 cables más el de tierra hasta el motor, esto nos permitirá realizar el cambio mediante tres contactores.

Básicamente un arranque estrella-triángulo consiste en que durante la primera etapa de aceleración el motor se conecta en estrella tomando una corriente reducida, y luego de un tiempo preestablecido se hace la conmutación a triángulo, donde el motor absorbe toda la corriente de la red y el torque es máximo.

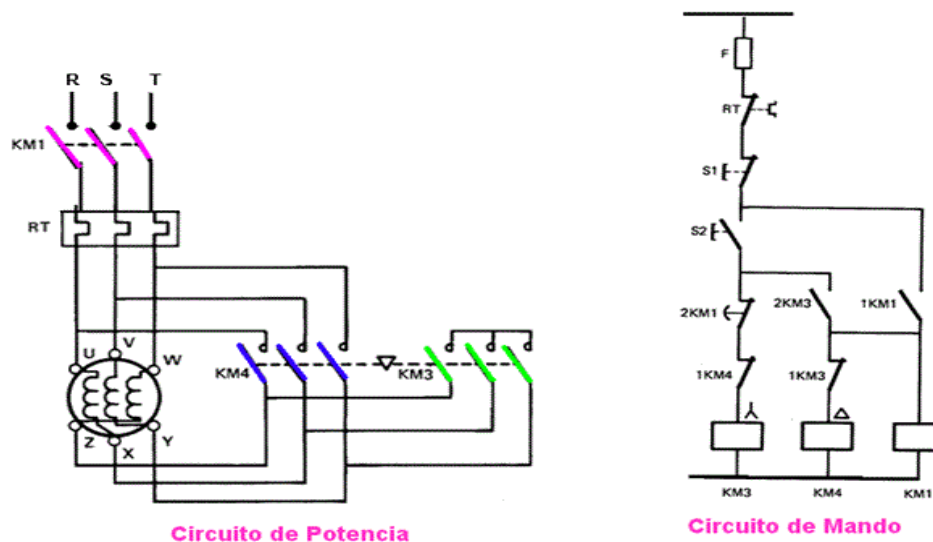


Figura 42 Esquema del arranque estrella triángulo

Fuente: Automatismos Jaume Jutglar I Banyerees

2.4.3 ARRANQUE POR AUTOTRANSFORMADOR

Los transformadores automáticos también se conocen como arrancadores automáticos. Se pueden usar para motores de jaula de ardilla conectados en estrella o en triángulo. Es básicamente un transformador reductor trifásico con diferente toma, que le permiten al usuario arrancar el motor en, por ejemplo, 50%, 65% u 80% del voltaje de línea. Con el arranque del autotransformador, la corriente extraída de la línea de suministro es siempre menor que la corriente del motor en una cantidad igual a la relación de transformación. Por ejemplo, cuando un motor arranca en una toma del 65%, la tensión aplicada al motor será del 65% de la tensión de línea y la corriente aplicada será del 65% del valor de inicio de la tensión de línea, mientras que la corriente de línea será de 65% del 65% (es decir, 42%) del valor de inicio del voltaje de línea. Esta diferencia entre la corriente de línea y la corriente del motor se debe a la acción del transformador. Las conexiones internas de un arrancador automático se muestran en la figura. En el arranque, el interruptor está en la posición de "inicio", y se aplica una tensión reducida (que se

selecciona mediante una toma) a través del estator. Cuando el motor alcanza una velocidad adecuada, digamos que hasta el 80% de su velocidad nominal, el autotransformador se desconecta automáticamente

Del circuito cuando el interruptor se pone en la posición de “funcionamiento”. El interruptor que cambia la conexión de inicio a la posición de funcionamiento puede ser del tipo de rotura de aire (motores pequeños) o sumergida en aceite (motores grandes). También hay disposiciones para sin tensión y sobrecarga, con circuitos de retardo en un arranque automático.

²⁰[https://es.wikipedia.org/wiki/j.Bai automatización.com](https://es.wikipedia.org/wiki/j.Bai_automatizaci3n.com)

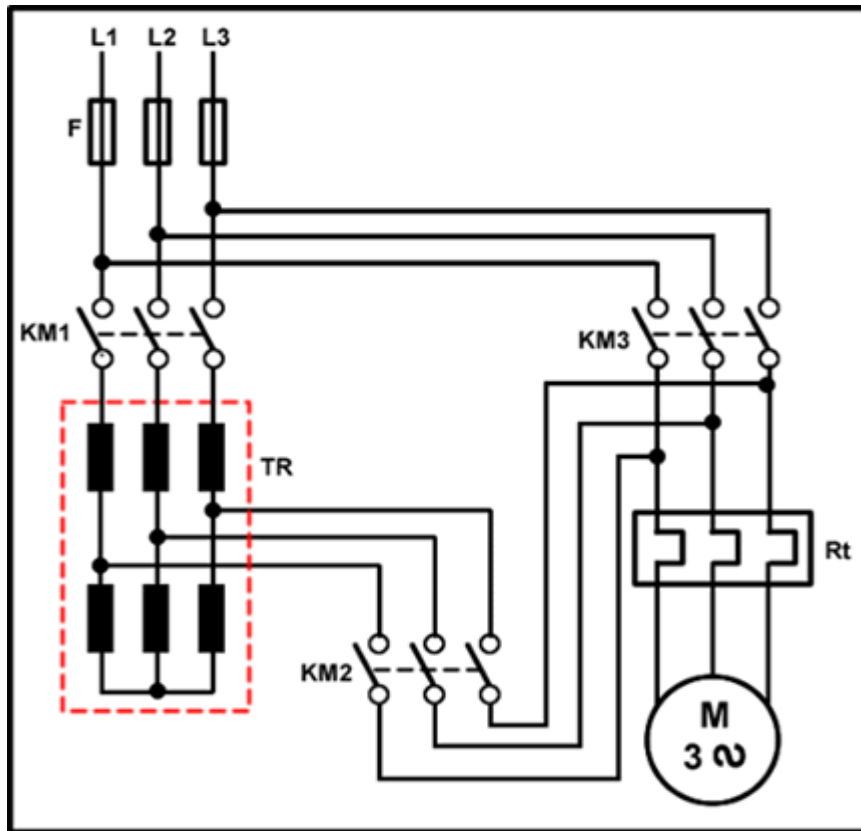


Figura 43 Esquema de arranque por auto transformador

Fuente: Automatismos Jaume Jutglar I Banyerees

2.4.4 ARRANQUE POR VARIADOR DE FRECUENCIA

El arrancador por variador de frecuencia (velocidad) permite obtener un arranque suave y controlado, evitando impactos en el motor y la máquina asociada. Durante la operación es capaz de variar la frecuencia de salida hacia el motor para modificar la velocidad de giro del rotor. El control puede ser discreto, analógico o mediante bus de comunicación. El funcionamiento al interior del variador es como sigue: un puente rectificador convierte la tensión alterna en tensión continua, la cual es alimentada a un banco.

De condensadores que elimina el rizado y proporciona una señal DC estable. A continuación, un arreglo de transistores (IGBT) conmuta la tensión continua para generar una serie de pulsos de ancho variable conocido como PWM y mediante el ajuste

de ellos permite regular la tensión y la frecuencia de alimentación del motor para mantener una relación U/f constante y, por tanto, el flujo magnético deseado en el motor.

Para dimensionar correctamente un arrancador por variador, es necesaria la siguiente información:

- Potencia del motor.
- Tensión del motor.
- Corriente del motor.
- Tipo de carga (pe. Bomba, ventilador, faja, molino, compresor, etc.).
- Altura de trabajo.
- Distancia de cable entre el variador y el motor.
- Temperatura ambiente.
- Grado de hermeticidad requerido.
- Condiciones particulares de control y operación (cambio de giro, arranque automático, arranque secuencial, etc.).

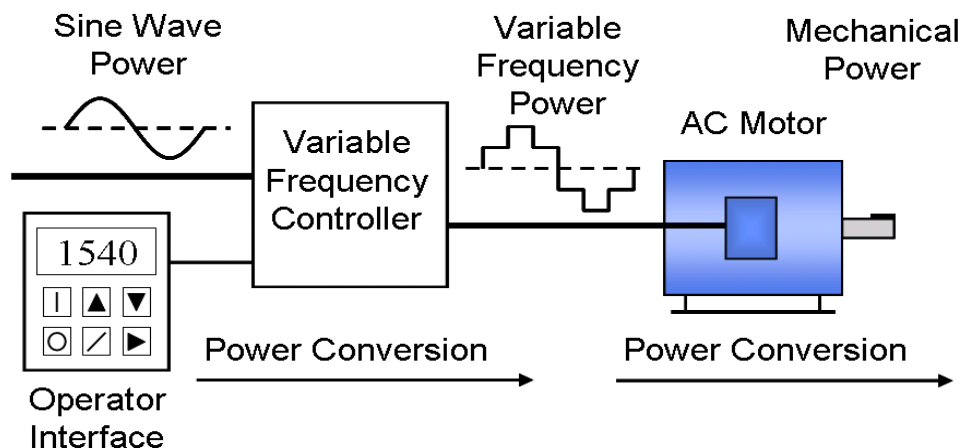


Figura 44 Esquema de conexión de un variador frecuencia

Fuente: Automatismos Jaume Jutglar I Banyerees

2.5 ELEMENTOS EMERGENTES A TOMAR EN UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

A continuación, describimos el conjunto de elementos que de forma habitual podemos encontrar en cualquier instalación eléctrica habitual, ya sea en una vivienda, en una oficina, comercio o fábrica.

2.5.1 Equipos de medición

Son aquellos equipos de la compañía eléctrica que sirven para medir el consumo de energía, estos equipos de medición son conocidos popularmente en muchos lugares de Estado, como “contadores de la luz”. Estos equipos deben estar ubicados en una zona accesible por los técnicos de la compañía, para su lectura y revisión y deben estar sellados y protegidos contra agentes externos.

2.5.2 Acometida

Llamamos acometida al punto donde la red general de la compañía eléctrica entronca con la instalación eléctrica particular de un determinado propietario. Por lo general se considera la ubicación de este punto en la derivación desde el medidor de energía de la edificación o la propiedad. Estos puntos de entrada a la red local del usuario, suelen tener protecciones para evitar problemas derivados de subidas de tensión provenientes de la red general.

2.5.3 Interruptores

Son uno de los elementos eléctricos de la instalación, más conocidos popularmente. Sirven para abrir o cerrar un circuito eléctrico, permitiendo o no el paso de corriente eléctrica, dentro de los interruptores, encontramos diferentes tipos:

2.5.3.1 Interruptor principal

Como su propio nombre indica es el principal interruptor de la instalación. Generalmente colocado justo después del equipo de medición, permiten cerrar todo el conjunto del circuito eléctrico.

2.5.3.2 Interruptor derivado

Ubicados para proteger y desconectar alimentadores de circuitos que distribuyen la energía eléctrica a las diferentes partes de la instalación.

2.5.3.3 Interruptor termo magnético

Conocido popularmente como magneto térmico, en muchas instalaciones puede hacer las veces de interruptor principal. Su función es proteger la instalación y a sus usuarios ante sobrecargas y corto circuitos. Existe magnetos térmicos de todos los tamaños, pensados para todo tipo de instalaciones.

2.5.3.4 Arrancador:

Se trata de un elemento compuesto por un interruptor termo magnético con fusibles, un conductor y un relevador. Mediante el contactor se cierra o abre los contactos al energizar o descargar la bobina. Sirve para arrancar motores y sistemas análogos.

2.5.4 Transformador:

El transformador es otro elemento importante en la mayoría de las instalaciones eléctricas. Sirve para cambiar el voltaje de la corriente eléctrica del suministro al voltaje necesario en la instalación. En grandes instalaciones puede que no necesiten modificar la tensión que nos llega desde la acometida, en cuyo caso no sería necesario utilizar transformadores. También se puede dar el caso en instalaciones industriales que se necesiten diferentes tipos de voltaje en cuyo caso sería necesaria la instalación de varios transformadores que se podrían agrupar en subestaciones.

2.5.5 Cuadros de distribución y conexión:

Conocidos por diferentes nombres, tales como: cuadros eléctricos, tableros de distribución, cajas de distribución y conexión, etc. Pueden ser: empotrados (en el interior de muros, máquinas o dispositivos de protección) o de superficie (fijados sobre distintas superficies), otro de los principales elementos que podemos encontrar en cualquier instalación eléctrica. Se trata de un habitáculo donde se encontrarán los interruptores arrancadores y otros dispositivos. En él se protegen cada uno de los distintos circuitos en los que se divide la instalación a través fusibles, protecciones magneto térmica y diferencial.

Cuadro general: Se coloca después del transformador y lleva generalmente un interruptor general, Cuadro para el control de motores: Se utiliza habitualmente en instalaciones industriales, los arrancadores se agrupan en cuadros eléctricos compactos conocidos como centros de control de motores. Cuadro de Distribución o derivado. Suelen orientarse a una parte de la instalación, pueden contener también un interruptor general.

2.5.6 Puntos de control:

Los puntos de control tampoco son habituales en instalaciones eléctricas domésticas o en pequeñas oficinas y comercios. Son lugares de la instalación donde se conectan al circuito diferentes elementos de control como: limitadores de carreras o de par, indicadores de nivel de temperatura, de presión etc.

2.5.7 Salidas para el alumbrado y enchufes:

Las salidas a las que se conecta el alumbrado, así como los enchufes, al igual que los motores, están al final de las instalaciones. En el caso de las luminarias consumen energía de la instalación y en el caso de los enchufes, servirán como toma de alimentación de corriente donde se conectan aparatos eléctricos y electrónicos.

2.5.8 Plantas de energía de emergencia:

No suelen estar presentes en instalaciones domésticas, o en pequeñas oficinas y comercios, aunque si son habituales en instalaciones industriales y grandes comercios. Suele estar formado por un motor de combustión interna conectado a un generador de corriente alterna.

2.5.9 Toma de tierra:

Toda instalación eléctrica debe contar con toma de tierra. Se trata de una conexión al suelo, para desechar corrientes eléctricas indeseables. Se trata de un electrodo, por lo general denominado “pica” enterrado en el suelo y unido a un conductor conectado a la instalación eléctrica.

Una de sus principales funciones en instalaciones de baja tensión es proteger a las personas contra electrocución.

2.6 Ductos de Instalación

Los ductos de instalación están sujetos por medio de bandejas por aire y las derivaciones por tubos PVC según la cantidad de hilos de cable AWG para cada tablero, o puntos de control.

2.6.1 Caja y Accesorios Metálicos o de PVC

2.6.1.1 Tableros de Control y Mando

Los Tableros son equipos eléctricos, cajas o gabinetes que concentran dispositivos de conexión, barras de distribución, elementos de protección, señalización, comando y eventualmente, instrumentos de medida,

Alarmas todos los componentes de maniobra y comando, con sus cubiertas y soportes correspondientes para cumplir una función específica dentro de un sistema eléctrico desde los cuales se puede proteger y operar toda la instalación o parte de ella.

En una o gabinete que contiene los dispositivos de conexión, de Maniobra, de comando, de protección de alarmas y señalización con sus cubiertas y soportes correspondientes para cumplir una función específica dentro de un sistema eléctrico.

Su fabricación o ensamblaje debe cumplir criterios de diseño y normas, garantizando la seguridad de los operarios y de las instalaciones donde se encuentran ubicados.

Utilizadas para soportar cables y canalizaciones deben tener especificado su volumen útil en cm^3 , para cajas en sistema de 600 voltios nominal, la longitud de la caja no debe ser inferior a 48 veces el diámetro exterior total del mayor conductor blindado o 32 veces el diámetro exterior del mayor conductor no blindado que entre en la caja.



Figura 45 Estructura de un tablero control y de mando

Fuente: Automatismos Jaume Jutglar I Banyerees

2.6.1.2 Cables Conductores

2.6.1.2.1 Cables eléctricos

Se llama cable a un conductor (generalmente de cobre o aluminio) o conjunto de ellos, generalmente recubierto de un material aislante o protector.

2.6.1.2.2 Tipos de cables

Nombre de cable para transmisores de luz (cable de fibra óptica) o esfuerzo mecánico (cable mecánico). Son materiales cuya resistencia al paso de la electricidad es muy baja. Los mejores conductores eléctricos son metales, como el cobre, el oro, el hierro y el aluminio, y sus aleaciones, aunque existen otros materiales no metálicos que también poseen la propiedad de conducir la electricidad, como el grafito o las disoluciones y soluciones salinas (por ejemplo, el agua de mar) o cualquier material en estado de plasma.

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

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

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

2.6.1.2.3 Conductores Eléctricos (cables)

Cable conductor de electricidad. Los cables cuyo propósito es conducir electricidad [1] se fabrican generalmente de cobre, debido a la excelente conductividad de este material, o de aluminio que aunque posee menores conductividades más económicas. Generalmente cuenta con aislamiento en el orden de 500 μm hasta los 5 cm; dicho aislamiento es plástico, su tipo y grosor dependerá del nivel de tensión de trabajo, la corriente nominal, de la temperatura ambiente y de la temperatura de servicio del conductor. Las partes generales de un cable eléctrico son:

- Conductor: Elemento que conduce la corriente eléctrica y puede ser de diversos materiales metálicos. Puede estar formado por uno o varios hilos.
- Aislamiento: Recubrimiento que envuelve al conductor, para evitar la circulación de corriente eléctrica fuera del mismo.
- Capa de relleno: Material aislante que envuelve a los conductores para mantener la sección circular del conjunto.
- Cubierta: Está hecha de materiales que protejan mecánicamente al cable. Tiene como función proteger el aislamiento de los conductores de la acción de la temperatura, sol, lluvia, etc.

2.6.1.2.4 Clasificación de los conductores eléctricos (cables)

Los cables eléctricos se pueden subdividir según:

Nivel de tensión

- cables de muy baja tensión (hasta 50 V).
- cables de baja tensión (hasta 1000 V).

- cables de media tensión (hasta 30 kV).
- cables de alta tensión (hasta 66 kV).
- cables de muy alta tensión (por encima de los 770 kV).

Componentes

- Conductores (cobre, aluminio u otro metal).
- Aislamientos (materiales plásticos, elastoméricos, papel impregnado en aceite viscoso o fluido).
- Protecciones (pantallas, armaduras y cubiertas).

Número de conductores

- Unipolar: Un solo conductor.
- Bipolar: 2 conductores.
- Tripolar: 3 conductores.
- Tetra polar: 4 conductores

Materiales empleados

- Cobre.
- Aluminio.
- Almelec (aleación de Aluminio, Magnesio).

Aislamiento del conductor

- Aislamiento termoplástico:
- PVC - (poli cloruro de vinilo).
- PE - (polietileno).

- PCP - (poli cloropreno), neopreno o plástico.
- Aislamiento termoestable:
- XLPE - (polietileno reticulado).
- EPR - (etileno-propileno).

Materiales aislantes

- Cables en papel impregnado:
- Papel impregnado con mezcla no migrante.
- Papel impregnado con aceite fluido.
- Cables con aislamientos poliméricos extrusionados:
- Polietileno reticulado. (XLPE)
- Goma etileno propileno (HEPR)
- Polietileno termoplástico de alta densidad (HDPE) [2]

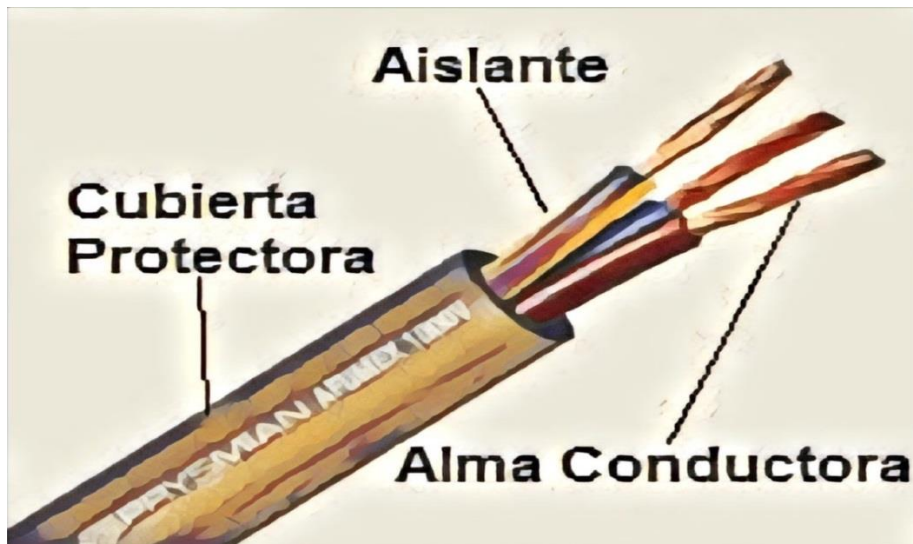


Figura 46 Estructura física y partes de un conductor

Fuente: Automatismos Jaume Jutglar I Banyerees

2.7 Componentes Electrónicos Activos a desarrollar

2.7.1 El SCR (Rectificador Controlado de Silicio)

Es un diodo rectificador de cuatro capas construido de silicio posee tres terminales ánodo (A), cátodo (K), y un terminal de control llamado gate(G).

Es componente unidireccional (conduce la corriente en solo sentido). Solo se dispara a gate con voltaje positivo A sido diseñado para trabajar con CC.



Figura 47 Símbolo del tiristor SCR

Fuente: Electrónica Industrial Timothy J. Maloney

2.7.2 El UJT (El transistor mono juntura)

Es un transistor que presenta muchas aplicaciones, entre ellas se encuentra osciladores, circuitos de disparo, control de fase, fuentes reguladas etc. Entre sus grandes ventajas se encuentra el bajo consumo de potencia.

El UJT o transistor mono juntura cuenta con un solo emisor y dos bases, entre las más importantes aplicaciones del UJT se encuentra el circuito conocido como oscilador de pulsos de relajación, que se emplea generalmente para el disparo de los SCRs y TRIACs.

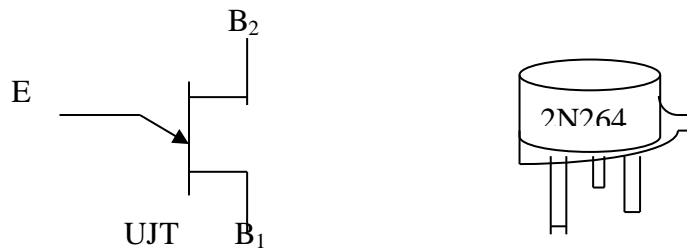


Figura 48 Símbolo del tiristor UJT

Fuente: Electrónica Industrial Timothy J. Maloney

2.7.3 Relé o Reléí

Es un componente electromagnético, está formado por una bobina con núcleo de hierro y unido mecánicamente a un pivote que tiene uno, dos o más contactos o suich cerrado (NC) Y abierto (NA), la forma comercial de adquirir un relé, está en función al voltaje de la bobina y la corriente que soportan los contactos teniendo un tiempo de conmutación de 5 a 30 ms, 12vcc-10A, 6vcc -8A, 24vcc-15A etc.... la resistencia de la bobina esta entre 100 a 800ohmnios aproximadamente.

- **Funcionamiento;** cuando circula corriente atreves de la bobina el núcleo de hierro se magnetiza creando un polo norte y sur el cual atrae la armadura en forma de L esto hace que permute los contactos cerrados se abran y los abierto se cierran.

2.7.4 Resistencia o Resistores

Es el componente electrónico más simple por su construcción y funcionamiento, el más utilizado en los aparatos electrónicos, los mismos se encuentran en un gran número en los diferentes circuitos, recordemos que a la circular corriente eléctrica por una resistencia, hay cierta oposición a ella por efecto de las colisiones entre los electrones libres que realizan a la circular por la resistencia, por definición indicamos la función generalizada de la (R) como.

- La oposición que ofrece a la circulación de electrones
- A obstaculizar el flujo de la corriente eléctrica
- A limitar la intensidad de la corriente eléctrica
- Regular el flujo de electrones

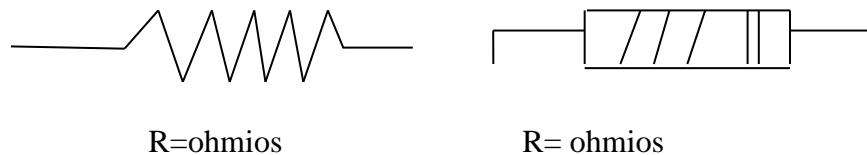


Figura 49 La resistencia eléctrica

Fuente: Electrónica Industrial Timothy J. Maloney

2.7.5 Condensadores (filtros)

Los condensadores son los componentes electrónicos más utilizados después de las resistencias en los aparatos electrónicos, todos los condensadores están formados por dos placas metálicas de aluminio, separada entre sí por un material aislante llamado dieléctrico como el poliéster, cerámica, oxido de tantalio y láminas muy finas de papel.

- **Función;** la función principal de un condensador es almacenar pequeñas cantidades de energía eléctrica entre sus placas (se asemeja a un tanque de agua). Esta propiedad recibe el nombre de capacitancia y por tanto se dice que un condensador tiene una determinada capacidad para almacenar corriente.



Figura 50 Símbolo condensadores filtros

Fuente: Electrónica Industrial Timothy J. Maloney

2.7.6 Diodos

Es un dispositivo semiconductor, componente de estado sólido por estar fabricado de un material por un material semiconductor como el germanio y silicio.

- **La función primordial de un diodo;** en circuito electrónico es permitir el paso de la intensidad de la corriente eléctrica en una sola dirección, el diodo permite el flujo de electrones en un determinado sentido e impedir el paso en sentido contrario

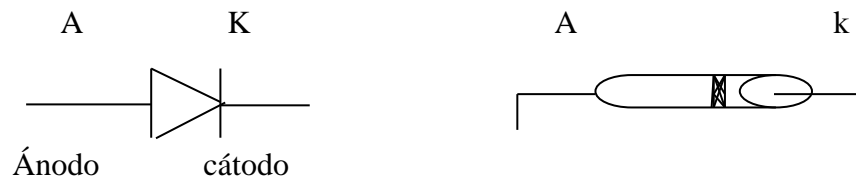


Figura 51 Símbolo diodo semiconductor

Fuente: Electrónica Industrial Timothy J. Maloney

2.7.7 Diodos Leds

Son diodos que emiten una luz visible o infrarroja cuando se polariza directamente, se emplean en transmisores ópticos y como visualizadores o pilotos, su funcionamiento se debe a que hay una energía liberada en forma de fotones

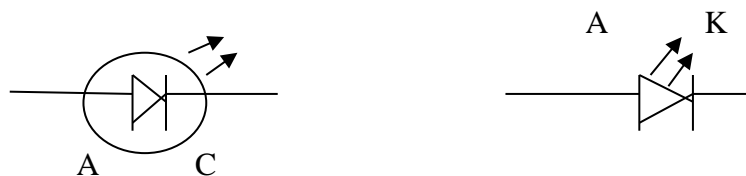


Figura 52 Símbolo diodo leds

Fuente: Electrónica Industrial Timothy J. Maloney

Nota: la forma de reconocer el catado a simple vista es que es la pata más corta o tiene un bisel cortadura en lente.

2.7.7 Controlador lógico programable plcs

Un PLC es una computadora digital de grado industrial diseñada para realizar funciones de control, especialmente para aplicaciones industriales, Cabe destacar que no podemos hacer una sola definición respecto a que es un plc, pero cada respuesta o definición siempre apuntarán al mismo contexto. Aquí te va otra definición.

El PLC es un dispositivo de control de estado sólido o controlador industrial computarizado que realiza una lógica discreta o secuencial en la fábrica o en el entorno de automatización.

De esta manera encontraras mucha otra respuesta respecto a los controladores lógicas programables. **Pero en concreto podemos decir que el PLC es un equipo electrónico programable diseñado para realizar funciones de control industrial.**

2.7.7.1 Introducción al PLC

La mayoría de los PLCs actuales son modulares, lo que permite al usuario agregar una variedad de funcionalidades que incluyen control discreto, control analógico, control PID, control de posición, control de motor, comunicación en serie y redes de alta velocidad. En comparación con las tecnologías más antiguas, el PLC es más fácil de solucionar, más confiable, más rentable y mucho más versátil.

Modicon, abreviado de controlador digital modular, es el nombre del **primer producto PLC y la marca que lo inventó**. A continuación, se muestra una imagen de un PLC Modicon. En este otro artículo te mencionamos las principales marcas de PLC más usadas.

2.7.7 2 Estructura de un PLC

- Fuente de alimentación DC
- Módulos de entrada y salida
- Unidad de procesamiento central (CPU)

- Equipo de programación

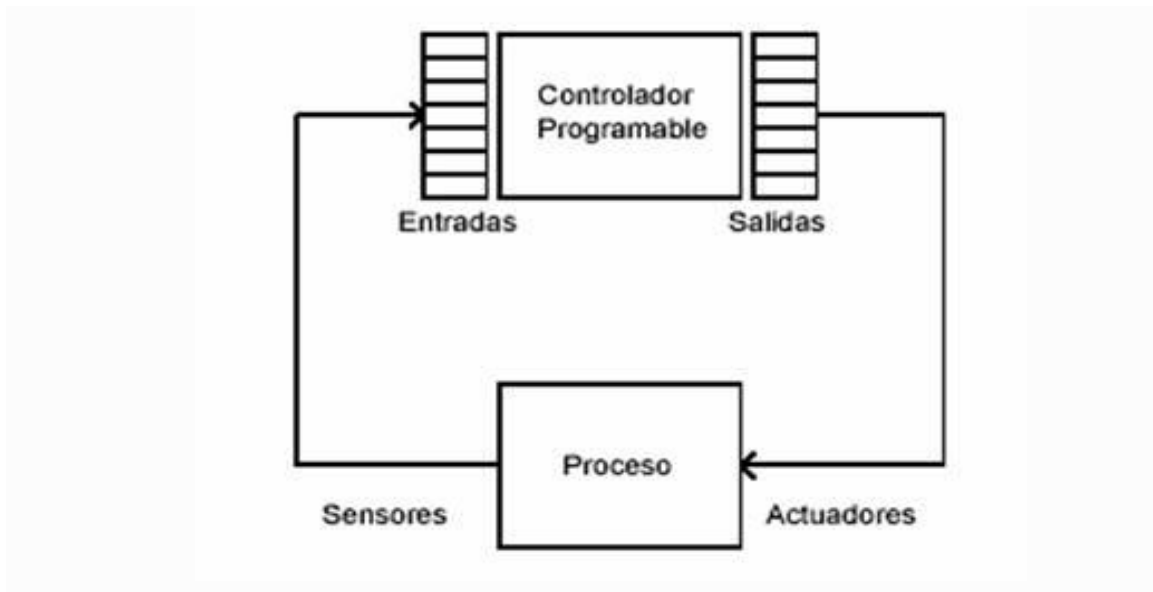


Figura 53 Enlace básico de un PLCs

Fuente: Electrónica Industrial Timothy J. Maloney

2.7.7.3 Módulos de entrada y salida (E / S)

Los módulos de entrada / salida en PLC son de dos tipos. Puede ser digital o analógico.

Al igual que cualquier otro dispositivo o máquina, tenemos que proporcionar información al controlador PLC, Por ejemplo, cuando el usuario presiona un botón, el motor arranca. Aquí se ingresa el botón del interruptor. El motor es un dispositivo de salida. En PLC, para tomar la entrada y devolver la salida, hay módulos de E / S.

Los módulos de entrada se utilizan para proporcionar una interfaz para dispositivos de entrada como diferentes tipos de interruptores (interruptor de botón, interruptor selector, interruptor limitado), sensores, etc.

Los módulos de salida se utilizan para proporcionar una interfaz para dispositivos de salida como motor, ventilador, relé, luz, lámpara, calentador eléctrico, válvula

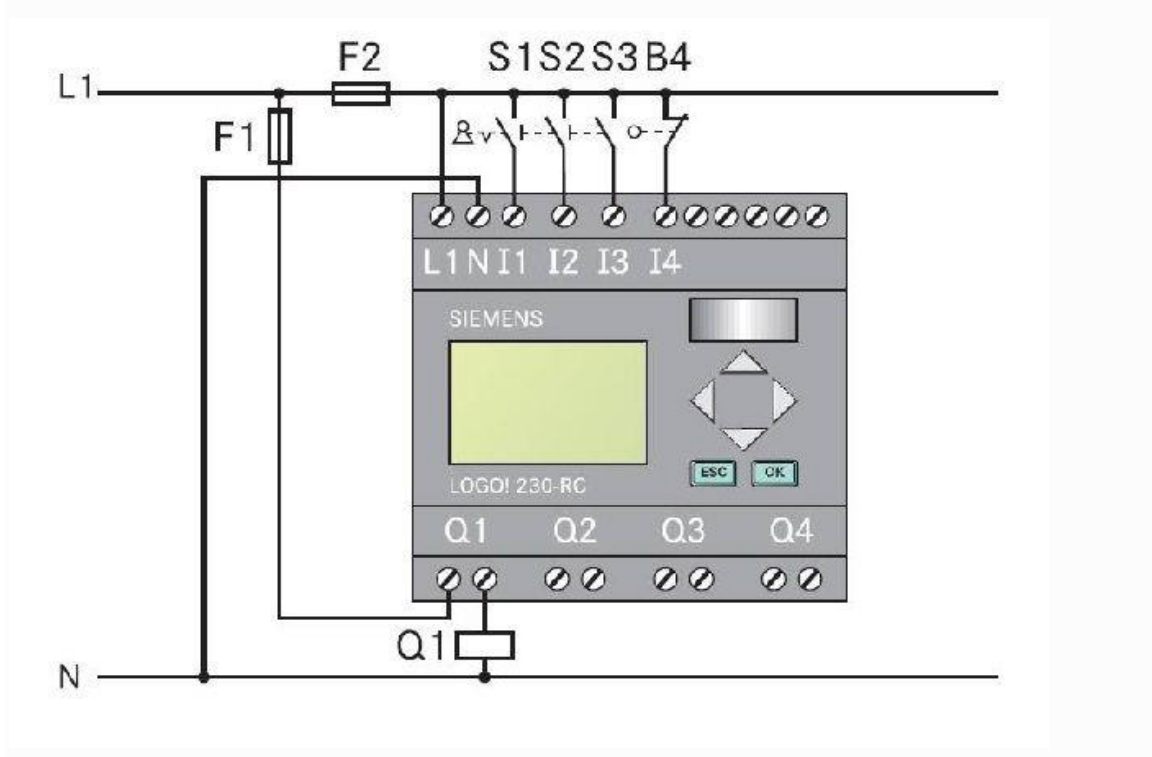


Figura 54 Estructura física de un micro PLCs

Fuente: Electrónica Industrial Timothy J. Maloney

2.7.7.4 Fuente de alimentación

La fuente de alimentación proporciona energía a todos los demás componentes para operar. Proporciona energía a los módulos de entrada / salida, sistema de memoria y procesador.

La función de la fuente de alimentación es proporcionar la alimentación de CC o CA para operar el PLC.

2.7.7.5 Unidad de procesamiento central (CPU)

La Unidad Central de Procesamiento es el corazón del sistema PLC. La función de la CPU es almacenar y ejecutar los programas de software. Es la parte que se encarga del

procesamiento de la información y está basado en un microprocesador y memorias. La unidad de memoria se comunica con el microprocesador para leer y escribir información.

2.7.7.6 Sistema de memoria

Todo PLC posee una memoria organizada en área de trabajo específica que es:

- ROM (Read only memory). Memoria de solo lectura o memoria del sistema operativo y no es accesible por el usuario, allí se almacenan los programas ejecutivos o firmware.
- RAM (Random access memory). Memoria de acceso aleatorio, memoria de datos o memoria de usuario, es una memoria volátil, almacena la información de las variables de entrada y salida.
- Memoria insertable (EPROM, EEPROM). Si se quiere garantizar totalmente el contenido de la información sin que se pierda el programa efectuado, éste deberá almacenarse y grabarse en memorias EPROM o EEPROM que son de tipo chips.

2.7.7.7 Ventajas de los PLCs

1. Componentes de estado sólido altamente confiables
2. Tamaño pequeño, espacio mínimo requerido
3. Elimine cables largos / conductos
4. Capacidad de comunicarse y conectarse fácilmente con la computadora. Puede usar varios protocolos de comunicación estándar.
5. Un menor costo asociado en comparación con la otra tecnología de automatización.
6. La operación rápida (sin tiempo de arranque) es una de las ventajas.
7. Puede realizar fácilmente los cambios en un diseño ya implementado.

8. Tiene un tiempo de escaneo rápido (cerca de 10-15 milisegundos). Requiere muy menos tiempo de operación para realizar cualquier tarea.



CAPITULO III: INGENIERIA DE PROYECTO

3.1 LÍNEA TRIFÁSICA INSTALADA EN EL TRANSFORMADOR

En primera instancia como dato se tiene la línea trifásica instalada en la Empresa “Angora” desde el puesto del transformador que tiene una potencia de 250 KVA hasta salida de la protección principal, de 380 voltios trifásicos en conexión estrella más neutro de cuatro hilos, donde se alimentara a la distribución de la energía a los tableros eléctricos TD1 Y TD2

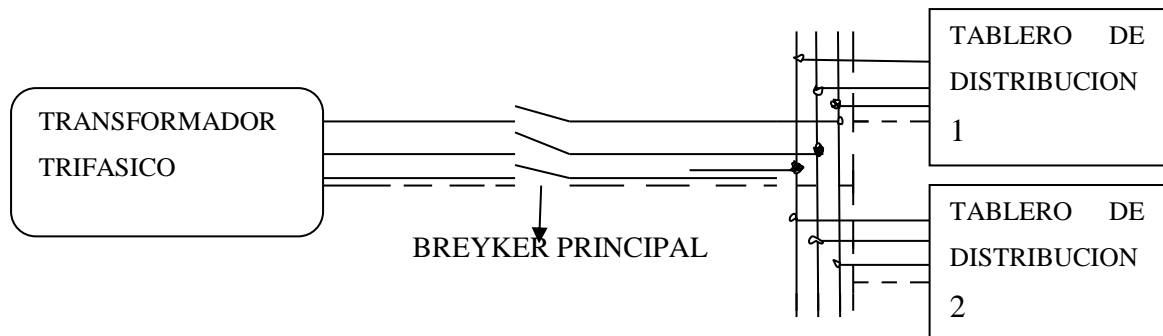


Figura 55 Diagrama Unifilar del Sistema de Distribución de Energía Propuesto

Fuente: Ilustración propia de investigación

Como se ha visto y se encontró el transformador trifásico instalado por la empresa DE LAPAZ el proyecto se ejecutará desde el suministro de energía, hasta los tableros de distribución y se dimensionará todos los sistemas de protección principal, secundaria más las protecciones de los motores, y sus elementos de control de los diferentes circuitos, para diferentes maquinas eléctricas, el detalle se ven en los diagramas de distribución.

RED TRIFASICA DE LA-PAZ R.S.T.N.

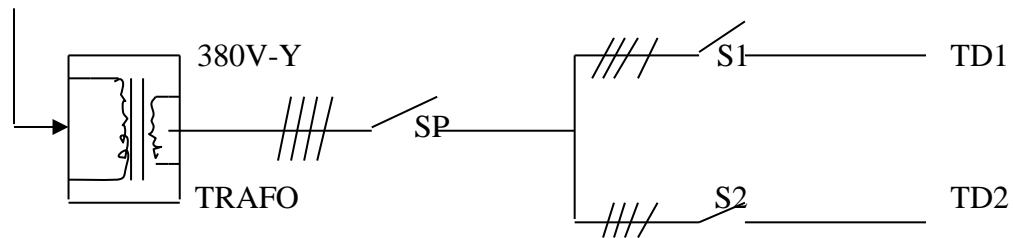


Figura 56 Esquema básico de distribución de energía, diagrama unifilar en ramificación

Fuente: Ilustración propia de investigación

Para Desarrollar el dimensionamiento de los dispositivos de control el número de conductor, la barra miento de los TD1 y TD2 se levanta la toma de datos de los motores eléctricos por circuitos que se mostrara el cuadro de cargas de cada tablero.

De la misma forma se recuerda el empleo de todas las fórmulas establecidas para el cálculo de los sistemas de protección, según normas indicadas en el capítulo “I” que se requieran manejo de tablas, la procedencia del material, la ubicación de las máquinas por circuitos en cada tablero etc...

3.1.1 Cuadro De Cargas que se Presentó a la Empresa de La paz TD1

Se tiene el No de circuitos la potencia de los motores de cada máquina y la protección encontrada en Amperes, el No del conductor, tipo de ducto.

Cuadro de Cargas

VOLTAJE: 220/380V SISTEMA TRIFÁSICO 4 HILOS; FZ. 50 HZ: ACOMETIDA:
8X4/0 AWG TW.CU

No de Circuitos	Descripción	Fuerza en hp	Potencia en W	Protección (A) aprox.	Conductor No AWG.	Ducto Pulg.
C1	Motor	5.5 cv	4048	3x15	14	1”

	Popper	fp=0.85				
C2	Motor cilindro yanque	50 hp fp=0.80	37300	3x150	4x1/0	3''
C3	Motor de mesa plana	20 hp Fp=0.80	14920	3x50	6	2''
C4	Extractor de vapor	7.5 hp fp=0.85	5595	3x18	11	1''
C5	Bomba de agua recuperada	3 hp fp=0.80	2238	3x8	16	1''
C6	Agitador cuba 3	5.5 cv fp=0.80	4048	3x15	13	1''
C7	Bomba de descarga cuba 3	7.5 hp fp=0.90	5595	3x18	11	1''
C8	Motor ecualizador	1 hp fp=0.86	746	3x3	18	1''
C9	Motor oscilador de tela	½ hp fp=0.88 In=	373	3x3	19	1''

Tabla 1 Descripción y Especificación de Motores TD1

Fuente: Ilustración propia de investigación

3.1.2 Cuadro de Cargas que se Presentó en la Empresa de La Paz TD2

De la misma manera se tiene el No de circuitos la potencia de los motores de cada máquina y la protección encontrada en Amperes, el No del conductor, tipo de ducto.

Cuadro de Cargas

Voltaje: 220/380v Sistema trifásico 4 hilos; Fz. 50 Hz: Acometida: 8x4/0 AWG Tw.Cu

No circuitos	descripción	Fuerza hp	Potencia w	Protección A aprox.	Conductor AWG.	Ducto plg.
C1	Motor agitador cuba 1	10 hp fp=0.80 In=	7460	3x63	6	1"
C2	Bomba de agua recuperada 1	4 hp fp=0.86 In=	2984	3x10	15	1"
C3	Motor bomba descarga 2	15 hp fp=0.90 In=	11190	3x63	6	1"
C4	Motor bomba de agua poso 1	3 hp fp=0.85 In=	2238	3x32	10	1"
C5	Motor zarando	2 hp fp=0.80	1492	3x25	12	1"
C6	Motor Screen	15 hp fp=0.86	11190	3X35	7	2"

C7	Motor bomba mezcladora	7.5 hp fp=0.85 In=	5595	3x18	11	12
C8	Motor agitador cuba 2	7,5 hp Fp=0.95 In=	5595	3x8	11	1''
C9	Motor refinador	30 hp Fp=0.86	22380	3x100	2	2''

Tabla 2 Descripción y Especificaciones de Motores TD2

Fuente: Ilustración propia de investigación

Al realizar el diagnóstico de los motores se pudo verificar que algunos no cuentan con sus datos completos en las placas de características diferentes, simplemente llevan marcados sobre su chasis la potencia del motor, y para esto se tiene que realizar el cálculo correspondiente para encontrar algunos datos que nos ayuden a determinar los componentes de protección para cada motor lo cual nos muestra que los motores ya tuvieron un tiempo de trabajo y necesitan un mantenimiento preventivo y en algunos el correctivo.

3.1.3. Parámetros de Cálculo para los Circuitos de TD1 Y TD2 Y Protección principal.

3.1.4 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCION PRINCIPAL (TERMOMAGNETICO - BREAKERS) (SP)

Para determinar el dimensionamiento del sistema de protección principal se realiza la sumatoria de potencias activas, de cada máquina en este caso los motores eléctricos, los mismos que son de una cantidad de 18 motores, 9 de TD1 y 9 TD2 los cuales serán

determinados por la corriente de consumo de carga. De la sumatoria total en amperios, en forma directa por.

$$\text{Breaker} = I_T \times 1.15$$

Formula básica de la corriente total de carga de cada máquina en sistema trifásico es.

$$I_t = I_{m1} + I_{m2} + I_{m3} + \dots + I_{m18} \quad \text{Ecuación de la corriente total} \quad (1)$$

La fórmula básica para hallar corriente de carga nominal para una máquina industrial que está conformado por motores eléctricos, está dado por.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi \cdot \eta}$$

(2)

Figura 57 Ecuación 2 Corriente trifásica activa

Fuente: Manual de Formulas Técnica (Kurt Gieck)

3.2. CALCULO DE COMPONENTES ELECTROMECHANICOS PARA SISTEMAS DE PROTECCION Y AUTOMATIZACION DE LOS MOTORES DE TD1 Y TD2.

Para determinar los valores de componentes eléctricos o electromecánicos luego de haber levantado el cuadro de cargas para los tableros, se toma en cuenta la corriente nominal de trabajo de las máquinas, los cuales pueden ser encontrados teóricamente o con mediciones eléctricas, en el desarrollo veremos algunos parámetros a seguir para cada máquina dependiendo de la potencia.

3.2.1. CALCULO PARA EL TERMOMAGNETICO PARA CADA MOTOR.

Este dado por la cantidad de corriente nominal de trabajo que circulara por el termo magnético a la vez protege cortocircuitos o algún otro error de falla que se pueda presentar en el trabajo

La fórmula básica a proporcionar es $I_n \times 1.15$ en amperios.

3.2.2. DIMENSIONAMIENTO DEL CONTACTORES PARA LA AUTOMATIZACION.

Se elige de acuerdo a las corrientes nominales de cada motor eléctrico que componen las diferentes máquinas de la planta, la selección se hará de acuerdo a la potencia activa que este dado en HP, CV, KW, Watts. Por tablas

3.2.3. DIMENSIONAMIENTO DE LOS RELES TERMICOS DE SOBRE CARGA.

El relé térmico de sobre carga también se elige en base a la corriente nominal absorbida del motor, por otro lado, está relacionado con la corriente de arranque, su regulación esta dado en amperios.

$$\begin{array}{l} \text{Fs. Factor de servicio de la maquina} \quad I_n = \frac{p}{\sqrt{3 \times V \times \cos \phi}} \quad \text{Amp} = I_n \times \text{fs} \\ \text{Fs.}=1.15\% \end{array} \quad (3)$$

Figura 58 Ecuación de la corriente nominal (I_n)

Fuente: Manual de Formulas Técnica (Kurt Gieck)

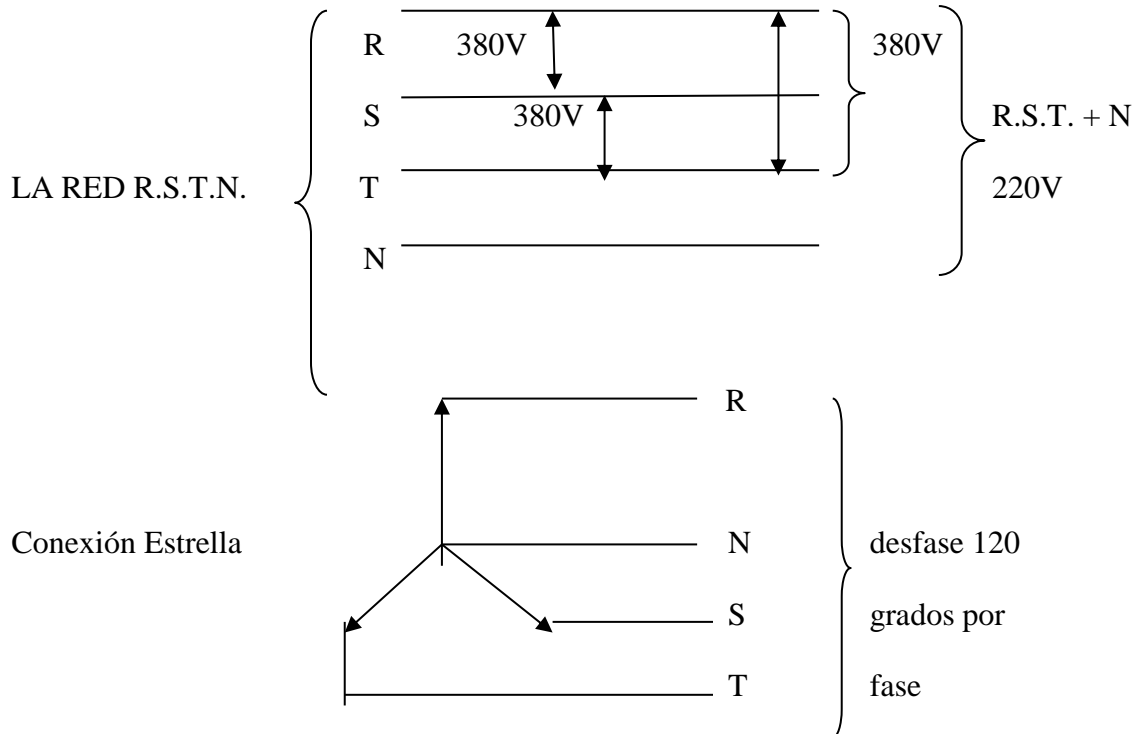
3.2.4. CALCULO DEL CONDUCTOR

Estará dimensionado por el corriente nominal encontrado teórico o practico, que se utilizará para la instalación de la maquina en AWG.

$$\text{Conductor} = I_n \times 1.25 = \text{AWG.}$$

3.3. Balanceo y Distribución de Cargas en Línea Trifásica

Se realizará el abarramiento respectivo en el tablero TD1, TD2



Cada fase del sistema debe estar equilibrado por la cantidad de cargas existentes, son nueve motores por tablero la potencia será equilibrado.

3.3.1. Elección de Tableros 1 y 2

Se elige el tablero con fondo rojo, a conexión de borneras para el ajuste de barras y rieldins para dispositivos electromecánicos de. 2.20 metros de largo y 1.5 de altura ancho de 25 cm.

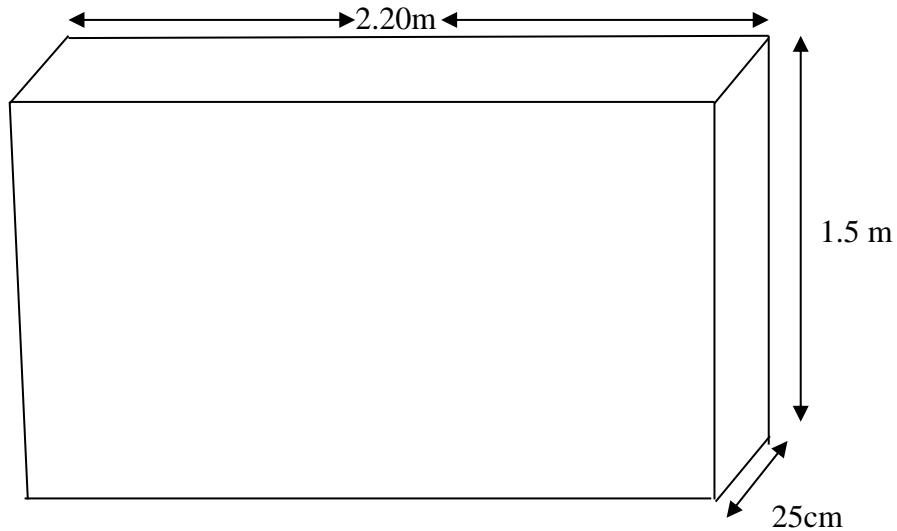


Figura 59 Vista frontal exterior del tablero eléctrico TD1 Y TD2

Fuente: Ilustración propia de investigación

3.3.2 Forma de implementación de los tableros

El control de mando de las maquinas se alojarán en el tablero, y los circuitos designados correspondientes que son nueve por tablero, entre ellos están en primera instancia el Barra miento trifásico, térmicos, breykers, contactores, relés térmicos, las botoneras etc.

Estos componentes que se adecuarán al tablero serán de acuerdo a los cálculos encontrados para cada motor específico, según las necesidades por el espacio determinado y el cableado propuesto.

El conductor que alimentara los tableros proviene directamente del puesto del transformador cable 4x4/0 AWG antes del seccionador (sp) principal a las barras de cobre de cada tablero los mismos también tienen protecciones, se lo llevara por lo alto de la pared del galpón para no ocasionar ningún problema a futuro, la forma física del tablero deberá ser.

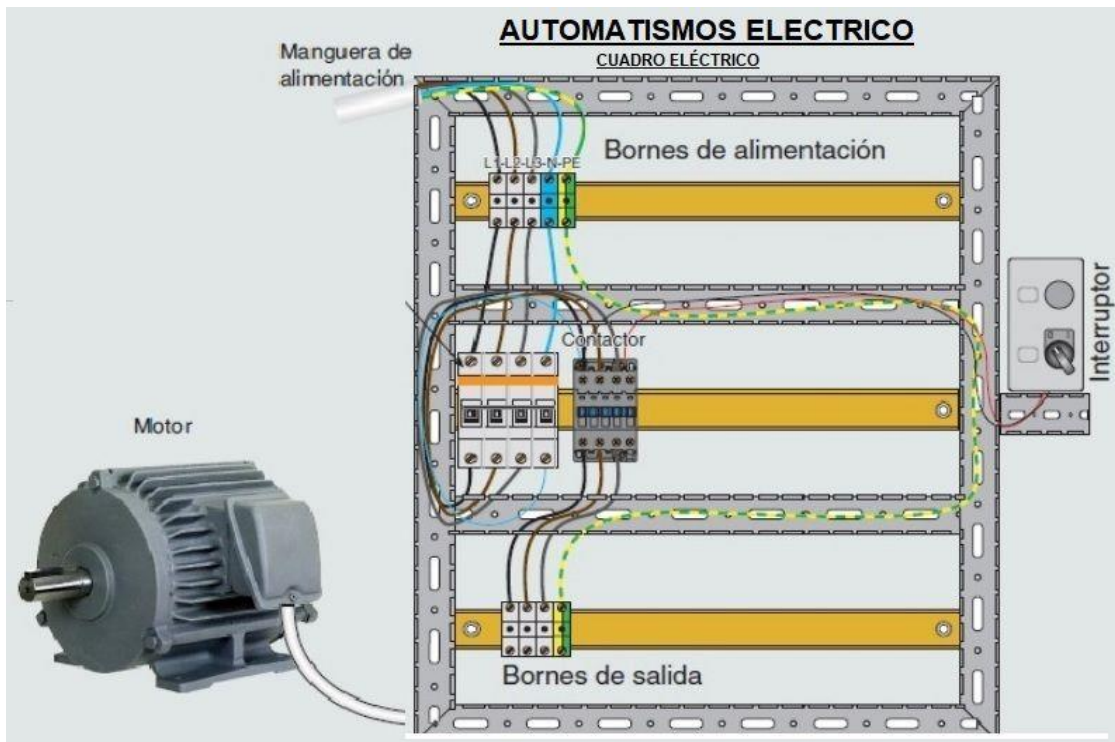


Figura 60 Estructura física interna del tablero y sus componentes

Fuente: [www. Eléctrica auto.com](http://www.Eléctrica auto.com)

3.3.3 Diseño de Circuitos TD1:

En este tablero el circuito de fuerza y el circuito de mando, se realizara secuencialmente en el orden de encendido como se ve en la figura posterior, los mismos estarán compuestos por térmicos de protección trifásico de sobre intensidad, y

cortocircuitos ,contacto res de enclavamiento, relés térmicos de sobre carga , y finalmente el motor, arranque directo el más usual, mediante tiempos con temporizadores en estrella triangulo, de acuerdo a la capacidad de potencia de los motores del más grande al más pequeño.

Para realizar el diseño de circuitos está basado por la norma DIN americano para ello utilizaremos el programa CAD. SIMU, y Automatización Estudio, en circuito de fuerza y de control, los motores pequeños se instalan en arranque directo, de la forma más ordenada se completará para los 9 motores los circuitos de fuerza y de control. Según la potencia de trabajo la norma nos indica que lo primero debe accionar es el motor más grande por su consumo de corriente, gradualmente los de potencia menor en orden de consumo.

3.3.3.1 Diseño de circuitos de fuerza del TD1

Inicio de circuitos de fuerza del TD1 primeros 7 motores como se ve en grafico

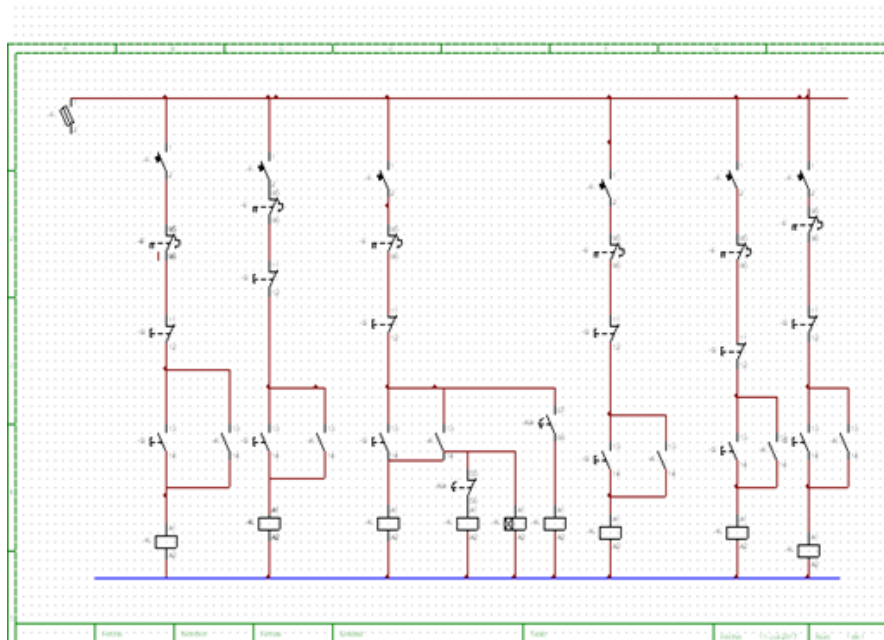


Figura 61 Esquema de circuitos de fuerza de C1 a C7

Fuente: Ilustración propia de investigación

Secuencia de trabajo de los motores C1 arranque directo, C2 arranque estrella triángulo porque es de mayor potencia llamado arranque especial, C3, C4, C5, C6, C7, se instala en arranque directo, como se muestra en el esquema los motores C8 Y C9 de la misma manera se realizarán los circuitos tanto de fuerza y control.

El orden de mando siempre es, del motor de potencia mayor debido al consumo de la corriente, al motor más pequeño esto está dado en manual de funciones del operador que lo va realizando en los tableros en forma automática en el enclavamiento de las maquinas eléctricas.

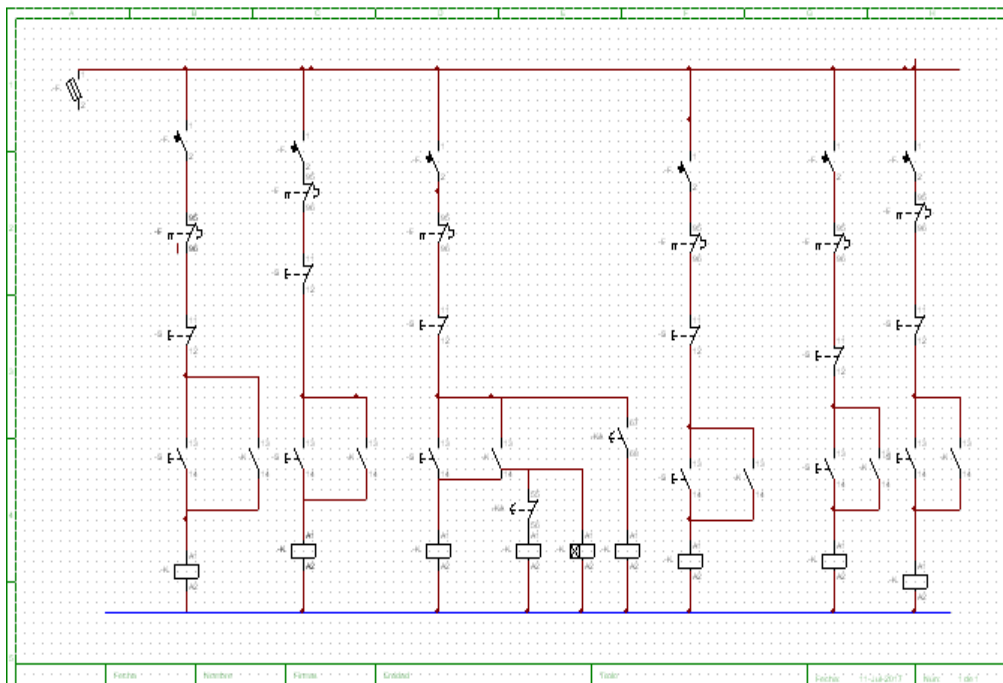


Figura 62 Diagrama del circuito de control TD1 (primeros 6 motores)

Fuente: Ilustración propia de investigación

3.3.3.2 Calculo de componentes eléctricos. (termomagnético, contactor, relé térmico, y numero de conductor del TD1

Cuando se tiene todos los datos de los motores eléctricos es sencillo calcular los componentes que se utilizaran, como se levantó en el cuadro de cargas se realizaran los cálculos teóricos con los datos que se tienen luego ver en tablas la comparación, Se desarrolla de la siguiente manera.

- Primeramente, se debe calcular la corriente para poder realizar la instalación adecuada del motor con los datos que se tiene con la formula trifásica que este dado.

$$P = \sqrt{3} \times pf \times I \times V \quad \text{Potencia trifásica (4)}$$

Donde pf es el factor de potencia, I es la corriente, V es el voltaje y P es la potencia activa, una vez teniendo la formula se despeja “I” y se tiene.

$$I = P / (\sqrt{3} \times pf \times V) \quad \text{Corriente eléctrica (5)}$$

-CÁLCULO DE LA CORRIENTE

Datos de C1 (motor Popper) con una $I_n = 8 \text{ Amp}$ $\text{rpm} = 2400$

$P = 5.5 \text{ CV}$

$F p = 0.85$

$V = 380 \text{ voltios}$

$$I = 5.5 \times 736 / (\sqrt{3} \times 380 \times 0.85) = 7.24 \text{ Amp}$$

-Cálculo del contactor

Se lo elige en base a la corriente nominal, y se utilizara el de capacidad superior comercialmente en este caso un contactor de 10 Amperios para potencia de 5.4. HP convertido de CV es lo necesario para peticiones técnicas.

-Relé térmico de sobre carga

También se elige en base a la corriente nominal es decir que para este motor se elige un relé con regulación de 6 a 10 Amperios a valor superior y se regulara en base a la corriente nominal del motor.

-Cálculo del conductor

$$\text{Conductor} = I \times 1.25 = 7.24 \times 1.25 = 9.05 \text{ Amp}$$

Por tablas se elige el No 15 pero por área comercial no existe se elige el No 14 AWG

Se multiplicará la corriente del motor por 1,25 para proteger el breaker, porque en el instante del arranque el motor la corriente incrementa y el conductor no tiene que calentar ya que esto ocasionaría que el breaker habrá el circuito.

-Cálculo del Termo magnético

Termgt = $I \times 1,15 = 7.24 \times 1.15 = 8.32$ Amp la aproximación por tablas es 10 Amp, más comercial, la otra forma es por criterios de protección de la norma NB 777

Se multiplica la corriente por 1.15 para proteger al conductor ya que sucede detectar el calentamiento, el breaker tendrá que abrir el circuito para evitar para evitar daños del conductor

-CÁLCULO DE LA CORRIENTE

Datos de C2 (Motor cilindro Yanque) In = 72 Amp

P = 50 HP

V =380

F p =0.80

Rpm = 2800

$$I = P / (\sqrt{3} \times pf \times V)$$

$$I = 37300 / (\sqrt{3} \times 0.80 \times 380) = 71.9 \text{ Amp} = 72$$

-Cálculo del contactor

Se elige por la corriente nominal 72 Amp por la potencia de 50HP o de 37.3 KW

-Relé térmico

Se elige a la base de la corriente nominal que es de 72 Amp, pero en tablas bajo regulación de 70 a 72 Amp

-Cálculo de conductor

Conductor = $I_n \times 1.25 = 72 \times 1.25 = 90$ Amp por tablas es No 2 AWG

-Cálculo del termo magnético o breaker

Breaker = $I \times 1.15 = 72 \times 1.15 = 82.8$ Amp el más próximo es de 90 Amp por criterios de protección por tablas

-CÁLCULO DE LA CORRIENTE

Datos C3 (motor de mesa plana) $I_n = 28$ Amp

P = 20 HP

V = 380 V

Fp = 0,80

Rpm = 1800

$$I = P / (\sqrt{3} \times pf \times V)$$

$$I = 14920 / (\sqrt{3} \times 0.80 \times 380) = 28.3 \text{ Amp}$$

-Cálculo del contactor

Se elige para un I_n de 28 Amp y una potencia de 20 HP

-Relé térmico

Se elige a la base de I_n de 28 Amp en rango de 28 a 30 Amp

-Cálculo del conductor

Conductor= $I_n \times 1.25 = 28.3 \times 1.25 = 35,3$ Amp por tablas es el No 8 AWG

-Cálculo del termo magnético

Termgt= $I \times 1.15 = 28.3 \times 1.15 = 32.5$ Amp por criterio de protección es de 40 Amp

-CÁLCULO DE LA CORRIENTE

Datos C4 (Extractor de vapor) $I_n = 11$ Amp

P=7.5 HP

V=380

Rpm =2200

Fp=0.85

$$I = P / (\sqrt{3} \times pf \times V)$$

$$I = 5595 / (\sqrt{3} \times 0.8 \times 380) = 10.63 \text{ Amp}$$

-Cálculo del contactor: se elige para una corriente de 11 Amp y una potencia de 7.5hp o en 5.5 KW

-Relé térmico: se elige a la base de I_n de 11 Amp a rango de 10 a 12 Amp

-Cálculo de conductor

Conductor= $I_n \times 1.25 = 10.63 \times 1.25 = 13.28$ Amp por tablas es el No 14 cercano.

-Cálculo del termo magnético

Termgt= $I \times 1.15 = 10.63 \times 1.15 = 12,22$ Amp por criterio de protección se elige 15 a 20 Amp

-CALCULO DE LA CORRIENTE

Datos C5 (bomba de agua recuperada) In= 4.5 Amp

P=3hp

V= 380

Fp= 0.80

Rpm= 2400

$$I = P / (\sqrt{3} \times pf \times V)$$

$$I = 2238 / (\sqrt{3} \times 0.80 \times 380) = 4.25\text{Amp}$$

-cálculo del contactor: se elige de In 4.5 Amp para potencia de 3HP

-Relé térmico: se elige un rango de 4 a 6 Amp

-Cálculo del conductor

Conductor= In x 1.25= 4.25 x1.25=5.31Amp por tablas se elige No 16 AWG

-Cálculo del termo magnético: Termgt =Ix1.15=4.25x1.15=4.8Amp de 10Amp

-CALCULO DE LA CORRIENTE

Datos C6 (Agitador cuba 3) In=8Amp

P=5.5CV

V=380

F p= 0.60

Rpm= 1800

$$I = P / (\sqrt{3} \times pf \times V)$$

$$I = 4048 / (\sqrt{3} \times 0.80 \times 380) =7.69\text{Amp}$$

-Cálculo del contactor: se elige de 8Amp para potencia de 5.5 CV

-Relé térmico: se elige un rango de 6 a 8Amp

-Cálculo del conductor: $I_n \times 1.25 = 7.69 \times 1.25 = 9.6$ Amp por tablas es No 14AWG

-Cálculo del termo magnético : $Termgt = I \times 1.15 = 7.69 \times 1.15 = 8.84$ Amp es de 10Amp

-CALCULO LA CORRIENTE

Datos C7 (bomba de descarga cuba 3) $I_n = 10$ Amp

P=7.5 hp

V=380

Fp=0.90

Rpm=3000

$$I = P / (\sqrt{3} \times pf \times V)$$

$$I = 5595 / (\sqrt{3} \times 0.90 \times 380) = 9.45 \text{ Amp}$$

-contactor: se elige de 10Amp para una potencia de 7.5 HP

-Relé térmico: se elige a un rango de 8 a 10Amp

-cálculo del conductor: $I_n \times 1.25 = 9.45 \times 1.25 = 11.81$ Amp por tablas No14AWG

-Cálculo del termo magnético: $Termgt = I \times 1.15 = 9.45 \times 1.15 = 10.86$ Amp el disyuntor es de 15Amp.

-CALCULO DE LA CORRIENTE

Datos de C8 (Motor Ecuallizador) $I_n = 1.4$ Amp

P=1HP

Fp= 0.86

$P_i \times \eta =$ potencia nominal por rendimiento se tomará el rendimiento

V=380

Rpm=2200

η =Rendimiento=0.92

$$I = P / (\sqrt{3} \times p \times f \times V \times \eta)$$

$$I = 746 / (\sqrt{3} \times 0.86 \times 380 \times 0.92) = 1.43 \text{ Amp}$$

-cálculo del contactor: se elige de 1.4Amp para una potencia de 1HP

-Relé térmico: se elige al rango de 1 a 3mp

-Cálculo del conductor: $I_n \times 1.25 = 1.4 \times 1.25 = 1.75 \text{ Amp}$ por tablas No 18AWG

-Cálculo del termomagnético: $I_n \times 1.15 = 1.4 \times 1.15 = 1.61 \text{ Amp}$ el térmico es de 10Amp

CALCULO DE LA CORRIENTE

Datos C9 (Motor oscilador de tela)

$I_n = 1 \text{ Amp}$

$P = 1/2 \text{ hp}$

$V = 380$

$F_p = 0.80$

Rpm= 1800

$\eta = 0.75$

$$I = P / (\sqrt{3} \times p \times f \times V \times \eta)$$

$$I = 373 / (\sqrt{3} \times 0.80 \times 380 \times 0.75) = 0.94 \text{ Amp}$$

-Cálculo del contactor: se elige de 1mp para una potencia de 0.5 HP

-Relé térmico: se elige un rango de 0.5 a 3Amp

-Cálculo del conductor: $I_n \times 1.25 = 0.94 \times 1.25 = 1.17 \text{ Amp}$ por tablas No 18AWG

-Cálculo del termomagnético: $I \times 1.15 = 0.94 \times 1.15 = 1.08 \text{ Amp}$ el térmico de 10Amp

3.3.3.2.1 Estructura física del tablero TD1 interior y superior

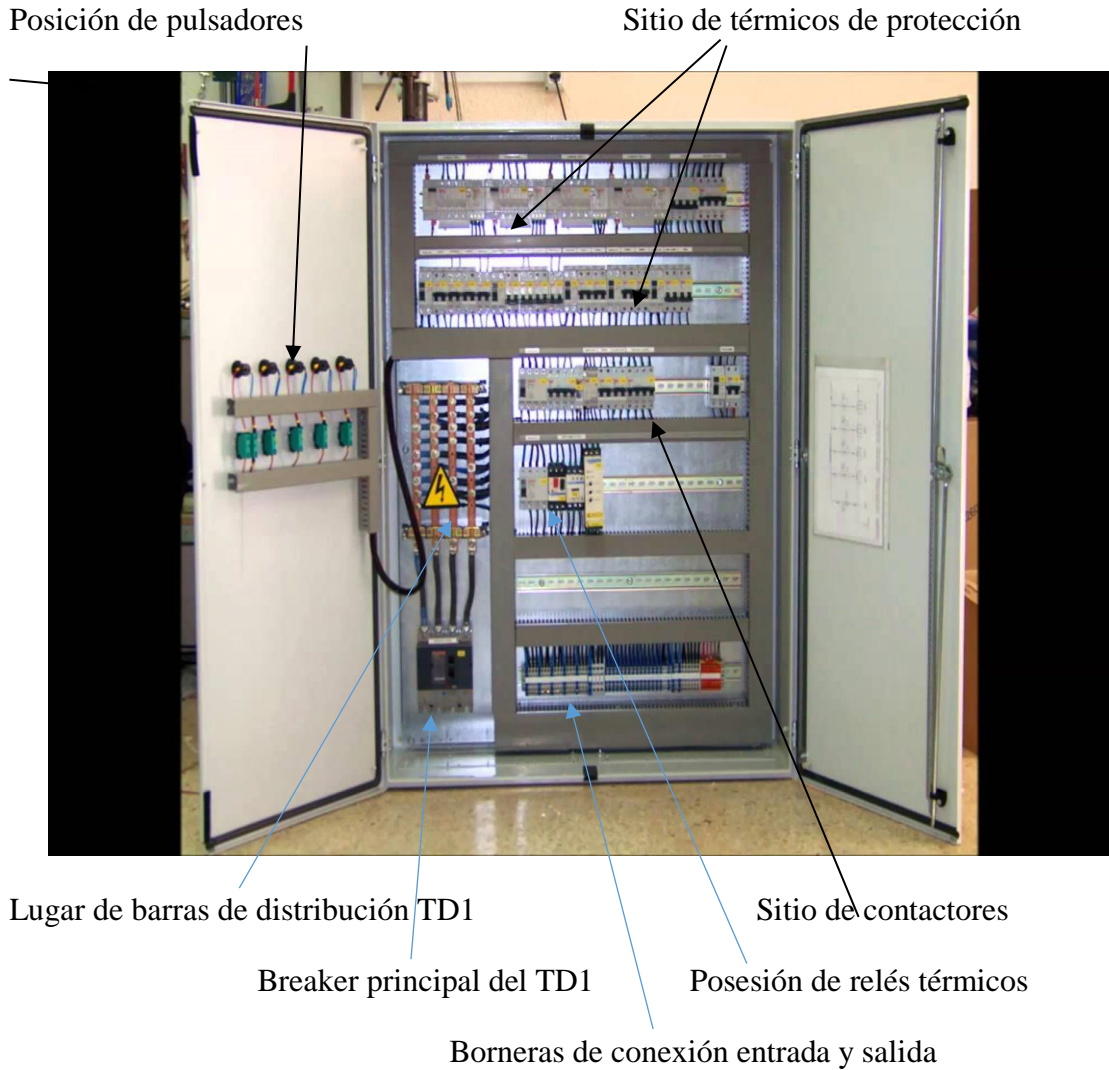


Figura 63 Forma de implementar el tablero principal del TD1 y sus características

Fuente: [www. Eléctrica auto.com](http://www.Eléctrica auto.com)

Este tablero esta posesionado alrededor de las maquinas en la parte lateral de la pared por normas se indica que siempre debe estar pegado y ajustado en un lugar de fácil acceso, como vemos los elementos de control se indican en puntos específicos según el tipo de conexión en los circuitos de fuerza y de control.

Como se indica en esta primera parte en la figura se observa el tablero ya para implementar en la industria tiene espacios para cubrir las necesidades posteriores de ampliación. El diseño está basado para futuras ampliaciones.

Solamente por el momento está controlando nueve máquinas de prioridad las bombas de agua y agitación en primera instancia para el llenado de agua.

Indicador de tablero TD1 parte superior botones de paro (color rojo)



Pulsador de marcha (color verde)

llave de contacto maquina

Llave de contacto principal del tablero control TD1

Figura 64 Parte externa del tablero posiciones de control mínimo

Fuente: [www. Eléctrica auto.com](http://www.Eléctrica auto.com)

En la tapa se indica algunas señales de control previstos de acuerdo a la necesidad para el control de diferentes maquinas según la secuencia de trabajo.

3.3.3.2.2 Calculo del breaker, conductor, barras de cobre general del tablero TD1

Datos:

$$Pt = Ptc1+Ptc2+Ptc3+Ptc4+Ptc5+Ptc6+Ptc7+Ptc8+Ptc9$$

$$Pt = 74863$$

$$V=380$$

$$It= 142.346 \text{ Amp}$$

$$I = P / (\sqrt{3} \times pf \times V) = 74863 / (1,73 \times 0,8 \times 380) = 142.346 \text{ Amp}$$

Cálculo del Breaker General del TD1

$$Bg1= It \times 1,15= 142.346 \times 1.15=163.69 \text{ Amp}$$

Se utilizará un breaker de 200 Amperios sobredimensionado por motivo de crecimiento de la industria, y el valor comercial.

No de conductor del transformador al tablero TD1

$$C_{TD1} = It \times 1,25= 142.346 \times 1.15=163.69 \text{ Amp}$$

El número de conductor por tablas será 4x4/00 AWG Tw cu 67.43 (mm²)

Cálculo de barras de cobre del TD1

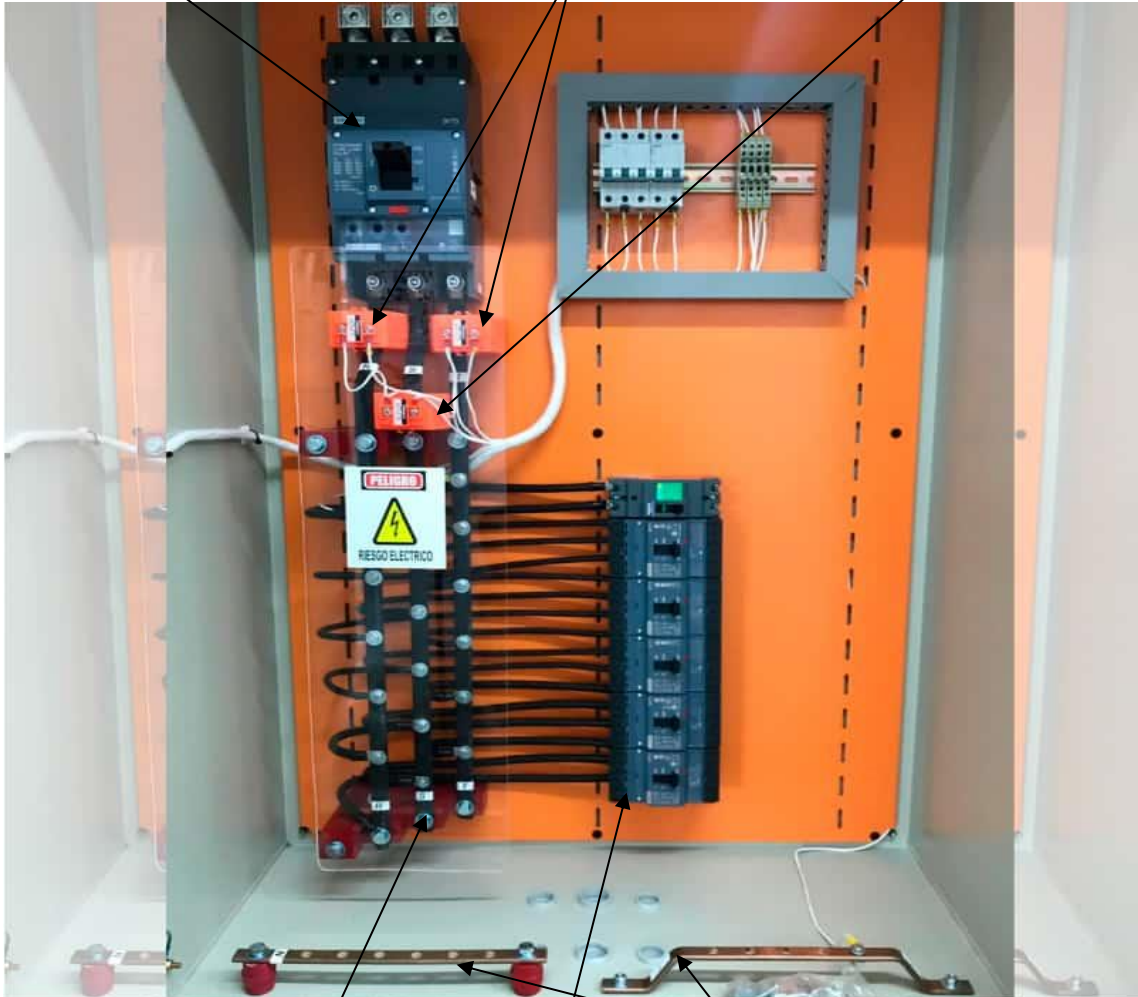
Para calcular las barras de cobre se le sumara el 50% al número del conductor encontrado es decir 67.43+33.7=101.13 mm y se buscara por tablas la dimensión exacta de la barra de cobre que se utilizara en el tablero.

Se le suma un 50% por que la barra de cobre sufre perdidas en sus orificios donde se realizaran los empalmes para derivar a los diferentes circuitos.

Datos del tablero TD1

Conductor	4x4/00 AWG Cu
Breaker	200 Amp
Barras de cobre	25.40x5.35 mm
	1"x1/8" pulg. Por Tabla
Ipxi (aisladores)	200 A
CTs	600/5 A
Medidor analógico (amperímetro)	
Medidor analógico (voltímetro)	

Breaker principal TD1 Medidor de Voltaje Pts. Medidor de (A) CTs



Barras de cobre de 25.4x5.35 mm

Barra de distribución a Neutro

Térmicos de protección de circuitos

Figura 65 Estructura interna del abarramiento y sus componentes de distribución

Fuente: [www. Eléctrica auto.com](http://www.Eléctrica auto.com)

3.3.3.2.3 Cuadro de componentes adecuados en diseño al tablero TD1

No	Descripción	Potencia del motor	I (A)	contactor	breaker	AWG	Relé está sujeto a regulación
C1	Motor popper	5.5CV	7.2	8	10	14	6-10
C2	Motor cilindro Yanque	50HP	72	72	80-100	2	60-72
C3	Motor mesa plana	20HP	28.3	28	40	8	20-30
C4	Extractor de vapor	7.5HP	10.6	11	20	14	10-12
C5	Bomba de agua recuperada	3HP	4.25	4.5	10	16	4-6
C6	Motor agitador cuba 3	5.5CV	7.6	8	10	14	6-8
C7	Bomba de descarga cuba 3	7.5HP	9.45	10	15	14	6-10
C8	Motor ecualizador	1HP	1.43	1.45	10	18	0-3

C9	Motor oscilador de tela	1/2HP	1	1	10	18	0-3
-----------	-------------------------------	-------	---	---	----	----	-----

Tabla 3 Componentes adecuados TD1

En el cuadro se especifica los valores encontrados por cálculos mediante fórmulas requeridas según las normas se dan tolerancia en algunos valores, siempre al mayor porcentaje aproximado en tablas y el área comercial de venta.

3.3.4 Diseño de Circuitos del TD2.

En este tablero el circuito de fuerza y el circuito de mando, se realizará secuencialmente al igual que el TD1 con la única diferencia que se incorporara una tarjeta electrónica que controle secuencialmente el arranque de los motores de baja potencia, y se utilizara un micro plc para el inversor de giro, los mismos componentes ya son indicados en el marco teórico, de la misma manera en el desarrollo. Porque algunas máquinas presentan trabajos especiales, el TD2 está conformado por 9 motores.

3.3.4.1 Circuito de la Tarjeta electrónica

Está compuesto por las resistencias, UJT transistor de unijuntura, diodos, filtros. Leds, SCR, por último, relés, en DC.

Estará diseñado secuencialmente con su respectiva protección para la conducción de corriente eléctrica, para el circuito de disparo del SCR, y la alimentación de A.C. en circuito de mando como se ve en el esquema.

El Transistor Unijunction o UJT, para abreviar, es otro dispositivo de tres terminales de estado sólido que se puede usar en aplicaciones de generador de impulsos, circuitos de temporización y disparador para conmutar y controlar tiristores y triac para aplicaciones de tipo de control de potencia de CA.

Para diseño un oscilador base se toma en cuenta los siguientes parámetros; Que Ra y Rb deben ser mucho menores que rbb, Que $5k < R < 100K$ entonces $V_d = \eta \times V_{cc} + 0.6$

Para el tiempo $t = RC \ln (V_{cc} / (V_{cc} - \eta V_{cc} - 0.6))$ luego tomamos

a) $V_{cc} - \eta V_{cc} \gg 0.6$

b) $\eta = 0.65 \quad f = 1/(RC)$ con estas fórmulas básicas se halla R y C Para el oscilador básico como se ve en el esquema.

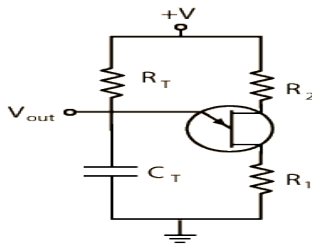


Figura 66 Oscilador básico transistorizado UJT.

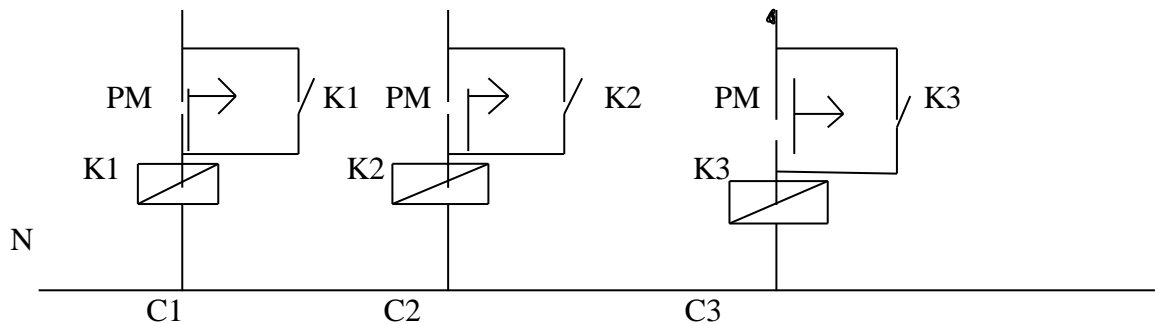
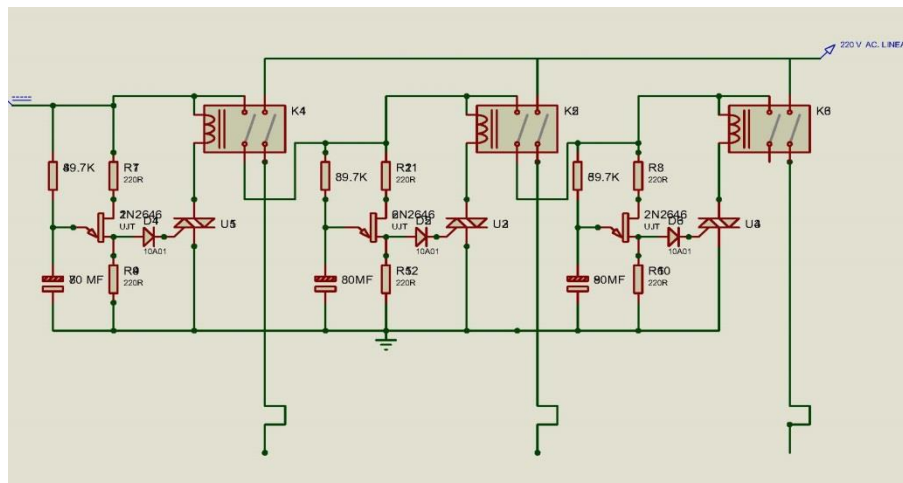


Figura 67 Circuito secuencial arranque de motores transistorizado

Fuente: Propia de la investigación

La tarjeta controlara los motores de baja potencia C1, C2, C3 los componentes de la tarjeta como se ve en el circuito se repiten los valores de cada tiempo de

Arranque, así mismo cada circuito de tiempo tiene su protección con los diodos la parte de corriente alterna a DC. Los valores de cálculo se verán en el desarrollo del proyecto es una aplicación de electrónica industrial y la parte de automatismos.

3.3.4.1.1 Consideraciones de diseño para UJT tarjeta

Tomamos los siguientes parámetros;

1) R_a y R_b mucho menores que r_{bb} , por tanto.

Como $r_{bb} = 6k$ entonces $R_a = R_b = 0.22k$

2) El valor de R deberá ser mayor a $5k$ y menor a $100k$ con la finalidad de asegurar el funcionamiento del UJT en su zona de trabajo.

Los datos iniciales son:

$V_{cc} = 10\text{ V}$; $\eta = 0.65$; $R_a = R_b = 0.22k$; $C = 150\text{nf}$

a) Para $f = 60\text{ hz}$

De $f = 1 / (RLC \ln (V_{cc} / (V_{cc} - \eta V_{cc} - 0.6)))$

Despejando $R = 1 / (fc \ln (V_{cc} / V_{cc} - \eta V_{cc} - 0.6))$

Remplazando datos

$R = 1 / (60 \times 150 \times 10^{-9} \times \ln (10 / (10 - 0.65 \times 10 - 0.6)))$

$R = 89.7\text{ K}$

Los resultados que se ven a continuación son los valores del circuito de la tarjeta que será implementado para el arranque de tres motores en secuencia de trabajo donde, R es de $89.7k$, y R_a , R_b es de $0.22k$ igual 220 ohmios el condensador de 150nf es variable para diferentes tiempos como la frecuencia de trabajo, estos valores son

reemplazados en C1, C2, C3 los valores son los mismos para las tres etapas, con protección principal en DC con los diodos a la entrada del SCR gate disparo.

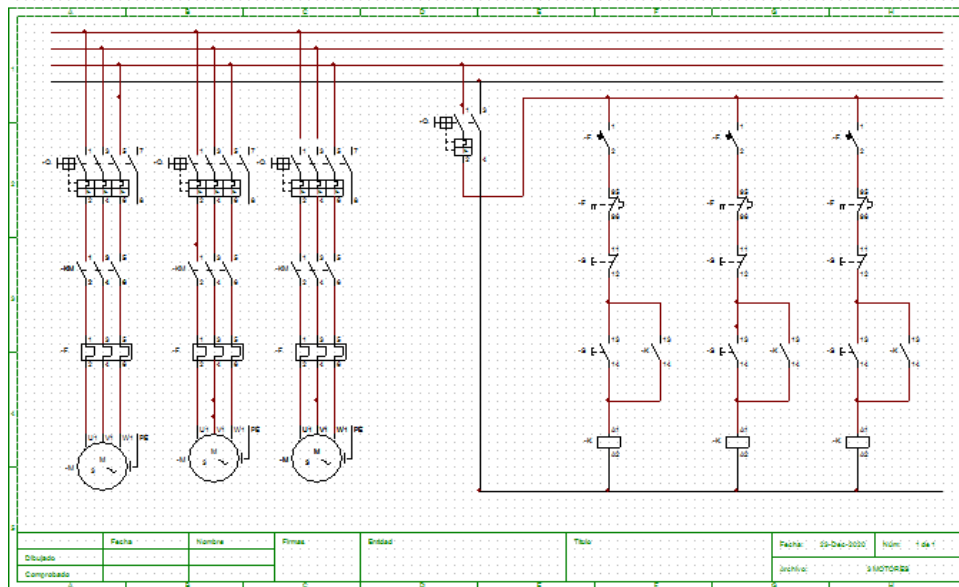


Figura 68 Circuito de fuerza y de control de motores C1, C2, C3 tarjeta

Fuente: Propia de la investigación

El circuito controla los tres primeros motores de baja potencia en forma secuencial según la necesidad de las maquinas, el enlace en el circuito de control se lo realiza donde está el ingreso al contactor de la línea de fase que viene de la parte superior de los relés, de corriente continua. Que da paso a la línea de fase como se ve en el esquema anterior.

El circuito de fuerza se mantiene en arranque directo normalmente con sus elementos de control requerido como se muestra en la figura.

3.3.4.1.2 Arranque por medio de PLCs

La aplicación del micro PLCs está sujeto al manejo del SEN OMROM con alimentación de 12 y 24 voltios DC, que manejan tres motores con trabajos especiales en secuencia

continuo con la finalidad de ahorrar espacios de cableado una aplicación dada con entradas I_0 hasta I_5 .

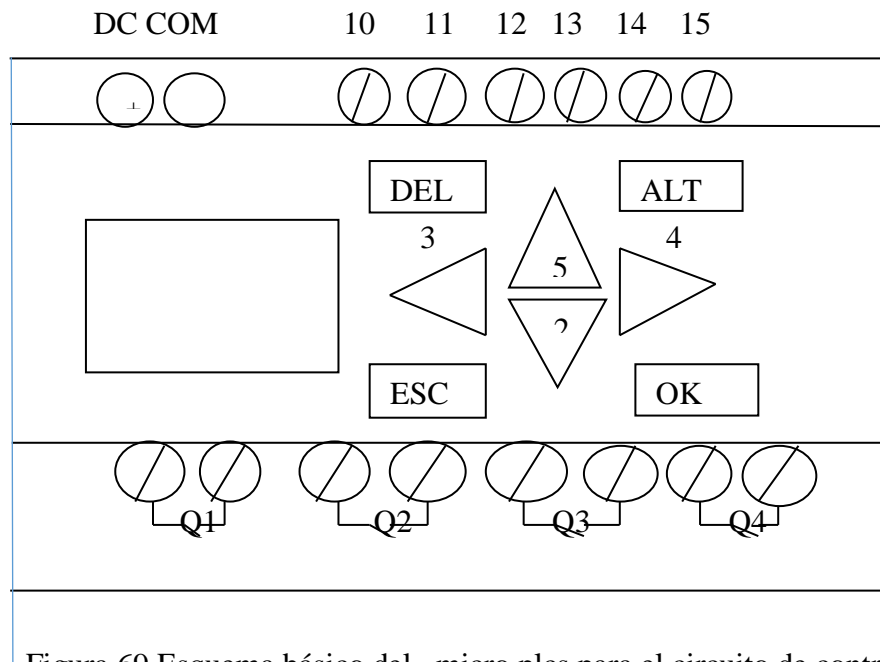


Figura 69 Esquema básico del micro plcs para el circuito de control TD2.

Fuente: Propia de la investigación

Cuando realizamos el circuito de arranque directo de tres motores como sigue es necesario tomar en cuenta la carga necesaria, el plsc, nos ayuda simplemente a tomar el mando y control del circuito.

Sistema de programación Ladder a utilizarse para tres motores C1, C2, C3.

El lenguaje Ladder, diagrama Ladder, diagrama/lógica de contactos, o diagrama en escalera, es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los autómatas programables debido a que está basado en los esquemas Eléctricos de control clásicos. De este modo, con los conocimientos que todo técnico o ingeniero eléctrico posee, es muy fácil adaptarse a la programación en este tipo de **lenguaje**.

Ladder es uno de los varios lenguajes de programación para los controladores lógicos programables (PLCs) estandarizados con IEC 61131-3.

Hay tenemos el sistema cableado de fuerza y control de C1, C2, C3

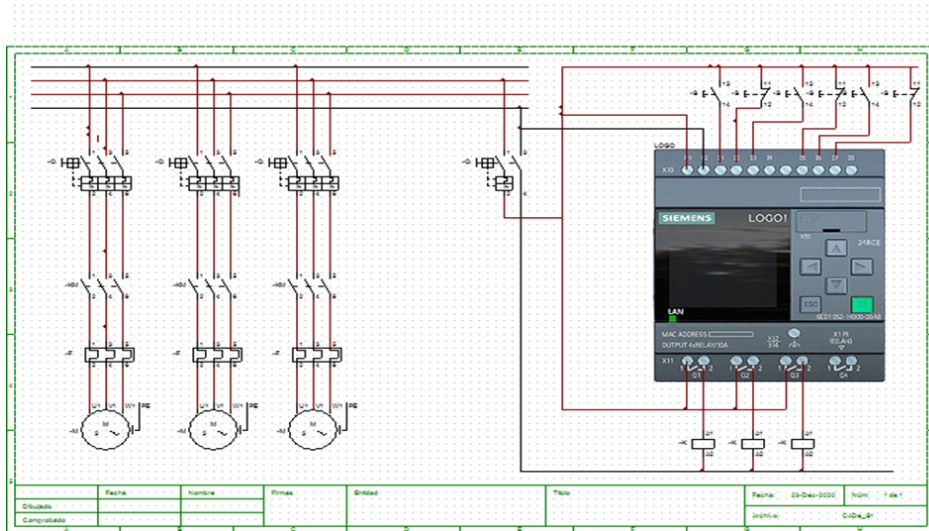
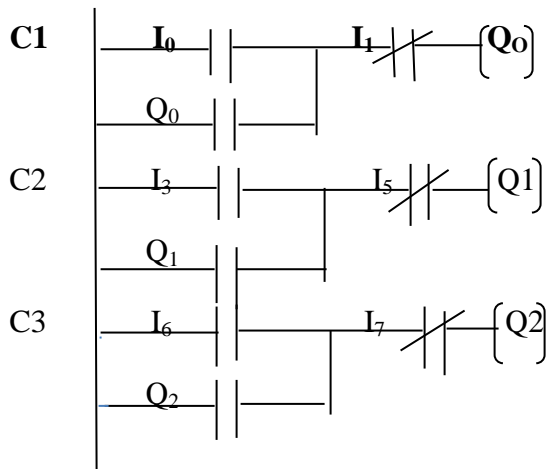


Figura 70 Circuito esquemático de fuerza y control bajo Ladder

Parte de programación e Ladder:



3.3.4.1.3 Arranque directo de motores C7, C8, C9

para los motores C7, C8, el sistema de arranque es directo porque son de menor potencia la bomba mezcladora y el agitador cuba 2, tenemos el ultimo motor C9 Refinador de mayor potencia el cual el tipo arranque será en estrella triangulo por su consumo de

corriente eléctrica, es más por normas se debe utilizar arranques especiales como vemos simulador que sigue.

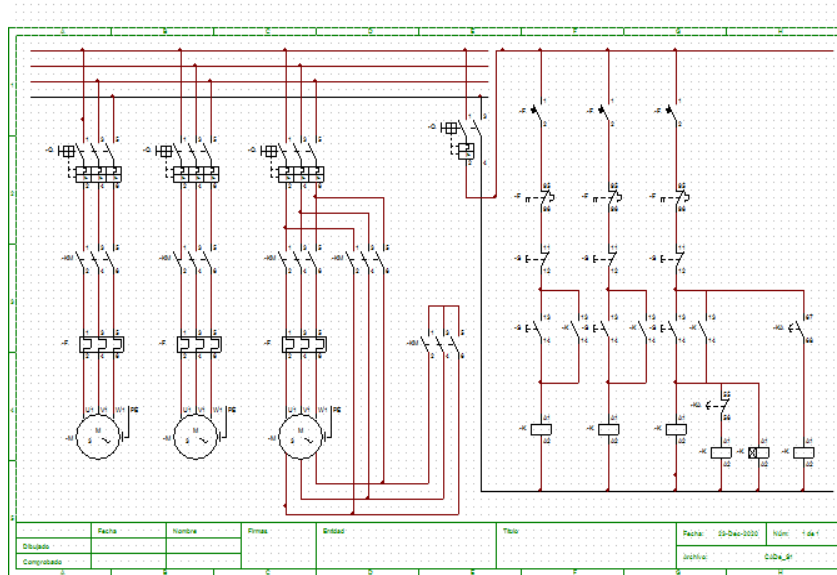


Figura71 Esquema de arranque de C7.C8, C9 del TD2

Fuente: Propia de la investigación

3.3.5 Calculo de componentes electromecánicos del TD2

De la misma manera se realiza los cálculos con los datos del cuadro de cargas deTD2 para los valores de, el termomagnético, contactores, relé térmico y el conductor de los diferentes circuitos que compone este tablero de fuerza y de control, todos los motores, algunos no llevan el rendimiento se asume un 0.9%

-CALCULO DE LA CORRIENTE

Datos C1 (Motor agitador cuba 1) $I_n=14.5\text{Amp}$

$$P=10 \text{ HP} \quad I = P / (\sqrt{3} \times \text{pf} \times V) = 7460 / (1,73 \times 0.80 \times 380) = 14.18\text{A}$$

$$V= 380 \quad I = P / (\sqrt{3} \times \text{p} \times f \times V \times \eta)$$

$$F_p= 0.80$$

Rpm= 1800

Cálculo del contactor: se elige de un valor de 14.18 Amp para 10hp

Calculo relé térmico: se elige con In del motor de un rango de 10 a 14.5 Amp

Cálculo del conductor: $In \times 1.25 = 14.18 \times 1.25 = 17.7 \text{ Amp}$ por tablas No 12 AWG

Cálculo del termomagnético: $In \times 1.15 = 14.18 \times 1.15 = 16.3 \text{ Amp}$ de 20A comercial

-CALCULO DE LA CORRIENTE

Datos C2 (Bomba de agua recuperada) In= 5.8A

P=4hp $I = P / (\sqrt{3} \times p f \times V \times \eta) = 2984 / (1.73 \times 0.86 \times 380 \times 0.90) = 5.8 \text{ A}$

V=380 rpm=2200

Fp=0.86

$\eta = 0.90\%$

Cálculo del contactor: se elige de un valor de 5.8A para 4hp

Calculo relé térmico: se elige de un rango de 0 a 6Amp comercial

Cálculo de conductor: $In \times 1.25 = 5.8 \times 1.25 = 7.25 \text{ Amp}$ No 14 AWG

Calculo termomagnético: $In \times 1.15 = 5.8 \times 1.15 = 6.67 \text{ Amp}$ de 10A comercial

-CALCULO DE LA CORRIENTE

Datos C3 (Motor bomba descarga 2) In= 12.65

P=10hp $I = P / (\sqrt{3} \times p f \times V) = 7460 / (1.73 \times 0.90 \times 380) = 12.6 \text{ A}$

V=380 rpm=2400

Fp=0.90

Cálculo de contactor: se elige de 12,6A para 10hp

Calculo relé térmico: se elige un rango de 10 a 15Amp

Cálculo del conductor: $I_n \times 1.25 = 12.6 \times 1.25 = 15.75A$ por tablas No 12AWG

Calculo termomagnético: $I_n \times 1.15 = 12.6 \times 1.15 = 14.4A$ de 20 Amp comercial

CALCULO DE LA CORRIENTE

Datos C4 (Motor bomba de agua poso 1) $I_n = 4.0A$

$$P = 3hp \quad I = P / (\sqrt{3} \times p \times f \times V) = 2238 / (1.73 \times 0.85 \times 380) = 4A$$

$$V = 380 \quad rpm = 1880$$

$$F_p = 0.85$$

Cálculo de contactor: se elige de 4A para 3hp

Calculo relé térmico: se elige un rango de 0 a 4Amp

Cálculo del conductor: $I_n \times 1.25 = 4 \times 1.25 = 5A$ por tablas No 16AWG

Calculo termomagnético: $I_n \times 1.15 = 4 \times 1.15 = 4.6A$ se elige de 10Amp

CALCULO DE LA CORRIENTE

Datos C5 (Motor zaranda) $I_n = 3.7A$

$$P = 2hp \quad I = P / (\sqrt{3} \times p \times f \times V \times \eta) = 1492 / (1.73 \times 380 \times 0.8 \times 0.75) = 3.78A$$

$$V = 380 \quad rpm = 1800$$

$$FP = 0.8$$

$$\eta = 0.75\%$$

Cálculo del contactor: se elige de 3 a 4A para 2hp

Calculo relé térmico: se elige un rango de 0 a 4mp

Cálculo del conductor: $I_n \times 1.25 = 3.78 \times 1.25 = 4.7A$ por tablas No 16AWG

Calculo termomagnético: $I_n \times 1.15 = 3.78 \times 1.15 = 4.35A$ se elige de 10Amp

De esta manera se van realizando los cálculos de C6, C7, C8, C9 de las diferentes aplicaciones ya vistas, para luego tabularlos en tabla del DT2.

No	Descripción	Potencia	I (A)	Contactador	Breaker	AWG	Replay
C1	Motor agitador cuba 1	10hp	14.18	14.2	20	12	10 a 14.5
C2	Bomba de agua recuperada	4hp	5.8	5.8 a 6	10	14	0 a 6
C3	Motor bomba descarga 2	10hp	12.65	12,6	20	12	10 a 15
C4	Motor bomba de agua poso 1	3hp	4	4	10	16	0 a 4
C5	Motor zaranda	2hp	3.8	3,7	10	16	0 a 4
C6	Motor Screen	15hp	19.7	19	30	10	0 a 20
C7	Motor bomba mescladora	7.5hp	10	10	20	14	0-10
C8	Motor agitador cuba 2	7.5hp	8.95	8.9	20	14	8-10
C9	Motor refinador pulper	30hp	39.5	39	50	6	0-40

Tabla 4 Componentes adecuados TD2

3.3.5.1 Motor pulper

Por sus características que se tiene este motor, para su funcionamiento contara con un arranque estrella triangulo como se vio en el esquema anterior. Esta máquina se encarga de preparar la pulpa del papel reciclado y necesita mucha fuerza al momento de arrancar. La máquina tiene todas las unidades de precisión en medición de la corriente explicamos.

La **conexión estrella-triángulo**, **arranque estrella-triángulo**, **conexión estrella-delta** o **arranque estrella-delta**. es un método de conexión para el arranque de un motor trifásico, empleado para reducir la intensidad consumida por el mismo durante el arranque. Al principio, el motor, se encuentra conectado según el esquema estrella, por lo tanto, la intensidad absorbida es un tercio de la necesaria si se hubiera conectado directamente según el esquema triángulo. Cuando alcanza cierta velocidad de giro, se conecta el motor según el esquema Δ , ya que genera mayor par que si el motor continuara conectado según el esquema Y.

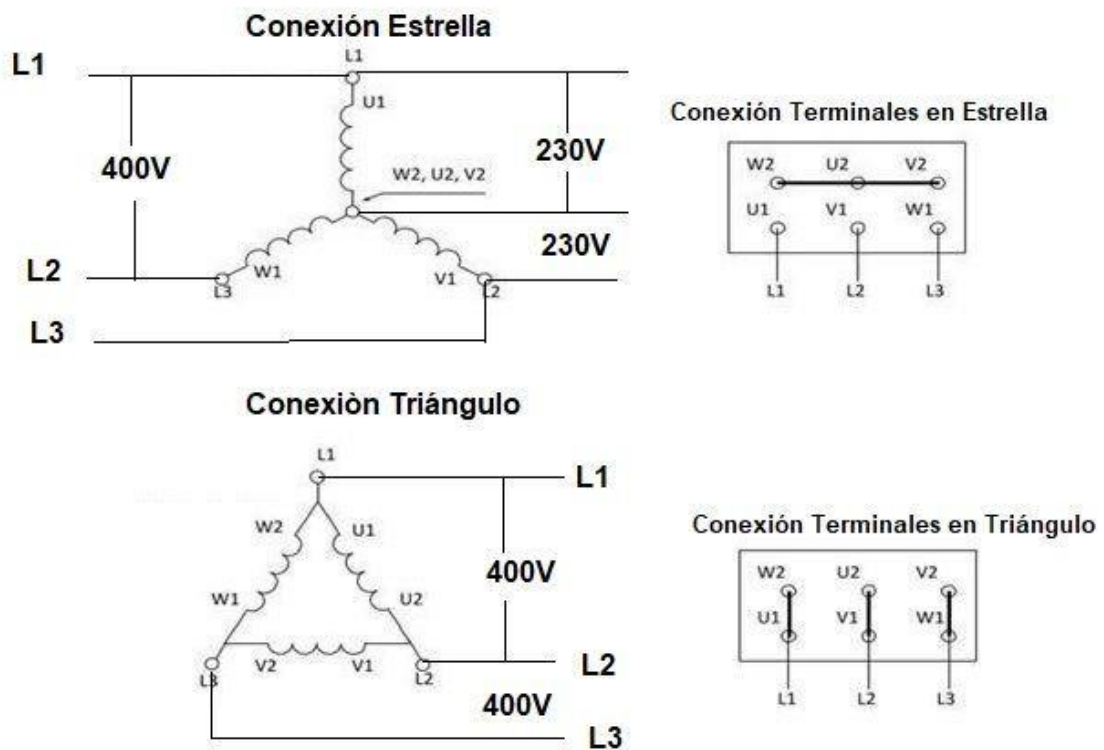


Figura 72 Esquemas de conexión estrella triángulo

Fuente: Maquinas Eléctricas Henrique Harpers

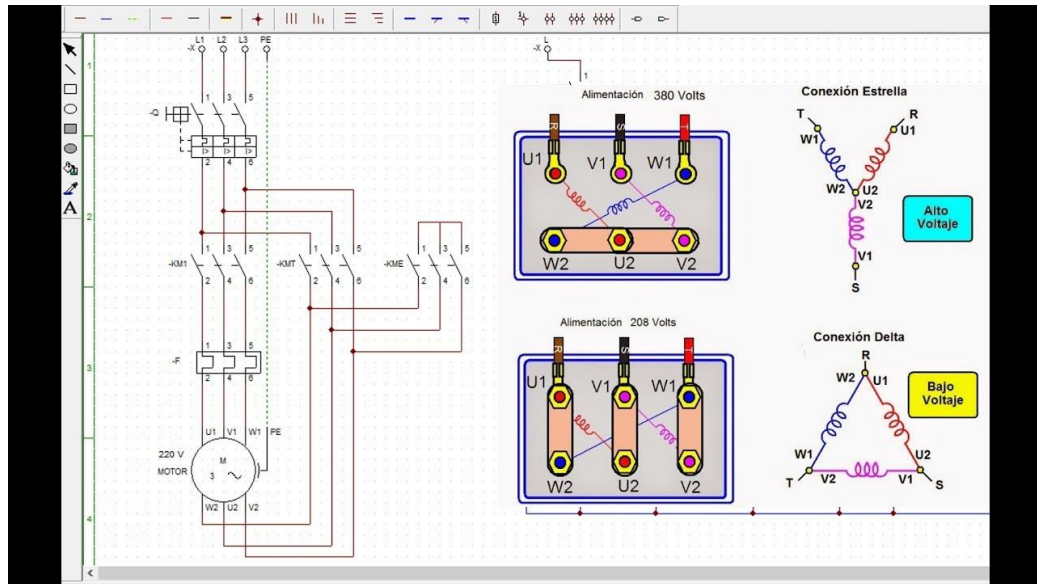


Figura 73 Esquema de conexión estrella triangulo en borneras

Fuente: Maquinas Eléctricas Henrique Harpers

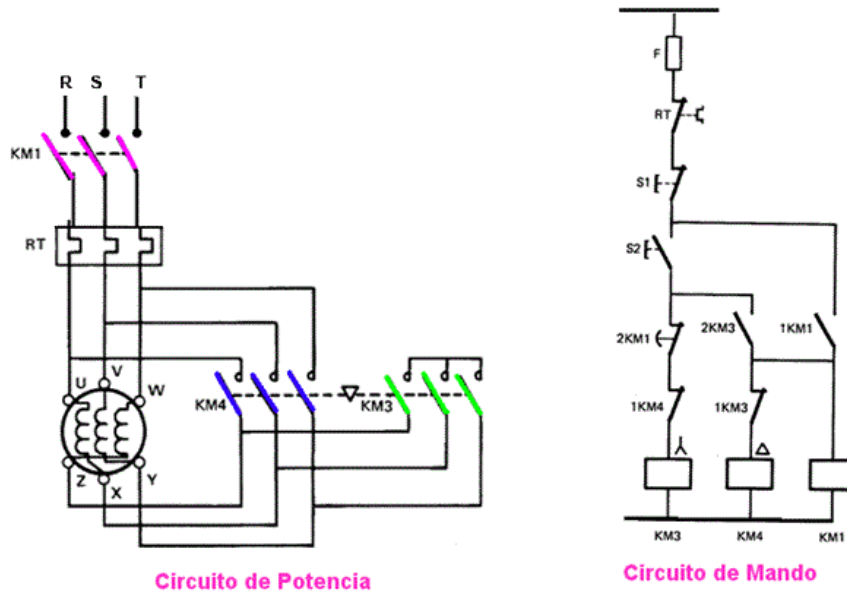


Figura 74 Esquema abierto de circuitos de fuerza y mando de Y-triangulo

Fuente: Maquinas Eléctricas Henrique Harpers

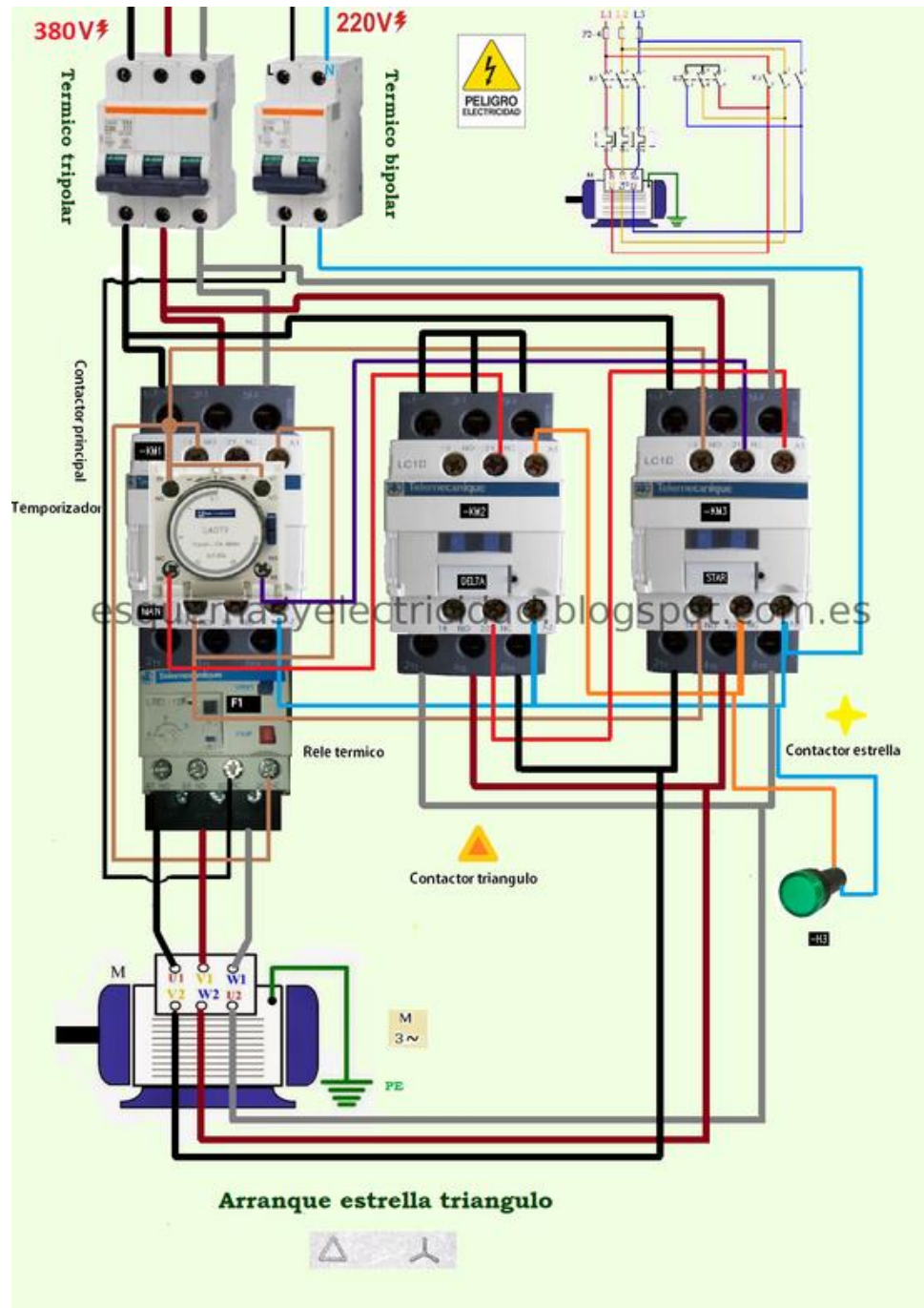


Fig. 75 Esquema de conexión física con elementos de control Y- triangulo

Fuente: Maquinas Eléctricas Henrique Harpers

3.3.5.2 Cálculo de protección de tablero TD2

Datos TD2 $I = P / (\sqrt{3} \times p f \times V) = 66390 / (1.73 \times 0.80 \times 380) = 126.2 \text{ Amp}$

Pt = 66390 W

V=380

Fp=0.80

It = 126.2 Amp

Breaker general TD2:

Bg = It x 1.15 = 126.2 x 1.15 = 145.19 Amp se utilizará un Breaker de 200 Amp

Sobredimensionado por motivo de crecimiento en la industria

Conductor general TD2 del transformador al tablero:

C = It x 1.25 = 126.2 x 1.25 = 157.82 Amp por tablas es No 4x4/00 AWG, TW. Cu, 67.4 (mm²)

Cálculo de barras del TD2

Para calcular las barras de cobre se le sumara el 50% al número de conductor encontrado es decir 67.4 + 54 = 121.4 mm y se buscara por tablas la dimensión exacta de la barra de cobre que se utilizara en el tablero.

Se le suma un 50% porque la barra de cobre sufre perdidas en sus orificios donde se realiza los empalmes.

Datos del tablero TD2: -Medidor analógico (amperímetro)

Conductor 4x4/00 AWG Cu -Medidor analógico (voltímetro)

Breaker 200 Amp

Barras de cobre 25.16 x 4.16 (350)

Ipoxi (aisladores) 200^a

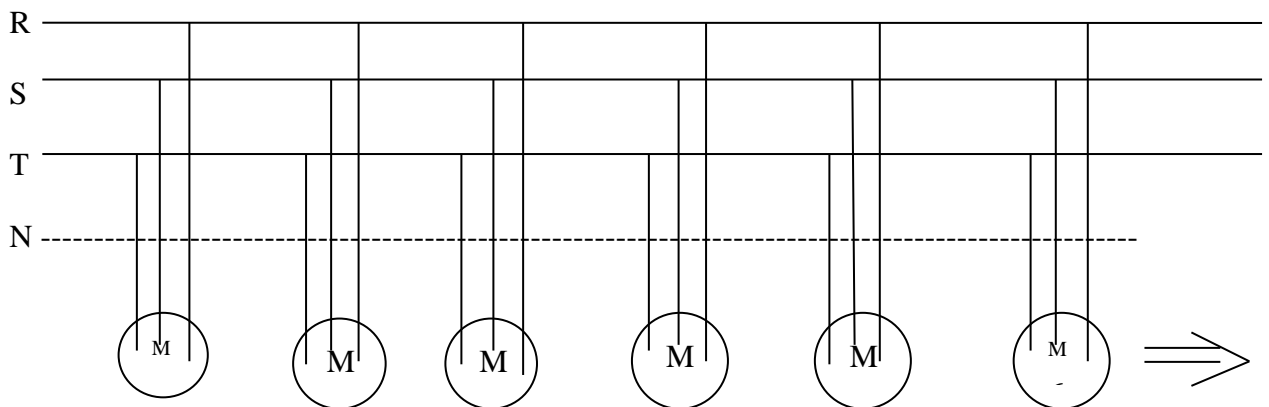
CTs 800/5 A

3.4 Distribución y Balanceo de Cargas TD1.

La distribución se realiza de acuerdo a la relación de potencias de cada motor asíncrono trifásico, en nuestro diseño estará compuesto por 9 motores eléctricos de diferentes capacidades de fuerza en HP, CV, KW, según toma de datos de placa y la tabla al inicio

del desarrollo. El balanceo de cargas estará compuesto por la sumatoria de potencias dividido entre tres por fase, cuando se realizó los cálculos anteriormente, detalladamente, se vio.

EJEMPLO BASICO DE DISTRIBUCION. TD1 LO MISMO OCURRE PARA EL TD2 EN BARRAMIENTO TRIFASICO.



Se realizó los métodos de arranque para cada uno de los motores de manera secuencial y ordenada, según su potencia bajo normas indicadas con sus respectivos dispositivos de control y protección respectivamente.

3.4.1 Sistema de Barramiento de Distribución de Energía para las Diferentes Maquinas. Del TD1 y TD2 Ilustrativo

La distribución de cargas está dada por un sistema de barra miento trifásica más neutro, los mismos que tiene un sistema de equilibrio por fase, en conexión estrella 380 voltios, las barras de cobre que se han de elegir están dados por suma del 50% al número de conductor encontrado, 25.16 cm de largo, el ancho 4.16 cm por 3cm de grosor se buscara por tablas en mm. Por comodidad y espacio, el TD2 estará instalado en forma horizontal, como se ve en la figura.

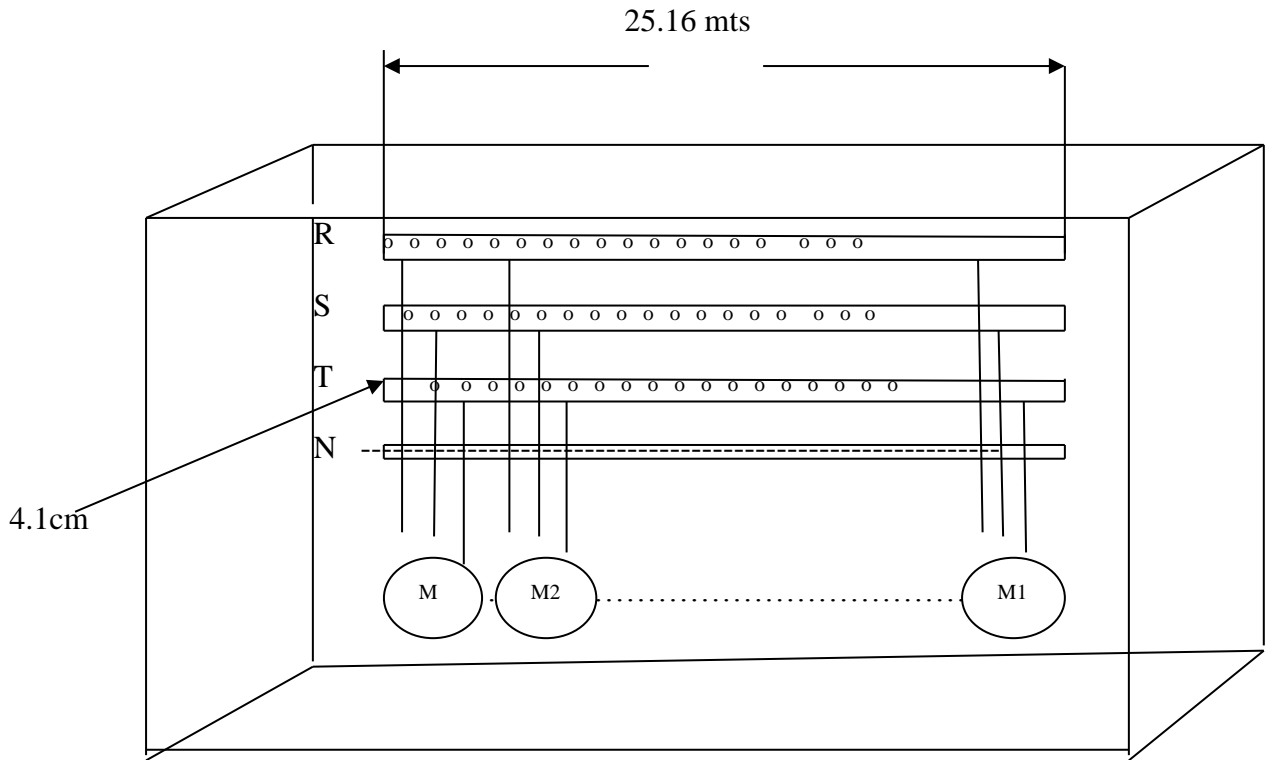


Figura 76 Esquema básico de distribución de cargas en el tablero con barra mientado de cobre vista interior

Fuente: Creación Propia de Investigación

3.5 Corrientes medidas con cargas reales de TD1

Descripción	Protección	I medido (A)	Potencia	rpm
Motor Popper	10	6.2	5.5cv	2400
Motor cilindro Yanque	90-100	58.2	50hp	2800
Motor de mesa plana	40	27.2	20hp	1800
Extracto de vapor	20	8.5	7.5hp	2200

Bomba de agua recuperada	10	4	3hp	2400
Agitador cuba 3	10	6.0	5.5.cv	1800
Bomba de descarga cuba 3	15-20	8.2	7.5hp	3000
Motor ecualizador	10	1	1hp	2200
Motor oscilador tela	10	0.8	1/2hp	1800

Tabla 5 Medición de la corriente real TD1

Fuente: Creación Propia de Investigación

3.6 CALCULO DE LA PROTECCION PRINCIPAL TDG.

Se protege después del transformador para distribuir a los tableros TD1 y TD2

Tomando la sumatoria de las potencias TD1 Y TD2 y las corrientes.

TD1 = 74863 Watts It = 142.346 Amp.

TD2 = 66390 Watts It = 126.24 Amp

$$I_t = I_{t1} + I_{t2} = 142.346 + 126.24 = 268.582 \text{ Amp}$$

$$P_t = P_{t1} + P_{t2} = 74863 + 66390 = 141253 \text{ Watts}$$

$$I_t = P / (\sqrt{3} \times p f \times V) = 141253 / (1.73 \times 0.80 \times 380) = 268.582 \text{ Amp}$$

BREYKER GENERAL TDG

Se Toma:

$$B_g = I_t \times 1.15 = 268.582 \times 1.15 = 308.869 \text{ Amp}$$

3.7 Dimensionamiento del sistema de aterramiento y puesta a tierra.

3.7.1 realizar las mediciones del terreno

Primeramente, se realiza las mediciones del terreno de la empresa donde se realizará la puesta a tierra con la ayuda del instrumento de medición que es el telurómetro (MEGUER) y llegamos a obtener los valores de la resistividad de la tierra una primera medición nos dio un valor de 661 ohmios, lo que se toma como una medida desfavorable. En una segunda medición y cambiando la posición obtuvimos un valor más exacto que sería de 441 ohmios con estos datos procederemos a realizar los diferentes cálculos para reducir esa resistividad y llegar a un valor ideal que sería menor a 10 ohmios establecidos por normas.

TABLA DE OBTENCION DE DATOS DE MEDICION	
PRIMERA MEDICION	661 ohmios
SEGUNDA MEDICION	662 ohmios
TERCERA MEDICION	441 ohmios

Tabla 6 Telurómetro mediciones (MEGUER)

3.7.2 CALCULOS PARA EL SISTEMA DE ATERRAMIENTO

3.7.2.1 Dimensiones del terreno.

Largo = 12 metros

Ancho= 5.70 metros

Área de terreno = 12 x 5.70 = 68.4 m²

It = 5000 Amp. corriente de falla aproximado

Ss. = 441 ohmios-metro= resistividad se elige la medida el mas bajo de las mediciones

T=0.65seg.

Le=2.40 metros (longitud de los electrodos)

Tm=1083 °C (para uniones del tipo soldable)

Ta=13°C

3.7.2.2 Calcular el diámetro del conductor principal que conforma la malla de tierras de la formula.

$$S = \frac{I}{\sqrt{\log\left(tm - \frac{ta}{ta} + 234 + 1/33t\right)}}$$

Significado de literales.

S=Área del conductor en circular mil

T_m=Temperatura máxima permisible para las uniones soldables

T_a=Temperatura ambiente en grados centígrados, para este caso se toma 13⁰C

T=t=tiempo de la falla en segundos

I=Corriente de cortocircuito en el punto de falla medida en Amperes

CM=circular mil (área del conductor en milésimas de pulgada)

Sustituyendo la fórmula:

$$S = \frac{I}{\sqrt{\log\left(tm - \frac{ta}{t} + 234 + 1/33t\right)}}$$

$$S = \frac{5000}{\sqrt{\log\left(1083 - \frac{13}{13} + 234 + 1/33 * 0.65\right)}}$$

$$S= 27652.6 \text{ CM.}$$

Nota: para poder buscar en tablas del fabricante el calibre del conductor resultante es necesario realizar una equivalencia de circular mil a milímetros cuadrados.

Valor de tablas de conversión =1CM=5.067x10⁻⁴ mm²

$$S = (27652.6 \times 5.067 \times 10^{-4}) = 14.01 \text{ mm}^2$$

Nota: EN donde para este valor le corresponde un conductor calibre #6AWG, desnudo con un área de 13.3 mm^2 , pero de acuerdo a la norma se debe emplear un calibre #1/0 AWG 53.4 mm^2

3.7.2.3 calcular el número de electrodos que como mínimo tendrá la malla de tierras con lo cual drenará con seguridad las máximas corrientes de falla a tierra.

Para electrodo de cobre, con alma de acero y de 2.40 metros de longitud y 1083°C , se puede drenar con facilidad hasta 690 amperios de corriente, por lo cual tanto para el número de electrodos se tiene que.

$$\text{NUMERO electrodos} = (5000 \text{ amp.}) / (690 \text{ amp}) = 7 \text{ electrodos como mínimo}$$

Numero de electrodos = I (corriente de corto de circuito) / I (corriente de tolerancia de las varillas)

Sustituyendo valores en la formula

$$\text{Numero de Electrodos} = 5000 / 750 = 6.66 \text{ (varillas de cobre con alma de acero)}$$

Numero de Electrodos = 6 electrodos (jabalina).

3.7.2.4 cálculos de las tensiones de paso y de contacto

Para la tensión de paso, (para una persona de 50kg)

De la formula.

$$ESP = \frac{116 + (0.70)(Ss)}{\sqrt{t}}$$

ESP=tensión de paso

Ss=Resistividad del terreno

t=tiempo de falla en segundos

$$ESP = \frac{116 + (0.70)(461)}{\sqrt{0.65}} = 544.14$$

ESP=544.14 voltios

Para el cálculo de tensión de contacto tolerable:

De la formula (para una persona)

$$ESP = \frac{116 + (0.17)(Ss)}{\sqrt{t}}$$

En donde:

ESP=tensión de contacto tolerable

Ss=Resistividad del terreno

t=tiempo de falla en segundos

$$ESP = \frac{116 + (0.17)(461)}{\sqrt{0.65}} = 241.08 \text{ voltios}$$

Para tomar las mediciones primero se realizó una verificación al terreno, para luego proceder con ayuda de una cinta métrica tomar las medidas en metros de toda el área y la altura de la infraestructura de la empresa teniendo como resultados los siguientes parámetros.

DESCRIPCION	MEDICIONES
Altura	15mts.
Ancho	31.5mts.
Largo	35mts.

Tabla 7 Datos de mediciones tomadas de la infraestructura de la empresa

3.7.2.5 Dimensionamiento para el sistema de aterramiento

El sistema de aterramiento tendrá las siguientes características, utilizaremos 6 varillas de cobre (jabalinas) según calculo, que nos dieron como resultado inicial. Para las distancias de separación de varilla a varilla se tomó en cuenta el efecto que produce en el caso de una descarga atmosférica (tensión de paso)

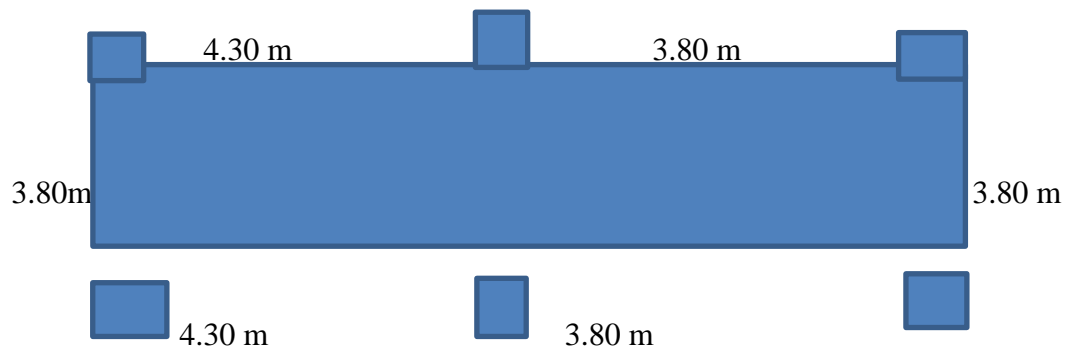


Tabla 8 Diagrama de ubicación de las jabalinas a instalar

Fuente: propia de investigación

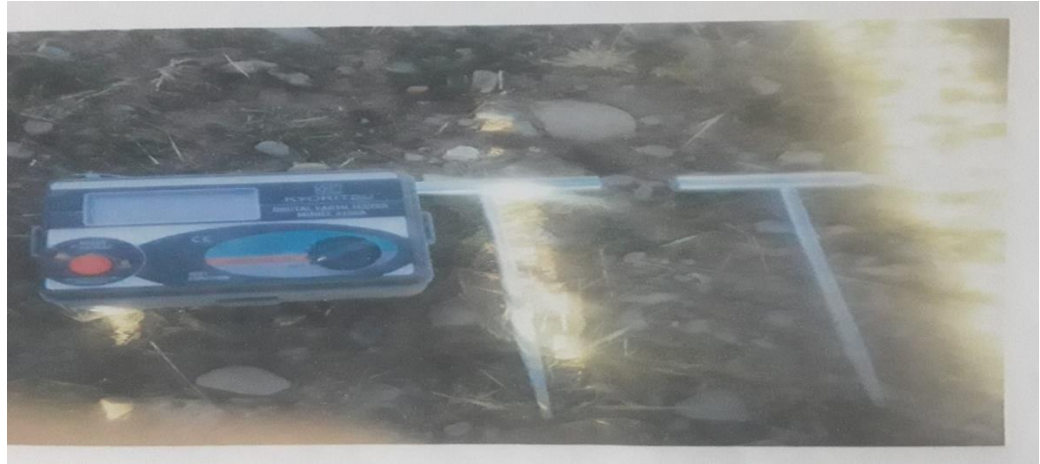


Figura 77 Telurómetro (MEGUER) utilizado en la medición
Fuente: propia de la investigación



Figura 78 Primera medición del terreno (MEGUER)
Fuente: propia de la investigación



Figura 79 Segunda medición del terreno (MEGUER)

Fuente: propia de la investigación



Figura 80 Medición ideal del terreno con el cual se realiza los cálculos para valores favorables

Fuente: propia de la investigación



Figura 81 Acoplamiento de la jabalina a las perforaciones

Fuente: propia de la investigación



Figura 82 Mescla de la bentonita, geo gel con tierra tratada

Fuente: propia de la investigación



Figura 83 Conexión por soldadura HEXO TERMICA

Fuente: propia de la investigación



Figura 84 Medida de la altura, lugar del aterramiento (vista lateral)

Fuente: propia de la investigación

CAPITULO IV: ANALISIS DE COSTOS

4.1 Análisis de costos

Actividad	Diseño e implementación del sistema de control eléctrico para la industria papelera “ANGORA”		
Objetivo	Obtener el costo total para la implementación del proyecto en el área de instalaciones eléctricas industriales sector manufactura		
Organización	R.R.H.H	TIEMPO	COSTOS
	3	5 meses	Indirectos 2050
			Directos 4078
Actividad por hora	Cinco meses	Instalación Pruebas y terminado	
Estrategias	Contar con el criterio y habilidad		
	Respaldo de los dueños (parte económica)		

Ejecución	Conclusión del proyecto para.....28 de septiembre
-----------	---

4.2 Costo de mano de obra directa e indirecta:

COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA	COSTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA
-------------------------------	---------------------------------

1	2	3	4	5	6	7
Empleado	Total, horas de trabajo por mes	Pago total mensual	Horas de producción	Pago por tiempo en producción	Horas indirectas a la producción por mes	Pago por horas fuera de la producción

Tec.1 Aux	96	1200	60	750	36	450
Tec.2 Aux	96	1200	80	1200		
Tec.3 Aux	96	1200	80	1200		

220	3150	20	450
-----	------	----	-----

En el análisis de costos, solo se realizarán costos de mano de obra directa e indirecta.

NOTA.

Al realizar la instalación solo se contó con un sueldo mensual de medio tiempo es decir cuatro horas diarias o noventa y seis horas mensuales, el gasto de los materiales corrían por cuenta del propietario de la industria.

La tienda de productos eléctricos MARVIDera la que se encargaba de proveernos los componentes con los que no contábamos y se arreglaba directamente con el dueño los pedidos propuestos.

Por esa situación no contamos con un gasto específico de todos los componentes utilizados en la implementación de los tableros eléctricos.

En el siguiente cuadro se dará a conocer algunos de los componentes utilizados en los tableros ya que todos los materiales los adquiera directamente el dueño de la fábrica.

Los técnicos auxiliares encargados de montaje de maquinaria de la instalación solo enviaban una nómina de accesorios que hacían falta para la instalación a la tienda de productos eléctricos MARVID los cuales se encargaron de enviarlos a la industria, para luego compartir a la parte eléctrica los componentes requeridos.

MATERIALES	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DE MATERIALES
Cable canal	1metro	45	270
Contactador 50 A	1	280	280
Contactador LCD-40	1	220	220
Contactador LCD-95	1	395	395
Relé térmico	1	170	170
Breakers 100A	1	580	580
Pulsador	1	32	32
Foco señalización	1	35	32
Disyuntor 3x63 Gasia	1	68	68
Cable control	1 (rollo)	172	172
Ojal terminal	1	3	150
Ojal terminal 35 mm	40	4	160
Ojal terminal 10 mm	1	0.80	0.80
Ojal 16 mm	1	1.50	1.5
Cable 3x35 mm	1 metro	95	95
Temporizador 3m 30 seg.	1	85	85
Cintas aislantes	1	10	10
Riel Din	1	12	12
Cable 4x12	1	17	17
Cable 3x12	1	13,5	13.5
Total			4062

Son los materiales aproximados para la compra de productos eléctricos para un tablero determinado TD1 de la misma manera los costos tienen la aproximación de la misma

cantidad del tablero TD2 con un total de 8124 Bs, con una aclaración de que algunos productos no compraron de las tiendas comerciales si no de particulares, por parte dueño y las sugerencias técnicas del montajista de la parte mecánica, como eléctrica, motivo de ahorro de la parte económica por ser empresa nueva.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

En conclusión, el proyecto si se ejecutó y se pudo llegar a un 90% de correcto funcionamiento y el tiempo determinado, se dimensiono los tableros según sus necesidades y se realizó el cuadro de cargas adecuadamente con alguna aberrantes como:

Los motores que se implementaron, no eran nuevos y no habían tenido un mantenimiento preventivo la cual ocasiono problemas, necesitaban tener previo mantenimiento y ajustarse según las normas, y se diagnostico en la toma de datos levantados.

No contaban con datos específicos de cada máquina cuanta potencia necesitaban, y realizaban pruebas con motores y se perdía tiempo. Ya que una vez que funcionaba en vacío tenía una potencia una corriente variante. Cuando funcionaba con carga los datos cambiaban y se tenía que volver a cambiar el motor, uno demás potencia. Y esto afectaba a la parte eléctrica ya que se había calculado y seleccionado un tipo de conductor y breaker y todos los componentes de control para optimizar la operación el sistema.

En la implementación de los componentes eléctricos solo se compraron los conductores contactores y breakers y no así los relés térmicos por el tema de que cada vez se cambiaban los motores y hubiese sido un gasto no necesario. Los relés térmicos se implementarán una vez definidos todos los motores y empiece a producir gradualmente.

Para la implementación tampoco se usaron muchos componentes nuevos porque se tenía una gran cantidad de breakers y contactores ya antes usados y a estos se le tenían que dar mantenimiento y volverlos a utilizar en los tableros en caso que uno no existiera recién se lo compraba,

Todo esto paso, porque la inversión fue muy elevada y los dueños tienen un monto de dinero no muy alto y se tiene que acortar gastos, previo un análisis del mercado

Solo se usaron componentes que están en buen estado o que trabajan un tiempo más y cuando ya empiecen a producir la fábrica se empezarán a cambiar muchos componentes de los tableros, para mejorar la calidad y uniformidad de la instalación como producto.

Actualmente la industria se encuentra en funcionamiento, la cual ya está produciendo el papel y se encuentra en las distintas tiendas de la ciudad de la paz y el alto.

Se concluye también que se puede realizar este tipo de instalaciones en sector manufactura con recursos económicos a bajo costo, por intermediarios de productos regulares, también se puede indicar que el sistema de control es adecuado según las necesidades más que todo la protección de las maquinas.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda tener los datos precisos de cada máquina siempre, para que los dimensionamientos sean exactos, darle un mantenimiento preventivo a los motores en caso de que esto provenga de otra industria es necesario.

Realizar pruebas en todas las fusiones, que operan las máquinas trimestralmente.

Recomendable conocer las normas de seguridad industrial:

1. El orden y la limpieza son imprescindibles para mantener los estándares de seguridad, se debe colaborar en conseguirlo.
2. No usar máquinas o vehículos sin estar autorizado para ello.
3. Usar las herramientas apropiadas y cuidar su conservación, al terminar el trabajo dejarlas en sitio adecuado.
4. No hacer bromas en el trabajo, concentración en en el armado de equipos
5. Prestar atención al trabajo que se está realizando en cualquier momento y lugar con mucha seriedad y criterio técnico.

5.3 ORDEN Y LIMPIEZA

1. Mantener limpio y ordenado el puesto de trabajo
2. No dejar materiales alrededor de las maquinas, colocarlos en lugar seguro y donde no sea perjudicial al paso.
3. Recoger todo material que se encuentra “en piso” que pueda causar un accidente imprevisto en el lugar de trabajo.
4. Guardar ordenadamente los materiales y herramientas .no dejarlos en lugares inseguros según las normas de seguridad
5. Cuando se trabaja en alturas colocarse el arnés de seguridad no olvidarse
6. Cuando no pueda mantener una conversación sin alzar a la voz a un metro de distancia significa que los niveles de ruidos pueden perjudicar los oídos, Utilice protección Auditiva.
7. Inspeccionar las herramientas periódicamente repare las anomalías presentadas en todo aspecto más aun en el área específica.
8. Retira el uso de herramientas defectuosas o gastadas bajo una inspección
9. Dejar las herramientas en lugares que no puedan producir accidentes cuando no se utilicen
10. Se recomienda revisar siempre periódicamente los equipos de control de las maquinas eléctricas o mecánicas, electromecánicas.

ELECTRICIDAD

1. Toda instalación debe considerarse bajo tensión o con tensión mientras no se compruebe lo contrario con los aparatos adecuados.
2. No realizar nunca reparaciones en instalaciones o equipos con tensión o energía

3. Aislarse si se trabaja con máquinas o herramientas alimentadas por tensión eléctrica, utilizar prendas y equipos de seguridad
4. Comunicar inmediatamente si se observa alguna anomalía en la instalación eléctrica al personal del área
5. Desconecta el aparato o maquina al menor chispazo o corte de energí
6. Prestar atención a los calentamientos anormales en los motores, cables, dispositivos de control, armario etc.
7. Todas las instalaciones eléctricas deben tener llave térmica, disyuntor diferencial y puesta a tierra

ACCIDENTES

1. Mantener la calma y actuar con rapidez en el momento del imprevisto
2. La tranquilidad dará confianza al lesionado y a los demás en el trabajo
3. Pensar y analizar antes de actuar
4. Asegurarse de que no haya más peligro en el área de trabajo con todos los medios de seguridad
5. Asegurarse de quien necesita más la ayuda y atención al herido o heridos con cuidado y precaución, siempre es viable como persona.
6. Cuando ocurre un accidente infortunio es necesario utilizar todos los equipos de seguridad como el Praxair de oxígeno.

CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

6.1 BIBLIOGRAFIA

- Hernández Sampiere, Roberto y otros METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION, 2da edición, México D.F 1998
- Manrique Francy, metodología de la investigación, Ediciones de la Universidad de Carabobo, Venezuela, 2008
- Tamayo y Tamayo Mario, el proceso de la investigación científica, Limusa Noriega EDITORES México 1998
- Müller Wolfgang, electrotecnia de potencia curso superior, Editorial Reverte S.A. España 1987.
- Lawrie Robert - biblioteca practica de motores eléctricos Ediciones Centrum técnicas y científicas paseo de gracia, España 1988
- Reparación de Motores Eléctricos ROBERT ROSEMBERG, B.S.M.A. séptima, Ediciones G,gili S,A, México 1985
- Timothy J. Maloney ELECTRONICA INDUSTRIAL, México Londres, tokio, hispanoamericanos Editorial Reg. 15 24
- JAUME JUTGLAR I BANYERES asociasen de investigadores de la industria en automatización industrial cuarta edición 1995 España
- Fundamentos de física y electricidad Magnetice. Hernández Albaro Tobar
- Manual Formulas Técnicas (Kurt Gieck).
 - [www.monografias](http://www.monografias.com) en automatización. com
 - www.instalacioneselectricas65.com, julio 2013
 - <http://guinea-edeso.blogspot.com/2012/02definicion-de-contro-automatico>
 - [Hhttp://sergio527-tgs.blogspot.com/2010/05/tipos-de- automatización.html](http://sergio527-tgs.blogspot.com/2010/05/tipos-de-automatizacion.html)

➤ www.automatizacion industrial, COM

➤ www.electronicaindustrial.com

ANEXOS