

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA**

**UNAN-MANAGUA**

**RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA**

**TRABAJO DE SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO EN ELECTRÓNICA**



**TEMA**

**Módulo entrenador para las diversas maniobras electromecánicas con motores trifásicos jaula de ardilla para los laboratorios de electrónica (UNAN-MANAGUA)-  
asignatura de máquinas eléctricas**

**AUTORES:**

**BR. ELSA ELIETTE CASTRO NORORI.**

**BR. MARIO JOSÉ LÓPEZ ÑAMENDI.**

**TUTOR: MSC. MILCIADES DELGADILLO**

**ASESOR TECNOLÓGICO: MSC. REYNALDO ESPINO.**

**MANAGUA, 2016**

**MÓDULO ENTRENADOR PARA LAS DIVERSAS MANIOBRAS  
ELECTROMECAÑICAS CON MOTORES TRIFÁSICOS JAULA DE  
ARDILLA PARA LOS LABORATORIOS DE ELECTRÓNICA (UNAN-  
MANAGUA)-ASIGNATURA DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS**

## DEDICATORIA

*“Para triunfar en la vida no es importante llegar primero, para triunfar simplemente hay que llegar.”*

Al culminar uno de mis objetivos se lo dedico a:

Dios primeramente por ser el creador de mi vida y por darme fuerzas para no desfallecer ante las adversidades y vencer todos los obstáculos.

Mi papá Ing. Carlos Alberto Castro Gómez, por ser un padre al que siempre he admirado, ejemplo de superación personal y profesional, y perseverancia quien ante las pruebas más dura de la vida nunca se ha rendido.

Mi mamá Leslie Dinorah Norori Olivas, más que una mamá es una amiga, quien ha estado conmigo en las buenas y en las malas, guiando siempre mi camino en los momentos más difíciles, siempre al pie del cañón.

Gracias papá y mamá por ser el pilar de mi formación, gracias por su comprensión, cariño y sacrificio han hecho posible la culminación de esta etapa de mi vida. Hoy retribuyo parte de su esfuerzo con este logro que no es mío sino de ustedes, por lo cual viviré eternamente agradecida.

Mi Hermana Scarleth Francheska Marengo Norori, quien siempre ha estado ahí para escucharme y aconsejarme, por todo tu apoyo y lucha incansable de ayudarme a seguir adelante.

Mi Hijo Ethan Gianmarco Castro, eres mi orgullo y motivación, libras mi mente de todas las adversidades que se presentan, gracias por ser el motor que me dio el impulso final para llegar al final de esta meta, para ofrecerte siempre lo mejor.

De manera muy especial a Ing. Freddy Javier Manzanares que más que un amigo es un hermano, gracias por el apoyo leal y sincero, por el tiempo que nunca podré devolverte, pero si agradecerte.

Elsa Eliette Castro Norori

## DEDICATORIA

### **A Dios.**

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

### **A mis padres. (“Mario López Obregón y Belinda Ñamendi”)**

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

### **A mis familiares.**

Podemos notar que la familia siempre tiene un espacio en nuestra dedicatoria, tantos ellos como nuestros padres están al pendiente de todo lo que nos sucede, y son también fuente de energía cuando la necesitamos.

### **A mis maestros.**

Por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales, por la ayuda ofrecida en este trabajo, por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional para la elaboración de esta tesis.

### **A mis amigos.**

Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos, y muy especialmente al ingeniero **Freddy Manzanares** por su apoyo y colaboración incondicional en la realización de esta trabajo de seminario que fue de vital ayuda para la culminación del mismo mil gracias.

## AGRADECIMIENTO

Al finalizar un trabajo tan arduo y lleno de dificultades como es el desarrollo de una tesis es inevitable que te asalte un muy humano egocentrismo que te lleva a concentrar la mayor parte del mérito en el aporte que hemos hecho. Sin embargo, el análisis objetivo te muestra inmediatamente que la magnitud de ese aporte hubiese sido imposible sin la participación de personas e instituciones que nos han facilitado las cosas para que este trabajo llegara a término.

Por ello, es para nosotros un verdadero placer utilizar este espacio para ser justo y consecuente con ellas, expresándoles nuestros agradecimientos a:

Primeramente, a Dios Todopoderoso, fuente de inspiración en nuestros momentos de angustias, esmero, dedicación, aciertos y reveses, alegrías y tristezas que caracterizaron el transitar por este camino que hoy vemos realizado, sin cuyo empuje no hubiese sido posible.

Nuestros Padres y familiares fuente de apoyo constante e incondicional, que nos brindaron todo su apoyo moral y económico para seguir estudiando y lograr el objetivo trazado para un mejor futuro y ser un orgullo para ellos y toda la familia.

Empresa AQUATEC por su dedicación y confianza en nosotros, abriéndonos las puertas de la empresa para desarrollar nuestro trabajo y nos brindarnos las herramientas necesarias para llevar a cabo la demostración del mismo.

Ing. Freddy Javier Manzanares nuestro asesor eléctrico y amigo, por su aporte y participación activa en el desarrollo de este trabajo; debemos destacar, por encima de todo, su disponibilidad y paciencia que hizo que nuestras siempre acaloradas discusiones redundaran benéficamente tanto a nivel científico como personal, no cabe duda que has enriquecido el trabajo realizado.

Profesores de la carrera Ing. Electrónica, gracias a cada uno que hizo parte de este proceso integral de formación, por transmitirnos sus enseñanzas, compartir sus sabidurías e impulsarnos a seguir adelante y ser mejor día a día.

Gracias a nuestra Universidad nacional autónoma de Nicaragua UNAN – Managua, por habernos permitido formarnos en ella, y desarrollarnos como profesionales, por las experiencias vividas, alegrías, tristezas, desaciertos y triunfos, que todo en conjunto forjaron nuestro camino.

Finalmente agradecemos a quien lee este apartado y más de nuestro trabajo, por permitir que nuestras experiencias, investigaciones y conocimientos, incurran dentro de su repertorio de información mental.

Elsa Castro y Mario López

# Tablas de contenido

<b>CAPITULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>1.4OBJETIVOS.</b> .....	<b>5</b>
<i>1.4.1 Objetivo general</i> .....	<i>5</i>
<i>1.4.2 Objetivos específicos.</i> .....	<i>5</i>
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>6</b>
<b>2. FUNDAMENTOS DE LA BASE TEORICA</b> .....	<b>6</b>
2.1 TIPOS DE CONTROLES ELÉCTRICOS.....	6
2.1.1 <i>Control Manual</i> .....	7
2.1.2 <i>Control Semiautomático</i> .....	8
2.1.3 <i>Control Automático</i> .....	9
2.1.3.1 <i>Sistemas de lazo Cerrado</i> .....	10
2.1.3.2 <i>Sistema de lazo Cerrado</i> .....	10
2.1.4 <i>Partes de un Sistema Automatizado</i> .....	11
2.1.4.1 <i>Parte Operativa</i> .....	11
2.1.4.2 <i>Partes de Control</i> .....	12
2.2 DISPOSITIVOS DE CONTROL .....	13
2.2.1 <i>Contactores</i> .....	13
2.2.1.1 <i>Clasificación de los Contactores</i> .....	15
2.2.1.1.1 <i>Clasificación por el tipo de accionamiento</i> .....	15
2.2.1.1.2 <i>Clasificación por la disposición de sus contactos</i> .....	15
2.2.1.1.3 <i>Clasificación por la clase de corriente</i> .....	16
2.2.1.1.4 <i>Clasificación por el nivel de tensión</i> .....	16
2.2.1.1.5 <i>Clasificación por la característica de la carga</i> .....	16
2.2.1.2 <i>Construcción de un contactor electromagnético</i> .....	16

2.2.1.3	<i>Funcionamiento del contactor electromagnético</i>	19
2.2.1.4	Simbología e identificación de bornes	20
2.2.1.5	Características de utilización	21
2.2.1.6	Fallas comunes en los Contactores	24
2.2.2	<i>Rele de tiempo – Rele Temporizador</i>	25
2.2.2.1	Generalidades	25
2.2.2.2	Funcionamiento de un relé de tiempo – Relé temporizador	25
2.2.2.3	Aplicaciones de un relé de tiempo – Temporizador de relé	26
2.3	DISPOSITIVOS DE PROTECCION	26
2.3.1	<i>Tipos de protecciones</i>	26
2.3.1.1	De origen eléctrico	26
2.3.1.2	De origen mecánico	27
2.3.2	<i>Relé de sobrecarga térmica o relé bimetálico</i>	27
2.3.2.1	Generalidades	27
2.3.2.2	<i>Partes fundamentales de un relé térmico</i>	28
2.3.2.3	Funcionamiento de un Relé Térmico	29
2.3.2.4	Asociación con un contactor	29
2.3.3	<i>Interruptor Automático Magneto térmico</i>	31
2.3.3.1	Funcionamiento	31
2.3.3.2	Selección de un interruptor automático magnetotérmico	32
2.4	ELEMENTOS DE ACCIONAMIENTO	34
2.4.1	<i>Pulsadores</i>	34
2.5	ACCESORIOS PARA EL MONTAJE ELÉCTRICO	35
2.5.1	<i>Rieles o perfiles</i>	35
2.5.2	<i>Borneras de conexión o de paso</i>	36
2.5.2.1	Tipos de Bornes	37
2.5.3	<i>Cintas de amarre</i>	38
2.6	MOTOR ELÉCTRICO	39
2.6.1	<i>Ley de inducción Electromagnética de Faraday (principio de funcionamiento)</i>	39
2.6.2	<i>Clasificación de los Motores Eléctricos</i>	41
2.6.2.1	Motores de corriente alterna	41
2.6.2.2	Motores de corriente continua	42

2.6.2.3 Motores universales .....	42
2.6.3 Motor trifásico .....	43
2.6.3.1 Generalidades .....	43
2.6.3.2 Partes de un motor trifásico.....	43
2.6.3.3 Motor trifásico síncrono .....	44
2.6.3.4 Motor trifásico asíncronico .....	44
2.6.4 Ventajas .....	45
2.7 CÁLCULOS PARA LA ADECUADA INSTALACIÓN DE UN MÓDULO ELECTROMECAÁNICO .....	45
2.7.1 Cálculo de la corriente para el caso de un motor Trifásico .....	45
2.7.2 Cálculo del calibre del conductor y caída de voltaje .....	46
2.8 LÓGICA CABLEADA .....	47
2.8.1 Estados ON y OFF.....	49
2.8.2 Esquemas de conexión y esquemas de principio.....	49
2.8.3 Identificación del cableado y borneras .....	50
2.8.4 Barras de Polaridad.....	51
2.8.5 Montajes .....	51
2.8.6 Bornera Frontera.....	51
2.8.7 Relés.....	52
2.8.8 Elementos de mando .....	52
2.8.8.1 Contactos NA y NC .....	52
2.8.8.2 Funciones de Temporización.....	53
2.8.8.3 Mando Manual y Automático.....	53
2.8.8.4 Protección .....	53
2.8.8.5 Señalización.....	54
2.8.8.6 Código de Colores .....	54
2.8.8.7 Enclavamientos .....	54
<b>CAPITULO 3 .....</b>	<b>55</b>
<b>VI. DESARROLLO.....</b>	<b>55</b>
3.1 DIAGNÓSTICO .....	55
3.1.1 Características módulo LAB VOLT Modelo 8821 -22:.....	55
3.1.2 Tabla de especificaciones de motores del módulo LAB-VOLT .....	56



3.2 MODULO DIDÁCTICO ELECTROMECAÁNICO.....	58
3.2.1 <i>Análisis y Ensamble del Tablero Didáctico.</i> .....	59
3.2.1.1 Análisis de Campo. ....	59
3.2.1.2 Requisitos que se deben establecer para el correcto funcionamiento del módulo entrenador.....	59
3.2.1.3 Parámetros Eléctricos.....	60
3.2.1.3.1 Dispositivos eléctricos que constituyen el módulo entrenador. ....	60
3.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS MÓDULO ENTRENADOR. ....	63
<i>Ventajas.</i> .....	63
<i>Desventajas.</i> .....	63
3.4 COTIZACIÓN DEL MÓDULO. ....	64
3.5 ESTRUCTURA DEL MÓDULO ENTRENADOR .....	66
3.5.1 <i>Circuito de mando.</i> .....	66
3.5.1.1 Como Forma manual. ....	66
3.5.1.2 Forma híbrida. ....	66
3.5.2 <i>Circuito de fuerza.</i> .....	67
3.6 ENSAMBLE DEL MÓDULO ENTRENADOR ELECTROMECAÁNICO.....	67
3.6.1 <i>Planeación del módulo entrenador electromecánico.</i> .....	67
3.6.2 DIAGRAMA DE FLUJO .....	68
3.7 CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO ELECTROMECAÁNICO .....	69
3.7.1 <i>Primera etapa</i> .....	69
3.7.1.2 Medición y corte del acrílico. ....	70
3.7.1.3 Ensamble de la base .....	70
3.7.2 <i>Segunda etapa</i> .....	71
3.7.2.1 Perforación de agujeros en el acrílico .....	71
3.7.2.2 Montaje de los dispositivos eléctricos en el acrílico.....	71
3.7.2.3 Cableado y soldadura del sistema electromecánico .....	72
3.7.3 <i>Tercera etapa.</i> .....	73
3.7.3.1 Señalizaciones del módulo electromecánico.....	73
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>74</b>
<b>4. GUIAS DE LABORATORIO .....</b>	<b>74</b>
4.1 NORMAS DE SEGURIDAD.....	74

NUEVE NORMAS PARA PRÁCTICAS SEGURAS Y PREVENCIÓN DE CHOQUES ELÉCTRICOS: .....	75
4.2 OBJETIVO DE LAS PRÁCTICAS .....	76
<b>OBJETIVOS DE FORMACIÓN: .....</b>	<b>77</b>
<b>SABER HACER: .....</b>	<b>77</b>
<b>COMPONENTES .....</b>	<b>78</b>
<b>4.3 PRACTICAS .....</b>	<b>79</b>
4.3.1 PRÁCTICA NO.1. PREVIOS INTRODUCCIÓN AL MÓDULO DIDÁCTICO .....	79
ELEMENTO 4. MÓDULO DE CONTACTOS AUXILIARES DEL CONTACTOR .....	83
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL CIRCUITO DE POTENCIA.....	87
CARACTERÍSTICAS DE LOS CONTACTOS AUXILIARES. ....	87
ELEMENTO 8. MÓDULO DE SALIDA CONEXIÓN HACIA EL MOTOR.....	89
<b>4.3.2 PRÁCTICA NO.2 PREVIOS DE MANDO Y USO DE LOS CONTACTORES: ACCIONAMIENTO DE UN CONTACTOR CON UN INTERRUPTOR SEÑALIZACIÓN DE CONTACTOR ABIERTO CERRADO.....</b>	<b>90</b>
<b>4.3.3 PRÁCTICA NO.3. PREVIOS DE MANDO Y USO DE CONTACTORES: ESTUDIO DEL RELÉ TÉRMICO SEÑALIZACIÓN DE SU DISPARO.....</b>	<b>93</b>
4.3.4 PRÁCTICA NO.4. CONTROL DE MARCHA Y PARO CON AUTO ALIMENTACIÓN DE UN MOTOR DE CA .....	100
<b>PREGUNTAS DE CONTROL .....</b>	<b>103</b>
4.3.5 PRÁCTICA No.5 INVERSIÓN DEL SENTIDO DE GIRO MEDIANTE PULSADORES DE MARCHA (IZQUIERDA) MARCHA (DERECHA) Y PARO. ....	104
4.3.6 PRÁCTICA No.6. ARRANQUE ESTRELLA TRIANGULO ACCIONAMIENTO MEDIANTE PULSADORES MARCHA .....	107
<b>MONTAJE DEL SISTEMA.....</b>	<b>108</b>
<b>DIAGRAMA DE FUERZA .....</b>	<b>109</b>
<b>MONTAJE DIAGRAMA DE FUERZA.....</b>	<b>109</b>
<b>DESARROLLO DEL CIRCUITO DE POTENCIA .....</b>	<b>110</b>
<b>PREGUNTAS: .....</b>	<b>111</b>
<b>VII. CONCLUSIONES.....</b>	<b>112</b>

VIII. RECOMENDACIONES.....	113
IX ANEXOS.....	114
2.8 NORMA UNE-EN 60617 (IEC 60617).....	114
2.4.2 Lámparas de señalización y su significado.....	121
BIBLIOGRAFÍA .....	132

## Índice de Ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1 EJEMPLO DE UN LAZO CERRADO .....	10
ILUSTRACIÓN 2 EJEMPLO DE UN LAZO ABIERTO.....	10
ILUSTRACIÓN 3 INTERACCIÓN DE LA PARTE OPERATIVA Y LA DE CONTROL .....	13
ILUSTRACIÓN 4 CONTACTOR FÍSICO .....	14
ILUSTRACIÓN 5 ESQUEMA BÁSICO DE LAS PARTES DE UN CONTACTOR. ....	18
ILUSTRACIÓN 6 CONTACTOS DE UN CONTACTOR .....	21
ILUSTRACIÓN 7 PARTES DE UN RELÉ TÉRMICO.....	28
ILUSTRACIÓN 8 PARTE INTERNA DE UN RELÉ TÉRMICO (RELÉ BIMETÁLICO).....	30
ILUSTRACIÓN 9 PARTES DE UN INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO.....	31
ILUSTRACIÓN 10 TIPOS DE INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICO .....	33
ILUSTRACIÓN 11 VARIEDAD DE CABEZAS DE MANDO PARA PULSADORES .....	34
ILUSTRACIÓN 12 RIEL DIN.....	35
ILUSTRACIÓN 13 BORNERAS DE CONEXIÓN .....	36
ILUSTRACIÓN 14 LO QUE SE HACE ES GIRAR UN ELECTROIMÁN (EL ROTOR) EN EL INTERIOR DEL CAMPO MAGNÉTICO CREADO POR OTROS ELECTROIMANES (EL ESTATOR). HACIENDO QUE POR EL ROTOR CIRCULE UNA CORRIENTE ALTERNA SE PUEDE CONSEGUIR UNA ROTACIÓN CONTINUADA.....	40
ILUSTRACIÓN 15 PARTES DE UN MOTOR .....	44
ILUSTRACIÓN 16 PROTOTIPO FÍSICO DEL MÓDULO ELECTROMECAÁNICO – .....	58
ILUSTRACIÓN 17 DIAGRAMA DE FLUJO .....	68
ILUSTRACIÓN 18 MEDICIÓN Y CORTE DEL ACRÍLICO – FUENTE AUTORES .....	70
ILUSTRACIÓN 19 ENSAMBLE DE LA BASE – FUENTE AUTORES .....	70
ILUSTRACIÓN 20 PROCESO DE PERFORACIÓN DE AGUJEROS EN EL ACRÍLICO .....	71
ILUSTRACIÓN 21 MONTAJE DE LOS DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS EN EL ACRÍLICO – FUENTE AUTORES.....	72
ILUSTRACIÓN 22 CABLEADO Y SOLDADO DE CADA UNA DE LAS CONEXIONES AL ACRÍLICO .....	73
ILUSTRACIÓN 23 PARTE FRONTAL DEL MÓDULO SEÑALIZADO .....	73
ILUSTRACIÓN 24 PARTE FRONTAL DE LOS ELEMENTOS QUE POSEE EL MÓDULO ELECTROMECAÁNICO.....	79

ILUSTRACIÓN 25 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO BIPOLAR Y TRIPOLAR .....	80
ILUSTRACIÓN 26 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - INTERRUPTOR AUTOMÁTICO BIPOLAR .....	80
ILUSTRACIÓN 27 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - INTERRUPTOR AUTOMÁTICO TRIPOLAR .....	80
ILUSTRACIÓN 28 MÓDULO DE SEÑALIZACIÓN.....	81
ILUSTRACIÓN 29 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS FUNCIONES LUMINOSAS.....	81
ILUSTRACIÓN 30 MÓDULO DE CONTROL Y ACCIONAMIENTO POR PULSADORES Y SELECTOR. ....	82
ILUSTRACIÓN 31 PULSADORES .....	83
ILUSTRACIÓN 32 MÓDULO DE CONTACTOS AUXILIARES DEL CONTACTOR – FUENTE AUTORES.....	83
ILUSTRACIÓN 33 CONTACTOS AUXILIARES.....	83
ILUSTRACIÓN 34 CONTACTOS DE FUERZA EN EL MÓDULO ELECTROMECÁNICO .....	84
ILUSTRACIÓN 35 CONTACTOS DE FUERZAS DE UN CONTACTOR.....	85
ILUSTRACIÓN 36 MÓDULO DE RELÉ TÉRMICO.....	86
ILUSTRACIÓN 37 RELÉ TRIPOLAR DE PROTECCIÓN TÉRMICA LRD.....	86
ILUSTRACIÓN 38 MÓDULO DE RELÉ TEMPORIZADO ESPECÍFICO .....	88
ILUSTRACIÓN 39 RELÉ TEMPORIZADOR .....	88
ILUSTRACIÓN 40 MÓDULO DE SALIDA CONEXIÓN HACIA EL MOTOR .....	89
ILUSTRACIÓN 41 DIAGRAMA DE CONTROL - FUNCIONAMIENTO DE UN CONTACTOR.....	90
ILUSTRACIÓN 42 MONTAJE FÍSICO - PRÁCTICA NO.2 .....	91
ILUSTRACIÓN 43 PARTE FRONTAL DEL RELÉ TÉRMICO.....	93
ILUSTRACIÓN 44 RELÉ LRD – 01 A 35 .....	94
ILUSTRACIÓN 45 ESQUEMA FUNCIÓN RESET, PARO Y TEST .....	94
ILUSTRACIÓN 46 DIAGRAMA DE MONTAJE DE MANDO PRÁCTICA NO.3 .....	95
ILUSTRACIÓN 47 REPRESENTACIÓN FÍSICA DEL MONTAJE PRACTICA NO.3.....	97
ILUSTRACIÓN 48 CONEXIÓN EN UN DIAGRAMA MULTIFILAR COHERENTE PRÁCTICA NO.4 – FUENTE AUTORES.....	101
ILUSTRACIÓN 49 REPRESENTACIÓN FÍSICA DEL CABLEADO EN EL MÓDULO – FUENTE AUTORES .....	102
ILUSTRACIÓN 50 LA CONEXIÓN EN UN DIAGRAMA MULTIFILAR COHERENTE DE LA CONEXIÓN DE MANDO DE UNA INVERSIÓN DEL SENTIDO DE GIRO. ....	105

ILUSTRACIÓN 51 DIAGRAMA DEL FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE MANDO .....	105
ILUSTRACIÓN 52 REPRESENTACIÓN FÍSICA DEL CABLEADO INVERSIÓN DEL SENTIDO DE GIRO MEDIANTE PULSADORES DE MARCHA (IZQUIERDA) MARCHA (DERECHA) Y PARO. ....	106
ILUSTRACIÓN 53 CONEXIÓN EN UN DIAGRAMA MULTIFILAR DE MANDO DE UN ARRANQUE ESTRELLA TRIANGULO. ....	107
ILUSTRACIÓN 54 REPRESENTACIÓN FÍSICA MONTAJE PRÁCTICA NO.6 .....	108
ILUSTRACIÓN 55 DIAGRAMA DE FUERZA - PRÁCTICA NO.6.....	109
ILUSTRACIÓN 56 REPRESENTACIÓN FÍSICA MONTAJE DE FUERZA - PRÁCTICA NO.6 .....	109
ILUSTRACIÓN 57 SIMBOLOGÍA NEMA 1.....	115
ILUSTRACIÓN 58 SIMBOLOGÍA NEMA 2.....	116
ILUSTRACIÓN 59 SIMBOLOGÍA NEMA 3.....	117
ILUSTRACIÓN 60 SIMBOLOGÍA NEMA 4.....	118
ILUSTRACIÓN 61 REPRESENTACIÓN SIMBÓLICA DE LOS PULSADORES CON CONTACTOS NC Y NO.....	121
ILUSTRACIÓN 62 CONFIGURACIÓN ESTRELLA - DELTA EN UN MOTOR TRIFÁSICO .....	125
ILUSTRACIÓN 63 COLOCACIÓN DE LOS SOCKETS Y ALGUNOS DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS .....	126
ILUSTRACIÓN 64 COLOCACIÓN DE LOS SOCKETS Y ALGUNOS DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS .....	126
ILUSTRACIÓN 65 PERFORACIONES DEL ACRÍLICO.....	127
ILUSTRACIÓN 66 PERFORACIONES DEL ACRÍLICO.....	127
ILUSTRACIÓN 67 INSTALACIÓN DE DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS.....	128
ILUSTRACIÓN 68 INSTALACIÓN DE DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS.....	128
ILUSTRACIÓN 69 CABLEADO DEL MÓDULO.....	129
ILUSTRACIÓN 70 CABLEADO DEL MÓDULO.....	129
ILUSTRACIÓN 71 MÓDULO FINALIZADO PARTE DELANTERA.....	130
ILUSTRACIÓN 72 MÓDULO FINALIZADO PARTE TRASERA .....	130
ILUSTRACIÓN 73 PRACTICAS REALIZADAS EN EL TALLER DE AQUATEC.....	131
ILUSTRACIÓN 74 PRACTICAS REALIZADAS EN EL TALLER DE AQUATEC.....	131
ILUSTRACIÓN 75 PRACTICAS REALIZADAS EN EL TALLER DE AQUATEC.....	131

## Índice de tablas

TABLA 1 CURVAS DE DISPARO, CORRIENTE DE MAGNETO Y APLICACIONES.....	33
TABLA 2 ESPECIFICACIONES DE MOTORES DEL MÓDULO LAB-VOLT.....	56
TABLA 3 DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS Y DE MEDICIÓN DEL MÓDULO LAB-VOLT.....	57
TABLA 4 COSTO DEL MÓDULO – FUENTE AUTORES.....	65
TABLA 5 RESUMEN PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DEL MÓDULO ELECTROMECAÁNICO.....	69
TABLA 6 PARTES DE LA NORMA UNE-EN (IEC 60617).....	114
TABLA 7 CÓDIGO DE COLORES DE PULSADORES.....	119
TABLA 8 SIGNIFICADO DEL COLOR EN LAS LÁMPARAS DE SEÑALIZACIÓN – FUENTE MANUAL CONTROL ELECTROMECAÁNICO TECNOLÓGICO NACIONAL INDUSTRIAL.....	121

## CAPITULO I

### 1.1 RESUMEN

El presente tema de seminario de graduación, se orienta a la propuesta de un módulo entrenador basado en sistemas electromecánicos de maniobra con motores, ya que la institución cuenta con un laboratorio de máquinas eléctricas lo cual a su vez tiene un módulo LAB VOLT Modelo 8821 -22 solamente orientado al conocimiento de las características de funcionamiento de motores pero no de maniobra, nuestra propuesta es la de un módulo entrenador electromecánico con el cual se podrá realizar configuraciones eléctricas para el control de accionamiento en máquinas eléctricas con el fin de apoyar a un aprendizaje más completo.

El modulo entrenador está diseñado para maniobrar motores trifásicos de 2hp, 2 1/2Hp y 3 hp en corriente alterna 220V con un sistema de protección para los circuitos eléctricos, contra sobrecarga y cortocircuitos y con dispositivos eléctricos que protegen al motor de sobrecargas, módulo de Contactores que son los elementos fundamentales de control, un temporizador analógico retardo a la activación, módulo de accionadores y un módulo de luces indicadoras.

Terminado el modulo electromecánico y realizadas las pruebas de laboratorio, elaboramos 6 guías minuciosamente revisadas mediante las cuales se pueden realizar las distintas practicas las cuales son: practica de familiarización del equipo, accionamiento de un contactor, estudio del relé térmico señalización de su disparo, Control de Marcha y Paro con auto alimentación, Inversión del sentido de giro mediante pulsadores, Arranque estrella triangulo.

Finalmente diremos que el modulo entrenador electromecánico es muy útil para fines didácticos, el estudiante podrá adiestrarse progresivamente desde aplicaciones muy simples como el arranque directo de un motor, hasta sistemas complejos que incluyan tiempos de espera, o arranque de motores con arreglos eléctricos de optimización entre otras aplicaciones.



## 1.2 INTRODUCCIÓN

Los sistemas electromecánicos son aquellos que combinan la ciencia del electromagnetismo de la ingeniería eléctrica y la ciencia de la mecánica, esta combinación de partes eléctricas y mecánicas conforman un solo mecanismo, que interconectados realizan una tarea deseada. El control electromecánico ha tenido un rápido desarrollo en los últimos años, sin embargo, a lo largo del tiempo ha sufrido constantes procesos de evolución que se iniciaron en el año 800 A.C hasta la actualidad. El control electromecánico desempeña una función vital en el avance de la ingeniería y la ciencia, donde paralelamente surge la necesidad de crear sistemas de control para poder manipular los diferentes parámetros de las máquinas.

Hoy día ante la globalización, los sistemas de producción exigen más eficiencia para convertirse en sistemas más competitivos por lo cual las empresas requieren de profesionales que puedan suplir sus necesidades de forma integral en diseño, montaje y mantenimiento de sistemas electromecánicos en las plantas de producción. En el presente trabajo de Seminario de Graduación Titulado: Modulo Entrenador Electromecánico para el apoyo de enseñanza aprendizaje de las diferentes prácticas de laboratorio de la asignatura máquinas eléctricas de la UNAN-MANAGUA.

En el proyecto se abordan aspectos tales como la implementación de un módulo didáctico el cual está relacionado con elementos que comúnmente son empleados en la industria como son los Contactores, Autómatas, Relés, motores, entre otros. Concretamente se aborda el diseño y construcción de un prototipo didáctico el cual facilite la enseñanza y aprendizaje del uso de los dispositivos de control electromecánicos más comunes en la industria, así como diversas prácticas de montaje de maniobras.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

El modulo entrenador electromecánico surge por la necesidad de contar con una herramienta practica la cual apoye el proceso enseñanza aprendizaje de los laboratorios de máquinas eléctricas de la UNAN-MANAGUA. Mediante diferentes montajes y maniobras fundamentales de motores eléctricos familiarizando a los estudiantes a las aplicaciones de estas en las industrias de producción.

Se requiere de una herramienta práctica la cual permita envolver al estudiante en un entorno electromecánico real con el fin enfrentar los diferentes desafíos presentes en las industrias.

El laboratorio de la UNAN-MANAGUA cuenta con módulos de motores didácticos LAB-VOLT, los cuales dadas características propias de cada uno de los motores que conforman este Modulo didáctico LAB-VOLT, no es posible realizar diversas configuraciones para llevar a cabo prácticas de arranques fundamentales tales como Arranque Estrella-Delta, Arranques directos por medio de pulsadores marcha y paro, Arranques temporizados etc.

Por otra parte, la inquietud de contar con una herramienta practica para el montaje de estas maniobras surge de nuestras propias experiencias basadas en la parte practica en Cursos de Especialización Electromecánicos los cuales, para armar y montar un arranque cualquiera se nos tomaba mucho tiempo de horas clase, entre el cableado con alambre solido 12 el cual no es muy práctico a la hora de cablear por su poca maleabilidad, el atornillado del mismo a cada uno de los dispositivos y todo el proceso que lleva el montaje del arranque que se nos asignara;

Por eso EL MODULO ELECTROMECHANICO cuenta con un cableado interno donde cada punto de entrada y salida viene con un socket el cual facilita al Docente y Estudiante el armado de diversos sistemas, ya que así solo es necesario introducir bananas de 5mm, haciendo el montaje más práctico, didáctico y ahorrándonos horas clase.

Este proyecto tiene como objetivo el diseño y construcción de un sistema didáctico el cual le permita al estudiante realizar la diferente configuración de motores e interconexión de dispositivos electromecánicos para llevar a cabo diferentes prácticas de arranques acorde al proceso deseado.

## **1.4OBJETIVOS.**

### **1.4.1 Objetivo general.**

Construir un Módulo Entrenador Electromecánico para el apoyo de enseñanza aprendizaje de las diferentes prácticas de laboratorio de la asignatura máquinas eléctricas.

### **1.4.2 Objetivos específicos.**

- Hacer un Diagnóstico a los módulos de motores LAB-VOLT en los laboratorios de máquinas eléctricas y ver con los recursos que cuenta.
- Diseñar la estructura física del módulo entrenador con relevadores para el apoyo del método de enseñanza y aprendizaje de las diferentes prácticas de laboratorio de la asignatura máquinas eléctricas.
- Elaborar un manual completo sobre el funcionamiento del módulo, el cual servirá como herramienta clave para el docente y/o alumno, este contendrá a su vez 6 prácticas de laboratorio que involucren cada uno de los dispositivos.

## CAPITULO II

### 2. FUNDAMENTOS DE LA BASE TEORICA

La real academia de ciencias exactas física y natural define la Automática, como el estudio de los métodos y procedimientos cuya finalidad es la sustitución del operador humano por el operador artificial en la generación de una tarea física o mental previamente programada. *(Sala, Blanco, 2008)*

La Automatización, es el estudio y aplicación de la Automática al control de los procesos industriales y de gestión de la producción. Control, es la manipulación indirecta de las magnitudes de un sistema denominado planta a través de otro sistema de control. *(Sala, Blanco, 2008)*

#### 2.1 Tipos de controles eléctricos

En los comienzos de la industrialización, las máquinas fueron gobernadas esencialmente a mano e impulsadas desde un eje común de transmisión o de línea, dicho eje de transmisión era impulsado por un gran motor de trabajo continuo, el cual accionaba mediante una correa a las máquinas en el momento que fuese necesario, una de las desventajas principales que este sistema de transmisión de potencia fue que no era conveniente para una producción de nivel elevada.

El funcionamiento automático de una máquina se obtiene exclusivamente por la acción desde el motor y del control de la máquina. Este control algunas veces, es totalmente eléctrico y otras veces suele combinarse al control mecánico, pero los principios básicos aplicados son los mismos.

Una máquina moderna se compone de tres partes principales que son las siguientes:

1. La misma máquina, que está destinada para realizar un tipo de trabajo.
2. El motor, el cual es seleccionado considerando los requisitos de la máquina en cuanto a la carga, tipo de trabajo y clase de servicio que se requiere.
3. El sistema de control, que está estrechamente relacionado a las condiciones de funcionamiento tanto del motor como de la máquina. (*INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO (INATEC), Noviembre 2008*)

### **2.1.1 Control Manual**

Este tipo de control se ejecuta manualmente en el mismo lugar en que está colocada la máquina, este control es el más sencillo y conocido, es generalmente utilizado para el arranque directo de motores pequeños a tensión nominal.

Este tipo de control se utiliza frecuentemente con el propósito de la puesta en marcha y parada del motor en forma directa. El costo de este sistema de arranque es aproximadamente menos de la mitad del costo de un arrancador empleando contactor y relé bimetálico, el arrancador manual mediante interruptores bipolares o tripulares, proporciona generalmente protección contra sobrecarga y desenganche de tensión mínima, pero no garantiza una protección contra baja tensión en el motor.

Este tipo de control abunda en talleres pequeños de carpintería y metalistería, donde se utilizan máquinas pequeñas que pueden arrancar a plena tensión (P.ej. Empleando interruptor de cuchilla, interruptor termo magnético, interruptor selector etc.) Sin causar perturbaciones en las líneas de alimentación o en la máquina.

El control manual se caracteriza por el hecho de que el operador debe mover un interruptor o un botón para que se efectúe cualquier cambio en las condiciones de funcionamiento de la máquina o equipo. (*INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO (INATEC), Noviembre 2008*)

### 2.1.2 Control Semiautomático

Los controladores que pertenecen a esta clasificación, utilizan un arrancador electromagnético (contactor) y uno o más dispositivos pilotos manuales tales como pulsadores. Interruptores de maniobra, combinadores de tambor o dispositivos analógicos. Quizás los mandos más utilizados son las combinaciones de pulsadores a causa de que constituyen una unidad compacta y relativamente económica. El control semiautomático, se usa principalmente, para facilitar las maniobras de mano y control en aquellas instalaciones donde el control manual no es posible.

La clave de la clasificación como un sistema de control semiautomático, es el hecho de que los dispositivos pilotos son accionados manualmente por el operador y el resto de operaciones se realizan casi en forma automática, por ejemplo, La activación de un final de carrera por accionamiento mecánico, en cual puede enviar una orden para el cambio de un proceso.

Los controladores que pertenecen a esta clasificación, utilizan un arrancador electromagnético (contactor) y uno o más dispositivos pilotos manuales tales como pulsadores, interruptores, interruptores de maniobra, combinadores de tambor o dispositivos análogos. Quizás los mandos más utilizados son las combinaciones de pulsadores a causa de que constituyen una unidad compacta y relativamente económica.

El control semiautomático, se usa principalmente, para facilitar las maniobras de mano y control en aquellas instalaciones donde el control manual no es posible, la clave de la clasificación como un sistema de control semiautomático, es el hecho de que los dispositivos pilotos son accionados manualmente por el operador y el resto de operaciones se realizan casi en forma automática, por ejemplo, La activación de un final de carrera por accionamiento mecánico, en cual puede enviar una orden para el cambio de un proceso. (*INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO (INATEC), Noviembre 2008*)

### 2.1.3 Control Automático

Un control automático está formado por un arrancador electromagnético o contactor controlado por uno o más dispositivos pilotos automáticos. La orden inicial de marcha puede ser automática, pero generalmente inicia con una operación manual realizada por el operario efectuado desde un panel de pulsadores, interruptores, computadora etc.

En algunos casos el control puede tener combinación de dispositivos manuales y automáticos, si el circuito contiene uno o más dispositivos automáticos, debe ser clasificado como control automático.

En la actualidad, las grandes empresas están dejando a un lado los controles que utilizan lógica de relé, para recurrir a sistemas controladores automatizados empleando PLC's, ya que con esta tecnología se disminuyen el mantenimiento y optimizan los procesos para los cuales fueron diseñados, la capacidad y versatilidad que poseen estos sistemas hace que los gastos de mantenimiento disminuyan proporcional y progresivamente, además de que el producto se elabora con mayor precisión, por lo tanto, son estos sistemas tan importantes en la industria actual que se requiere personal capacitado para implementarlos de manera que se les pueda sacar el mayor provecho.

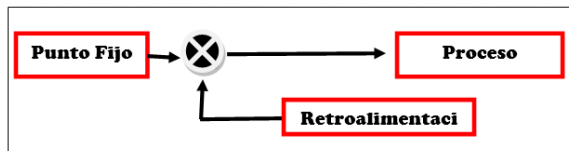
La aparición de los variadores de velocidad, los cuales se basan en el principio de modificación de velocidad a través de la variación de frecuencia, pueden ser programados para cambiar la velocidad en un proceso de manera controlada sin causar disturbios en la red de alimentación, además, alarga la vida útil del motor y de las piezas mecánicas ya que se le pueden asignar a las maniobras rampas de aceleración - deceleración que hacen que la velocidad aumente progresivamente sin causar esfuerzos, ni fatiga mecánica. La desventaja es su costo con relación a los controles de motores convencionales, pero a la larga el beneficio es mayor.



Actualmente, en los procesos automatizados se emplean el término, “Sistema de lazo cerrado” y “sistema de lazo abierto” para referirse a un sistema totalmente automatizado, este término se aplica a los sistemas que son controlados por medio de PLC’s.

### 2.1.3.1 Sistemas de lazo Cerrado

En este caso existe alguna forma por la cual lo que ocurre en el proceso se realimenta de modo de permitir que el operario o el autómeta tome decisiones en función de un programa almacenado.

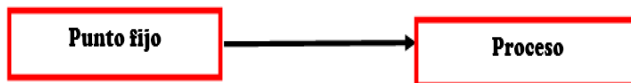


*Ilustración 1 Ejemplo de un lazo cerrado*

*Fuente Autores*

### 2.1.3.2 Sistema de lazo Cerrado

En este esquema el operario decide a través del Set Point el ajuste del proceso, pero no recibe ninguna realimentación o feedback de parte del mismo, por lo que se desconoce con certeza, si el proceso cumple con lo deseado y en qué medida. No se utiliza este esquema en los sistemas de control actuales. (INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO (INATEC), Noviembre 2008)



*Ilustración 2 Ejemplo de un lazo abierto*

*Fuente autores*

## 2.1.4 Partes de un Sistema Automatizado

### 2.1.4.1 Parte Operativa

Si tuviéramos que buscar un símil que definiera mejor esta parte, lo hallaríamos en nosotros mismos. El cuerpo humano tiene dos partes bien diferenciadas, por un lado, la parte operativa que se correspondería a los músculos, articulaciones, que tienen una función concreta la de hacer “cosas” tangibles.

Así la parte operativa de un sistema de control está formada por:

- 1) El proceso
- 2) Los sensores
- 3) Las interfaces
- 4) Los preaccionadores
- 5) Los accionadores o actuadores.

En líneas generales, cada una de estas partes sería:

**El proceso:** Es el conjunto de operaciones que se realizan para obtener un producto de una determinada calidad, a partir de unos equipos y una serie de materiales.

**Los sensores:** Son los encargados de captar la información necesaria y precisa para la ejecución de todo proceso, puede detectar posiciones, temperaturas, caudales etc.

**Las interfaces:** Módulo de comunicaciones entre máquinas y/o máquina-hombre.

**Los preaccionadores:** Son los elementos que transforman las órdenes recibidas y permiten que se ejecuten las acciones concretas en los actuadores. Por ejemplo, cuando se aplica tensión a la bobina de un contactor, y este cierra sus contactos de fuerza, permite que se alimente con tensión el bobinado del motor, el cual a su vez mueve un mecanismo en una máquina.

**Los accionadores:** Son los elementos que finalmente reciben las órdenes directas de los preaccionadores. Por ejemplo, Cilindros, Motores, etc.

#### ***2.1.4.2 Partes de Control***

Siguiendo con la comparativo con el cuerpo humano, se correspondería con el cerebro, cuya misión es la de procesar los estímulos correspondientes según la que hay que hacer y dar órdenes oportunas a la parte operativa.

Si el proceso de control, es realizado por un operario, estaríamos ante un control de proceso manual. Por el contrario, si este control se efectúa por máquinas, tales como robot, nos referimos a proceso de control automático.

En cualquier caso, las funciones que definen el sistema de control en su conjunto son las mismas y en general son las siguientes:

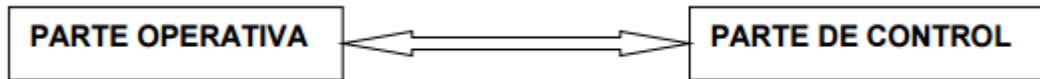
1) Lectura del estado de variables de salida del proceso, bien con los sensores industriales o a través de nuestros sentidos.

2) Transmisión del estado de las variables de salida del proceso, bien por medio de los transductores industriales hacia la unidad de control (PLC's) o al cerebro del operario.

3) Comparación, si procede, del estado de las variables de salida con las de consigna, para saber en qué sentido y cantidad deben ser las acciones de la parte operativa para conseguir los objetivos marcados.

4) Emisión de las órdenes de control, que, en función del estado de las variables de salida, de las consignas y del algoritmo de control utilizados son emitidas por la parte de control a través de los preaccionadores a los accionadores.

5) Ejecución de las órdenes de control. Los accionadores responden a las señales de control modificando el estado de las variables de salida según lo previsto.



*Ilustración 3 Interacción de la parte operativa y la de control*

*Fuente: Autores*

Se debe de tener muy presente que hoy en día, la automatización tiene por objetivos. El incremento de la productividad, incrementar la calidad y precisión de los productos, reemplazar parcial o totalmente la intervención del hombre en el proceso productivo y liberar al hombre de labores tediosas. (INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO (INATEC), Noviembre 2008)

## **2.2 Dispositivos de control**

### **2.2.1 Contactores**

De manera sencilla podemos definir un contactor como un aparato que es capaz de abrir o cerrar un circuito eléctrico a distancia. Un contactor es un dispositivo de maniobra destinado a comandar equipamiento eléctrico en estado no perturbado o bajo las sobrecargas normales de servicio, con la posibilidad de ser accionado a distancia y preparado para grandes frecuencias de operación.

El contactor sólo puede adoptar dos estados: uno estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otro inestable o de accionamiento, cuando es accionado y mantenido por su sistema de operación, también se lo conoce como estado de excitación.

---

Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.

---

Funciones: Los Contactores generalmente pueden operar corrientes del orden de 6 a 12 veces la intensidad nominal. Se caracterizan por su poca inercia mecánica y rapidez de respuesta; resultando elementos indispensables en las tareas de automatización. Si se combinan con relés adecuados, pueden emplearse para la protección de las cargas (generalmente motores) contra faltas de fase, sobretensiones, sobrecargas, corrientes inversas, etcétera. En estos casos el relé actúa sobre el circuito de operación del contactor.

Cabe agregar que para la protección contra cortocircuitos deben utilizarse otros elementos colocados aguas arriba, como por ejemplo cartuchos fusibles.

- El contactor permite comando automático a través de botones, de manera local o a distancia.
- El contactor es adecuado para una elevada frecuencia de maniobras.



*Ilustración 4 Contactor Físico*

### 2.2.1.1 Clasificación de los Contactores

#### 2.2.1.1.1 Clasificación por el tipo de accionamiento

Contactores neumáticos: Se accionan mediante la presión de un gas (aire, nitrógeno) que actúan sobre un embolo, que es el encargado de conectar o desconectar el circuito.

Contactores hidráulicos: Se accionan por la presión de un líquido (agua, aceite) que actúan sobre un embolo.

Contactores electromecánicos: Se accionan mediante un servomotor que carga un resorte, cuya liberación se realiza a distancia mediante un electroimán.

Contactores electromagnéticos: Su accionamiento se realiza a través de un electroimán.

En lo que sigue sólo nos referiremos a estos últimos; pues su sencillez de construcción, unido a su robustez, volumen reducido, bajo consumo, poco mantenimiento y precio económico; lo han convertido en el contactor de mayor empleo en la actualidad.

#### 2.2.1.1.2 Clasificación por la disposición de sus contactos

Contactores al aire: La apertura de los contactos se produce en el seno del aire.

Contactores en vacío: La apertura de los contactos se produce en el vacío. También existen de apertura en un medio gaseoso.

Contactores al aceite: La apertura de los contactos se produce en el seno de un baño de aceite.

Para grandes potencias se usaban Contactores en baño de aceite, caracterizados por sus buenas propiedades mecánicas, ya que el aceite refrigeraba los contactos y proveía un efecto amortiguador que aseguraba una larga duración mecánica y un funcionamiento silencioso. La mejora tecnológica de los Contactores al aire hizo que aquellos dejaran de utilizarse, pues resultaban de mayor costo y requerían la renovación periódica del aceite.

#### *2.2.1.1.3 Clasificación por la clase de corriente*

- Contactores para corriente alterna.
- Contactores para corriente continua.

Cabe acotar que estos últimos requieren una construcción de sus contactos y cámaras de arco muy estudiado, pues la corriente no se anula naturalmente y la energía almacenada magnéticamente se disipa durante el proceso de interrupción del circuito.

#### *2.2.1.1.4 Clasificación por el nivel de tensión*

- Contactores de baja tensión: Hasta 1000 V.
- Contactores de alta tensión: Más de 1000 V.

Son las tensiones que pueden soportar sus contactos.

#### *2.2.1.1.5 Clasificación por la característica de la carga*

Contactores de potencia: Utilizados para la conexión de circuitos de potencia.

Contactores auxiliares: Utilizados para la conexión de circuitos auxiliares.

### ***2.2.1.2 Construcción de un contactor electromagnético***

Estos Contactores contienen los siguientes elementos constructivos principales:

a) Contactos principales: Son los instalados en las vías principales para la conducción de la corriente de servicio, destinados a abrir y cerrar el circuito de potencia. Generalmente tienen dos puntos de interrupción: ruptura doble y están abiertos en reposo. Según el número de vías de paso de corriente, el contactor será bipolar, tripolar, tetra polar, etc. realizándose las maniobras simultáneamente en todas las vías.

---

Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.

---

La forma de los contactos principales es generalmente convexa, que permite menor chispa de corte, pero a su vez la desventaja de una menor superficie de contacto. El material del contacto es importante dado que será calentado por efecto Joule, por lo tanto, las principales características de los contactos deben ser:

- Alta conductividad térmica y eléctrica.
- Débil tendencia al soldeo.
- Pequeña resistencia de contacto.
- Dureza elevada y gran resistencia mecánica.
- Resistencia a la erosión eléctrica producida por el arco.
- Tendencia mínima a formar óxidos.
- Los contactos generalmente son de aleación de plata endurecida y cobre.

b) Contactos auxiliares: Son los acoplados mecánicamente a los contactos principales, encargados de abrir y cerrar los circuitos auxiliares y de mando del contactor; asegurando los enclavamientos de contactos y conectando las señalizaciones. Pueden ser del tipo normalmente abierto (NA) o normalmente cerrado (NC), y generalmente tienen dos puntos de interrupción y son de dimensiones reducidas, pues operan corrientes relativamente pequeñas. También son contactos auxiliares los contactos de acción temporizada (de apertura y de cierre), que van montados generalmente en cámaras auxiliares, cuyo cambio de estado sucede transcurrido un tiempo a partir del momento en que queda activado el contactor o se aplica tensión a su bobina.



---

 Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.
 

---

c) Bobina: Produce flujo magnético capaz de imantar un núcleo. La bobina genera una fuerza de atracción al ser atravesada por una corriente eléctrica. Su tensión de alimentación puede ser de 12 y 24 V de corriente continua y 110, 220 o 380 V de corriente alterna. Consta principalmente de un carrete en el cual se enrollan espiras de hilo conductor esmaltado. Para las bobinas de corriente alterna se utiliza un hilo más grueso y pocas vueltas.

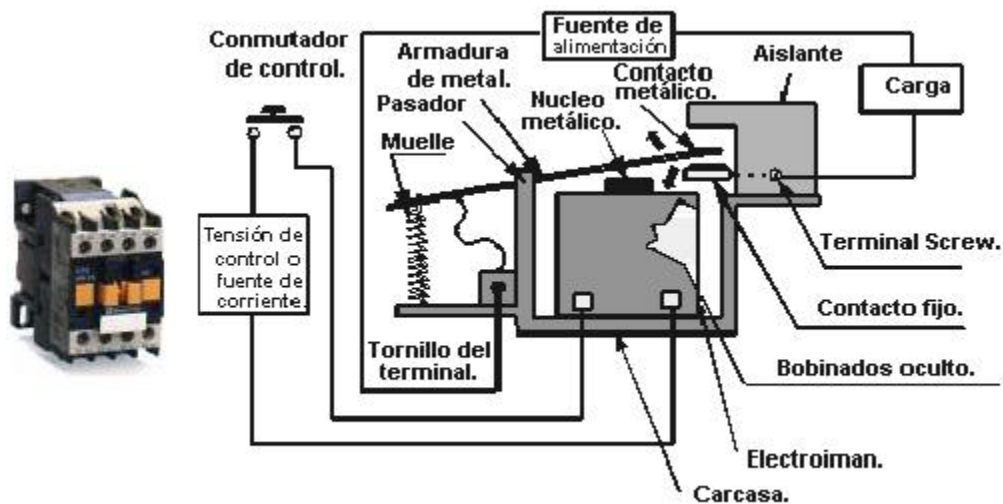
d) Armadura: Parte móvil del contactor que forma parte del circuito magnético. Desplaza los contactos principales y auxiliares por la fuerza de atracción de la bobina.

e) Núcleo: Parte fija por la que se cierra el flujo magnético producido por la bobina.

f) Resortes antagónicos: Son los encargados de devolver los contactos a su posición de reposo una vez que cesa la fuerza de atracción.

g) Cámaras de extinción o apaga chispas: Son los recintos en los que se alojan los contactos y que producen que el arco de ruptura se alargue, divida y finalmente se extinga.

h) Soporte: Conjunto que permite fijar entre sí a las piezas que constituyen el contactor y éste a su tablero de montaje, mediante tornillos o riel DIN.



*Ilustración 5 Esquema básico de las partes de un contactor.*

### **2.2.1.3 Funcionamiento del contactor electromagnético**

Cuando la bobina del contactor se excita por la circulación de corriente, el núcleo atrae a la armadura y arrastra los contactos principales y auxiliares, estableciendo el circuito entre la red y el receptor. Este desplazamiento puede ser:

- Por rotación, pivote sobre su eje (menos usados, generalmente en ruptura simple).
- Por traslación, deslizándose paralelamente a las partes fijas (más usados, generalmente en ruptura doble).
- Combinación de movimientos, rotación y traslación.

Cuando la bobina deja de ser alimentada, se abren los contactos por efecto del resorte de presión de los polos y del resorte de retorno de la armadura móvil.

El circuito magnético está preparado para resistir los choques mecánicos provocados por el cierre y la apertura de los contactos y los choques electromagnéticos debidos al paso de la corriente por las espiras de la bobina. Con el fin de reducir los choques mecánicos, a veces se instalan amortiguadores.

Cabe acotar que para el uso con corriente alterna, se suele instalar una espira en cortocircuito (espira de sombra) que genera un flujo magnético desfasado con el principal, de manera que la fuerza de atracción pulsatoria resultante no se anule nunca, evitándose así las vibraciones que generan zumbidos molestos.

Si el contactor se debe gobernar desde diferentes puntos, los pulsadores de marcha se conectan en paralelo y los de parada en serie con la bobina.

#### ***2.2.1.4 Simbología e identificación de bornes***

Los bornes de conexión de los Contactores se nombran mediante cifras o códigos de cifras y letras que permiten identificarlos, facilitando la realización de esquemas y las labores de cableado.

- Los contactos principales o de potencia se identifican con una sola cifra, del 1 al 6. Los contactos de entrada son impares: 1, 3 y 5, y los de salida son pares: 2, 4 y 6.

- Los contactos auxiliares se identifican con dos cifras. Las cifras de unidades o segunda cifra muestran el tipo de contacto de acuerdo con la función del mismo:

1 y 2, contactos normalmente cerrados (NC).

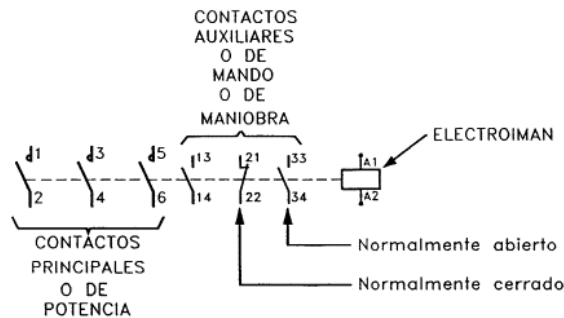
3 y 4, contactos normalmente abiertos (NA).

5 y 6, contacto de apertura temporizada.

7 y 8, contacto de cierre temporizado.

- La cifra de las decenas o primera cifra, indica el número del contacto, pues en un contactor puede haber más de un contacto auxiliar del mismo tipo. En un lado se indica a qué contactor pertenece.

- Las bobinas de un contactor se identifican nombrando a sus bornes con las letras A1 y A2. En su parte inferior se indica a qué contactor pertenece.



*Ilustración 6 contactos de un contactor*

- El contactor habitualmente se denomina con la letra K o C seguida de un número de orden, que sirve para diferenciar la existencia de diferentes Contactores.

### **2.2.1.5 Características de utilización**

#### 1) Corriente de servicio

Para desarrollar este concepto debemos hacer las siguientes definiciones:

**Corriente nominal térmica:** es la que puede ser soportada por los contactos principales del contactor durante 8 horas en ausencia de arcos de ruptura y permaneciendo dentro de los límites fijados de calentamiento.

**Corriente de servicio:** es la máxima intensidad que puede controlar un contactor en las condiciones de utilización exigidas por la carga. Estas condiciones se hallan definidas por las normas.

La corriente térmica nominal es un valor único y característico para cada contactor, mientras que la corriente de servicio varía con la utilización a la que se aplique el mismo; pues los distintos tipos de trabajos dan lugar a diferentes regímenes de calentamiento y enfriamiento.

## 2) Clase de servicio

La clase de servicio está relacionada con la vida útil del contactor, generalmente expresada en miles o millones de maniobras. Las normas correspondientes establecen las siguientes clases de servicios:

Servicio permanente: conectando la corriente de servicio sin interrupción por tiempo indefinido.

Servicio de 8 horas: conectando la corriente de servicio sin interrupción por un tiempo suficiente para alcanzar el equilibrio térmico, pero inferior a 8 horas. Al final de ese período el contactor debe haber efectuado una desconexión en carga.

Servicio temporal: conectando la corriente de servicio sin interrupción por un tiempo insuficiente para alcanzar el equilibrio térmico, pero permaneciendo en reposo un tiempo suficiente para enfriarse hasta la temperatura ambiente. Las normas establecen servicios temporales de 10, 30, 60 y 90 minutos.

Servicio intermitente: conectando y desconectando la corriente de servicio cumpliendo ciclos de trabajo, sin alcanzar el equilibrio térmico ni en la conexión ni en la desconexión. Las normas establecen servicios intermitentes con cotas superiores de 6, 30, 150, 600 y 1200 maniobras por hora.

## 3) Categoría de servicio

La categoría de servicio está relacionada con el poder de ruptura del contactor. Las normas han determinado 4 categorías de servicio para aplicaciones de corriente alterna y 5 para aplicaciones en corriente continua; que representan las condiciones más corrientes de utilización y difieren por los poderes de ruptura exigidos.

Las categorías para corriente alternan son:

---

Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.

---

AC1: En funcionamiento normal= conexión y desconexión al 100 % de la corriente nominal del aparato receptor. En funcionamiento ocasional= conexión y desconexión al 150 % de la corriente nominal del aparato receptor.

AC2: En funcionamiento normal= conexión al 250 % de la corriente nominal y desconexión al 100 % de la corriente nominal del aparato receptor. En funcionamiento ocasional= conexión y desconexión al 400 % de la corriente nominal del aparato receptor.

AC3: En funcionamiento normal= conexión al 600 % de la corriente nominal y desconexión al 100 % de la corriente nominal del aparato receptor. En funcionamiento ocasional= conexión al 1000 % de la corriente nominal del aparato receptor si ésta es menor a 100 A o al 800 % si es mayor a 100 A. Desconexión al 800 % de la corriente nominal del aparato receptor si ésta es menor a 100 A o al 600 % si es mayor a 100 A.

AC4: En funcionamiento normal= conexión y desconexión al 600 % de la corriente nominal del aparato receptor. En funcionamiento ocasional= conexión al 1200 % de la corriente nominal del aparato receptor si ésta es menor a 100 A o al 1000 % si es mayor a 100 A. Desconexión al 1000 % de la corriente nominal del aparato receptor si ésta es menor a 100 A o al 800 % si es mayor a 100 A.

En función de la categoría de servicio, algunas aplicaciones de los Contactores son:

**AC1** Cargas puramente resistivas o ligeramente inductivas, para calefacción eléctrica, iluminación incandescente...

**AC2** Motores asincrónicos de rotor bobinado, para mezcladoras, centrífugas.

**AC3** Motores asincrónicos de rotor en cortocircuito, para aparatos de aire acondicionado, compresores, ventiladores.

**AC4** Motores asincrónicos para trabajo pesado (intermitente, frenado contracorriente), grúas, ascensores.

4) Tensión de servicio

La tensión de servicio está relacionada con las propiedades dieléctricas del contactor. Las normas establecen que, en funcionamiento normal, los Contactores deben poder conectar con entre el 90 y el 110 % de su tensión nominal.

#### ***2.2.1.6 Fallas comunes en los Contactores***

Si el contactor no queda realimentado o auto sostenido (enclavado), puede ser productos de conductores interrumpidos en el circuito, o bien, por conexiones mal hechas en el contactor o en los pulsadores, como contactos con conductores aislados, tornillos mal apretados, etc.

También es posible que se presenten fallas en el contactor por calentamiento excesivo, desgaste prematuro, presión débil de los resortes, por contactos corridos o soldados.

Puede que también se presenten fallas en la bobina, por daño en la misma debido a una sobretensión, sobre intensidad o cortocircuito. Desconexión en los bornes por vibración excesiva del circuito electromagnético, calentamiento excesivo (normalmente no debe pasar de 80° C).

Las fallas en el circuito electromagnético, lo puede provocar una falla mecánica de alguna de las partes que lo constituyen, escasa fuerza magnética para atraer la armadura, deficiencia en la desconexión (los resortes estén flojos) y circuito magnético ruidoso y vibración excesiva. *(Instituto Nacional Tecnológico (INATEC), Enero 2014, Pág. 10-15)*

## 2.2.2 Relé de tiempo – Relé Temporizador

### 2.2.2.1 Generalidades

Relé temporizador o simplemente relé de tiempo o contador de tiempo, es el término usado para denotar cualquier relé con la capacidad para realizar operaciones de conmutación con la manipulación del tiempo.

Puede ser un dispositivo desarrollado específicamente para esta aplicación o simplemente un módulo auxiliar, Cuando se combina con relé o su base lleva la misma funcionalidad. Las principales funciones de este tipo son relés retraso en su funcionamiento y de energizing retraso, generación de pulso (también se llama cíclico o abrir y cerrar) entre muchos otros.

### 2.2.2.2 Funcionamiento de un relé de tiempo – Relé temporizador

Un mecanismo de transmisión (estado sólido o electromecánico), Este mecanismo puede ser jugado por un sistema electromecánico, con la electrónica convencional o mediante un sistema de microprocesador. Cuando el relé es alimentado por una fuente de energía, se cambiará el estado de tus contactos después de cierto período de tiempo en el selector o programación.

Puede funcionar de dos maneras:

**Ondelay:** Cuando se acciona la bobina de un temporizador de retardo de relé (o en el caso de las entradas de los modelos de estado sólido), los contactos cambian Estados después de un previo de determinado tiempo.

**Offdelay:** Cuando se energiza la bobina o la entrada de un relé temporizador de retardo de apagado, los contactos inmediatamente cambian Estados y después de un tiempo pre determinado retorno a la posición original.



### ***2.2.2.3 Aplicaciones de un relé de tiempo – Temporizador de relé***

Hay muchas aplicaciones posibles para este tipo de relé, entre las principales:

- Prevención de la sobrecarga de la red eléctrica durante motor coincide con
- Enlace de motores Estrella triángulo
- Estandarización de los signos para PLC's
- Asistencia en automatización y distribución industrial
- Llaves de búfer y cuadros de mando

*(INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO (INATEC), Noviembre 2008)*

## **2.3 DISPOSITIVOS DE PROTECCION**

La disponibilidad de las instalaciones eléctricas tiene una gran importancia y se ha convertido en un factor crucial para una fabricación exitosa, donde la obtención de la producción en tiempo y forma “just-in-time” es clave, ya que los retrasos en la producción provocan un incremento adicional del coste.

Por eso, las protecciones eléctricas y mecánicas en los sistemas trifásicos resultan muy útiles e importantes, haciendo las instalaciones más seguras para él o los operarios y ayudan eficientemente a la disminución de los costes, lo que beneficia al propietario de la instalación.

### **2.3.1 Tipos de protecciones**

Toda máquina o receptor puede sufrir accidente, y estos pueden ser de dos tipos:

#### ***2.3.1.1 De origen eléctrico***

Producto de una sobre tensión; caída de tensión; desequilibrio o ausencia de fases que provocan un aumento de la corriente absorbida; cortocircuitos cuya intensidad puede superar el poder de corte del contactor.

### ***2.3.1.2 De origen mecánico***

Producto del calado del rotor; sobrecarga momentánea o prolongada que provocan un aumento de la corriente que absorbe el motor, haciendo que los bobinados se calienten peligrosamente.

Con el fin de que dichos accidentes no dañen los componentes, ni perturben la red de alimentación, todas las protecciones para arrancadores de motores o para cualquier otro tipo de instalación eléctrica deben incluir obligatoriamente lo siguiente:

a). **Protección contra los cortocircuitos**, para detectar y cortar lo antes posible las corrientes anómalas superiores a  $10 I_n$ ,

b) **Protección contra las sobrecargas**, para detectar los aumentos de corriente hasta  $10 I_n$  y cortar el arranque antes de que el recalentamiento del motor y de los conductores dañe los aislantes.

Si es necesario, se pueden añadir protecciones complementarias como el control de fallos de aislamiento, de inversión de fases, de temperatura de los bobinados, etc. La protección corresponde a:

- Aparatos específicos: seccionadores porta fusibles, disyuntores, relés de protección y relés de medida
- Funciones específicas integradas en los aparatos de funciones múltiples. (*INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO (INATEC), Noviembre 2008*)

## **2.3.2 Relé de sobrecarga térmica o relé bimetalico**

### ***2.3.2.1 Generalidades***

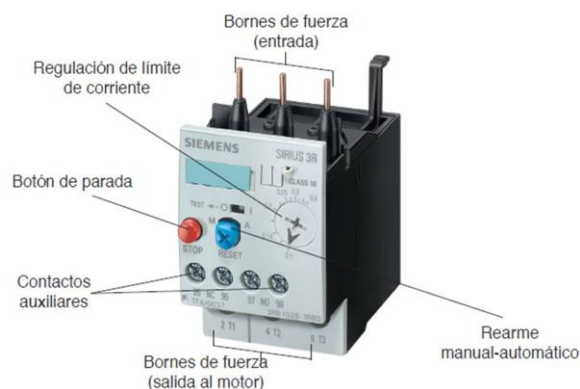
El elemento fundamental de un relé térmico, lo constituye una lámina bimetalica. Esta está compuesta, como lo dice su nombre, por dos láminas de diferentes metales que están unidas mediante soldadura o remachado.

Generalmente, estas placas están fabricadas una aleación de hierro y níquel, y de latón. Este sistema basa su funcionamiento en la dilatación específica de cada metal cuando es calentado. Si se calientan láminas de iguales metales, su deformación (alargamiento) será el mismo para ambas; pero si es una lámina de diferentes metales, esta deformación será desigual, combándose la lámina hacia el metal con menor dilatación térmica.

### 2.3.2.2 Partes fundamentales de un relé térmico

Los equipos suelen incorporar dos contactos auxiliares (uno normalmente abierto y otro normalmente cerrado) para uso en el circuito de mando y sus valores estándar están en torno a una alimentación de 660 Vc.a para frecuencias de 50/60 Hz.

También actúa en el circuito de potencia que alimenta directamente al motor, a través de sus tres contactos principales.



*Ilustración 7 Partes de un Relé Térmico*

*Fuente <https://automatismoindustrial.com/29-2/>*

Tal y como podemos ver en las imágenes este relé dispone de un selector de la intensidad de protección, el cual nos indica el rango de funcionamiento del relé (por ejemplo, un rango puede ser entre 1,6 hasta 3,2A de intensidad nominal).

Además, incorpora un botón de prueba (STOP), y otro para RESET.

En el siguiente esquema vemos el relé térmico (F2) y junto con su inclusión en el circuito de potencia y en el circuito de control. (revistadigital.inesem.es, n.d.)

### ***2.3.2.3 Funcionamiento de un Relé Térmico***

El motor se conecta al accionar el botón de arranque, energizándose la bobina magnética que tiene la función de unir los contactos de fase en el circuito principal del motor, empezando este a funcionar.

La resistencia de calentamiento del relé, se calienta debido al paso de la corriente que consume el motor. Es entonces que la placa bimetálica colocada junto a la resistencia se calienta también, aunque la misma está diseñada para que la deformación sea mínima con un consumo normal de corriente y no se parará el motor.

En el momento en que el motor reciba una sobrecarga, y por tanto, tome de la red una cantidad de corriente mayor que la normal (pudiendo quemarse su devanado), comienza a funcionar la protección brindada por el relé. La cantidad de calor que desprende la resistencia, aumentará en el caso de las sobrecargas, calentándose a su vez la plancha bimetálica, que se combará hacia arriba dejando libre la palanca que abrirá los contactos que controlan el funcionamiento de la bobina magnética, quedando abiertos los contactos de fase, lo que provocará la parada del motor.

Para arrancar el motor nuevamente, se cierran los contactos mediante un botón destinado al efecto, pero solo se podrá arrancar cuando la plancha bimetálica se enfríe y retorne a su posición original. (KUZNETSOV, 1975)

### ***2.3.2.4 Asociación con un contactor***

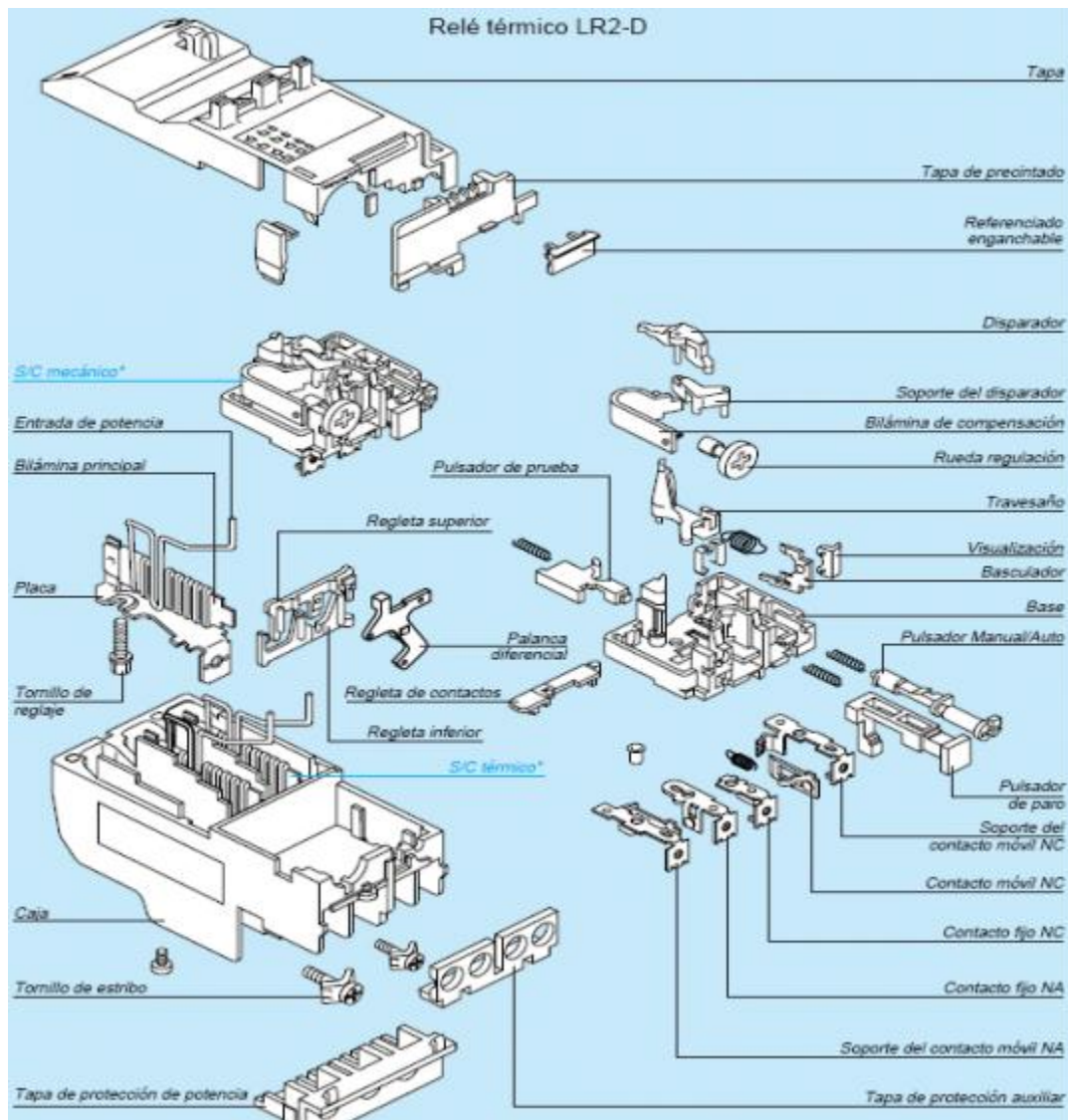
El relé bimetálico se debe conectar con el circuito de potencia, donde cada bobinado de calentamiento debe intercalarse en una fase o polaridad del receptor protegido. En el circuito de control, el contacto de apertura del relé (95 – 96) debe conectarse en serie dentro del circuito de la bobina del contactor que controla la puesta bajo tensión del receptor.

---

 Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.
 

---

Algo muy importante y que se debe tener presente siempre, es que los relés térmicos no protegen a las cargas (motores) contra los cortocircuitos, por lo que se requiere instalar una protección contra los mismos en todo sistema de arranque.



*Ilustración 8 Parte interna de un relé térmico (relé bimetálico)*

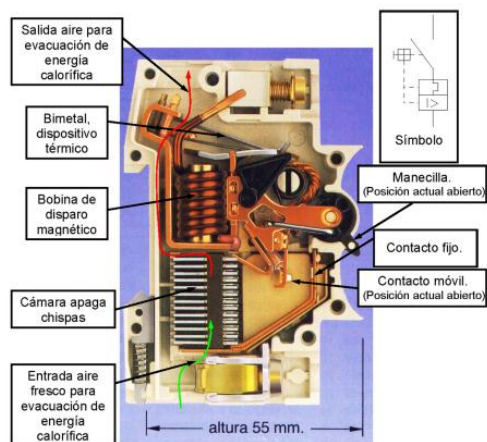
*Fuente: Manual Control electromecánico – Instituto Tecnológico Nacional*

### 2.3.3 Interruptor Automático Magneto térmico

Un interruptor magnetotérmico, interruptor termomagnético o llave térmica, es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos. Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule). El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga. No se debe confundir con un interruptor diferencial o disyuntor.

Al igual que los fusibles, los interruptores magnetotérmico protegen la instalación contra sobrecargas y cortocircuitos.

#### 2.3.3.1 Funcionamiento



*Ilustración 9 Partes de un Interruptor Magnetotérmico*

*Fuente <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:SeccionMagnetotermico.png>*

Al circular la corriente por el electroimán, crea una fuerza que, mediante un dispositivo mecánico adecuado (M), tiende a abrir el contacto C, pero sólo podrá abrirlo si la intensidad  $I$  que circula por la carga sobrepasa el límite de intervención fijado.

Este nivel de intervención suele estar comprendido entre 3 y 20 veces la intensidad nominal (la intensidad de diseño del interruptor magnetotérmico) y su actuación es de aproximadamente unas 25 milésimas de segundo, lo cual lo hace muy seguro por su velocidad de reacción. Esta es la parte destinada a la protección frente a los cortocircuitos, donde se produce un aumento muy rápido y elevado de corriente.

La otra parte está constituida por una lámina bimetálica (representada en rojo) que, al calentarse por encima de un determinado límite, sufre una deformación y pasa a la posición señalada en línea de trazos lo que, mediante el correspondiente dispositivo mecánico (M), provoca la apertura del contacto C. Esta parte es la encargada de proteger de corrientes que, aunque son superiores a las permitidas por la instalación, no llegan al nivel de intervención del dispositivo magnético. Esta situación es típica de una sobrecarga, donde el consumo va aumentando conforme se van conectando aparatos.

Ambos dispositivos se complementan en su acción de protección, el magnético para los cortocircuitos y el térmico para las sobrecargas. Además de esta desconexión automática, el aparato está provisto de una palanca que permite la desconexión manual de la corriente y el rearme del dispositivo automático cuando se ha producido una desconexión.

No obstante, este rearme no es posible si persisten las condiciones de sobrecarga o cortocircuito. Incluso volvería a saltar, aunque la palanca estuviese sujeta con el dedo, ya que utiliza un mecanismo independiente para desconectar la corriente y bajar la palanca.

### ***2.3.3.2 Selección de un interruptor automático magnetotérmico***

Se deberán de seguir los siguientes pasos:

1. Elegir el calibre o intensidad nominal ( $I_{Nom}$ ), cuyo valor será inferior o igual a la que consume el receptor de forma permanente.
2. Hay que seleccionar el tipo de curva de disparo. En la siguiente tabla, se indica la corriente de magneto, la curva de disparo del dispositivo y la aplicación del mismo.

---

 Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.
 

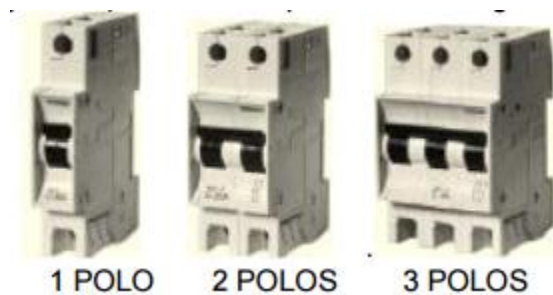
---

Curva de Disparo	Corriente de Magnético	Calibre	Aplicaciones
B	5	2, 3	Protección generadora de personas y grande Long. De cable
C	10	4, 6	Protección General
D	20	10,16,20	Protección de generadores con elevadas corrientes de arranque
Z	3.6	25	Protección de circuitos electrónicos

*Tabla 1 Curvas de disparo, Corriente de Magneto y Aplicaciones*

*Fuente: Manual Control electromecánico – Instituto Tecnológico Nacional*

Los interruptores termomagnético, son fabricados en tres tipos: De un solo polo, de dos polos y de tres polos, son muy ideales para la protección por cortocircuito en los circuitos de mando.



*Ilustración 10 Tipos de Interruptores Termomagnético*

*Fuente: Manual Control electromecánico – Instituto Tecnológico Nacional*



## 2.4 Elementos de Accionamiento

### 2.4.1 Pulsadores

Los pulsadores son elementos de accionamiento que sirven para cerrar o abrir un circuito permitiendo o impidiendo el paso momentáneo de la corriente a través de ellos. Los pulsadores una vez que se dejan de presionar, toman su posición de reposo.

Los pulsadores, son interfaces de diálogo entre el hombre y la máquina, son perfectamente adaptados a las situaciones en las que la información que intercambia el operador y la máquina es poco numerosa limitándose a señales de tipo “Todo o Nada” (órdenes de marcha, señalización de estados). Son considerados componentes electromecánicos de fácil instalación, robustos, fiables, ergonómicos y adaptados a cualquier condición ambiental.



*Ilustración 11 Variedad de cabezas de Mando para pulsadores*

*Fuente <http://www.raelectronica.es/>*

Su identificación resulta fácil gracias a un código de color normalizado, según la función que desempeña. Se utilizan igualmente para las operaciones relacionadas directamente con la seguridad, que requieren mandos tan simples y directos como sea posible:

- Mandos generales de arranque y de parada, funcionamiento de ajuste, funcionamiento manual degradado.
- Tipos y formas de pulsadores.

---

**Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.**

---

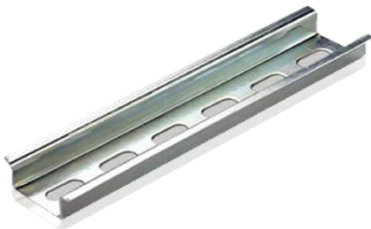
- Mandos de los circuitos de seguridad (paro de emergencia).  $\varpi$  Cabeza con embellecedor metálico cromado, para todo tipo de aplicaciones en ambientes industriales severos y en condiciones de servicio intensivo.
- Totalmente plástico, para aplicaciones en ambientes agresivos: industria química, agroalimentaria.

Los pulsadores son diseñados, con diámetros de 16, 22 y 30 mm (según la Norma NEMA<sup>1</sup>) y en distintas versiones. Existe una gran variedad de cabezas de mando disponibles

## 2.5 accesorios para el montaje eléctrico

### 2.5.1 Rieles o perfiles

Existen tres tipos de perfiles, el perfil simétrico de 35 mm, de 7,5 o 15 mm de profundidad, para enganchar aparatos; el perfil asimétrico, para fijación de aparatos mediante tornillo y el perfil combinado de 35 mm, para enganchar y atornillar aparatos con sólo 2 modelos de tuercas que ofrecen cada uno 2 diámetros de atornillado. Estas tuercas deslizantes se enganchan por el frente de los perfiles, lo que permite añadir material o modificarlo de forma rápida y sencilla, con estas tuercas el entre eje de fijación puede ajustarse a  $\pm 10$  mm.



*Ilustración 12 Riel DIN*

Fuente <http://proelectricos.com/riel-din/>

---

<sup>1</sup> National Electrical Manufacturers Association (NEMA) (Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos) es una asociación industrial estadounidense responsable de números estándares industriales comunes usados en el campo de la electricidad.

### 2.5.2 Borneras de conexión o de paso

Las borneras de conexión o de paso, son los accesorios que permiten la interconexión de todos los elementos de protección, preaccionadores, autómatas, etc., los cuales se encuentran dentro del gabinete o armario de control, con respecto a aquellos dispositivos por medio de los cuales se dan las órdenes de encendido y la vigilancia de todo el proceso que realizan las máquinas en una industrial o taller. Las borneras se fabrican en diferentes modelos, los cuales cubren todas las necesidades de conexión para una amplia gama de corriente, en la fabricación de estos accesorios, se emplean los materiales aislantes de muy buena calidad



*Ilustración 13 Borneras de conexión*

*Fuente <http://www.leroymerlin.es/>*

Las bornas o borneras. Se fabrican en bloques unipolares o multipolares fijas o enchufables, conexiones por tornillo, tuerca o soldadura, bloques para funciones específicas como soportes de fusibles o de componentes electrónicos, bornas seccionables, conexión del conductor de protección, etc.

### *2.5.2.1 Tipos de Bornes*

**Bornes de paso:** Representa la aplicación más usada, ya que sirve de paso o interconexión a un determinado circuito eléctrico con otro de función adicional, estas se comercializan en distintos colores, su tamaño depende de la sección del conductor a conectar y de la corriente de paso. Como caso muy particular de las bornes de paso, estas pueden encontrarse en el comercio de doble y triple piso, las cuales son ideales donde la densidad de conexión es un aspecto crítico.

**Bornes de puesta a tierra:** Están basados en la idea de utilizar el riel de fijación de los bornes no sólo mecánicamente, sino también como barra de puesta a tierra, con el consiguiente ahorro de espacio y tiempo de montaje. Esta borna se provee en el color normalizado amarillo-verde. 54

**Bornes de neutro:** Esta bornera permiten montar directamente la barra o línea de neutro al borne, y mediante una cómoda corredera, conectar al resto de los circuitos o bien aislarlo de los mismos. Se proveen también el resto de los accesorios, como son la barra de neutro, el morseto de acometida a la barra y el apoyo barra. Esta borna viene en color normalizado azul.

**Bornes porta fusibles:** Este tipo de bornera, permiten alojar fusibles de vidrio de 5 mm de diámetro y 20 mm de largo. Posibilitan la extracción del fusible sin manipular elementos con tensión. Existen unos tipos con indicación luminosa, ofrece además la señalización visual de interrupción del circuito.

**Bornes seccionables a corredera:** Son especialmente aptos para borneras de medición y contraste de instrumentos.

**Bornes seccionables a cuchilla:** Estas son muy útiles en circuitos de comprobación o medida y en cualquier otro esquema en el que se necesite la interrupción segura de un circuito eléctrico.

**Bornes de conexión rápida (BKF):** Sistema a resorte, la línea se compone de bornes de paso y tierra de 1,5 a 10 mm<sup>2</sup>., porta fusible para fusibles de 5 x 2 mm y seccionable a cuchilla. Los elementos de apriete son de acero inoxidable y el elemento de conducción de cobre.

Todas las líneas de paso y puesta a tierra, se recomienda que se encuentre certificados conformes a la norma IEC 79-7, “la cual hace referencia a materiales eléctricos para atmósferas gaseosas explosivas, seguridad aumentada”.

Existen otros tipos de bornera de características especiales como: Bornes con diodos, bornes enchufables, monobornes, bornes de potencia de barra pasante, bornes para circuitos impresos, bornes doble piso, bornes triple piso para sensores de proximidad y alimentación.

En cuanto a condiciones de auto extingüibilidad a la llama en caso de cortocircuito, las bornas deben presentar altísimos valores de rigidez dieléctrica y resistencia a las corrientes superficiales, todas las partes conductoras de corriente deben de ser de cobre o aleación de cobre de excelente calidad. Los distintos tipos constructivos deben permitir su montaje sobre rieles del tipo DIN en 15, 32, y 35mm. (*INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO (INATEC), Noviembre 2008*)

### 2.5.3 Cintas de amarre

La cinta de amarre o sujetadora de cables, son fabricadas de material plástico transparente o bien puede ser de color, se encuentran en diferentes tamaños normalizados. Son ideales para organizar los cables ubicados dentro de una canaleta o ducto, haciendo manojos con los mismos, sin dañar la parte protectora o aislante de los conductores.

La cinta de amarre, tiene un sistema de seguridad que consiste en un sujetador hembra / macho, que le permite quedarse fija por medio de un sistema de adhesivo permanente, cuando en su interior se coloca un manajo de cables y la cinta se remueven según lo deseado. (*INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO (INATEC), Noviembre 2008*)

## 2.6 Motor Eléctrico

El motor eléctrico es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Son máquinas eléctricas rotatorias compuestas por un estator y un rotor.

### 2.6.1 Ley de inducción Electromagnética de Faraday (principio de funcionamiento)

El principio de funcionamiento del motor se basa en la ley de Faraday que indica que cualquier conductor que se mueve en el seno del campo magnético de un imán se generara una D.D.P entre sus extremos proporcional a la velocidad de desplazamiento. Si en lugar de un conductor rectilíneo con terminales en circuito abierto se introduce un anillo conductor con los extremos conectados a una determinada resistencia y se hace girar en el interior del campo, de forma que varíe el flujo magnético abrazado por la misma se detectará la aparición de una corriente eléctrica que circula por la resistencia y que cesara en el momento en que se detenga el movimiento.

Normalmente en un motor se emplea un cierto número de espiras devanadas sobre un núcleo magnético de forma apropiada y también en algunas ocasiones se sustituye el imán permanente creador del campo por un electroimán, el cual produce el mismo efecto cuando se le aplica la corriente excitadora. A este último elemento (Imán o electroimán) se le denomina inductor, el conjunto espiras y núcleos móviles constituyen el inducido.

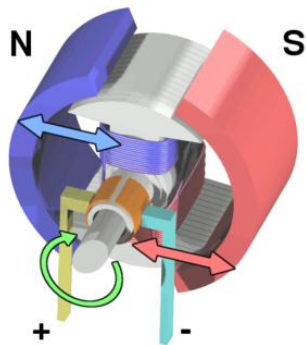
El sentido de la corriente eléctrica que circula por el inducido está definido mediante la *Ley de Lenz* que indica que toda variación que se produzca en el campo magnético tiende a crear un efecto en sentido opuesto que compense y anule la causa que la produjo. Si esta ley se aplica a nuestro caso nos indicará que la corriente inducida creará un campo magnético para que se oponga al movimiento de la misma lo que obligará a aplicar una determinada energía para mantener el movimiento la cual dependerá lógicamente de la intensidad de la corriente generada y del valor de la resistencia de carga ( $R_c$ ), pudiendo calcularse como el producto de la energía consumida en la carga por un número que expresará el rendimiento de la conversión.

---

 Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.
 

---

Ahora bien, todos los fenómenos expresados corresponden al efecto opuesto al de un motor, es decir, que mediante el sistema descrito se genera una corriente eléctrica a partir de un movimiento mecánico, lo que corresponde al principio de funcionamiento de un *dinamo*, sin embargo, al ser dicho efecto reversible, bastará con invertir los papeles y si en lugar de extraer corriente del inducido se le aplica una determinada tensión exterior, se producirá la circulación de una cierta intensidad de corriente por las espiras y éstas comenzarán a girar, completándose así el motor. Es importante considerar que teniendo en cuenta la ley de Lenz mencionada anteriormente, al girar él se creará en el mismo una determinada tensión eléctrica, de sentido contrario al exterior que tenderá a oponerse al paso de la corriente para compensar así las variaciones de flujo magnético producidas, denominada fuerza *contra electromotriz* (FCEM)



*Ilustración 14* Lo que se hace es girar un electroimán (el rotor) en el interior del campo magnético creado por otros electroimanes (el estator). Haciendo que por el rotor circule una corriente alterna se puede conseguir una rotación continuada.

Específicamente, lo que determina la FEM inducida es la velocidad de cambio en el número de líneas de campo que pasan a través del anillo, por lo que establece que el voltaje inducido en un circuito cerrado es directamente proporcional a la rapidez con que cambia en el tiempo el flujo magnético que atraviesa una superficie cualquiera con el circuito como borde:

$$\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \frac{d}{dt} \int_S \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

*Ecuación 1* Ley de inducción de Faraday

**E:** es el campo eléctrico,  $d\mathbf{l}$  es el elemento infinitesimal del contorno **C**

**B:** es la densidad de campo magnético y **S** es una superficie arbitraria, cuyo borde es **C**.

Las direcciones del contorno **C** y de **A** están dadas por la Regla de la mano derecha.

La permutación de la integral de superficie y la derivada temporal se puede hacer siempre y cuando la superficie de integración no cambie con el tiempo. (*Departamento de física aplicada - Universidad de Sevilla, 2016*)

## 2.6.2 Clasificación de los Motores Eléctricos

### 2.6.2.1 Motores de corriente alterna

Se usan mucho en la industria, sobretodo, el motor trifásico asíncrono de jaula de ardilla.

#### 1. Por su velocidad de giro se clasifican

**Asíncronos.** Un motor se considera asíncrono cuando la velocidad del campo magnético generado por el estator supera a la velocidad de giro del rotor.

**Síncronos.** Un motor se considera síncrono cuando la velocidad del campo magnético del estator es igual a la velocidad de giro del rotor. Recordar que el rotor es la parte móvil del motor. Dentro de los motores síncronos, nos encontramos con una su clasificación:

- 1.2.1 Motores síncronos trifásicos.
- 1.2.2 Motores asíncronos sincronizados.
- 1.2.3 Motores con un rotor de imán permanente.

#### 2. Por el tipo de rotor.

- 2.1 Motores de anillos rozantes.
- 2.2 Motores con colector.
- 2.3 Motores de jaula de ardilla.



### **3. Por su número de fases de alimentación.**

- 3.1 Motores monofásicos.
- 3.2 Motores bifásicos.
- 3.3 Motores trifásicos.
- 3.4 Motores con arranque auxiliar bobinado.
- 3.5 Motores con arranque auxiliar bobinado y con condensador.

#### ***2.6.2.2 Motores de corriente continua.***

Suelen utilizarse cuando se necesita precisión en la velocidad, montacargas, locomoción, etc. La clasificación de este tipo de motores se realiza en función de los bobinados del inductor y del inducido:

- Motores de excitación en serie.
- Motores de excitación en paralelo.
- Motores de excitación compuesta.

#### ***2.6.2.3 Motores universales.***

Son los que pueden funcionar con corriente alterna o continua, se usan mucho en electrodomésticos. Son los motores con colector.

El motor universal es un tipo de motor que puede ser alimentado con corriente alterna o con corriente continua, es indistinto. Sus características principales no varían significativamente, sean alimentados de una forma u otra. Por regla general, se utilizan con corriente alterna. También los encontraréis con el sobrenombre de motor monofásico en serie. Este tipo de motor se puede encontrar tanto para una máquina de afeitar como para una locomotora, esto da una idea del margen de potencia en que pueden llegar a ser construidos.

### 2.6.3 Motor trifásico

#### 2.6.3.1 Generalidades

Es una máquina eléctrica rotativa, capaz de convertir la energía eléctrica trifásica suministrada, en energía mecánica. La energía eléctrica trifásica origina campos magnéticos rotativos en el bobinado del estator lo que provoca que el arranque de estos motores no necesite circuito auxiliar, son más pequeños y livianos que uno monofásico de inducción de la misma potencia, debido a esto su fabricación representa un costo menor.

Los motores eléctricos trifásicos, se fabrican en las más diversas potencias, desde una fracción de caballo hasta varios miles de caballos de fuerza (HP), se los construye para prácticamente, todas las tensiones y frecuencias (50 y 60 Hz) normalizadas y muy a menudo, están equipados para trabajar a dos tensiones nominales distintas.

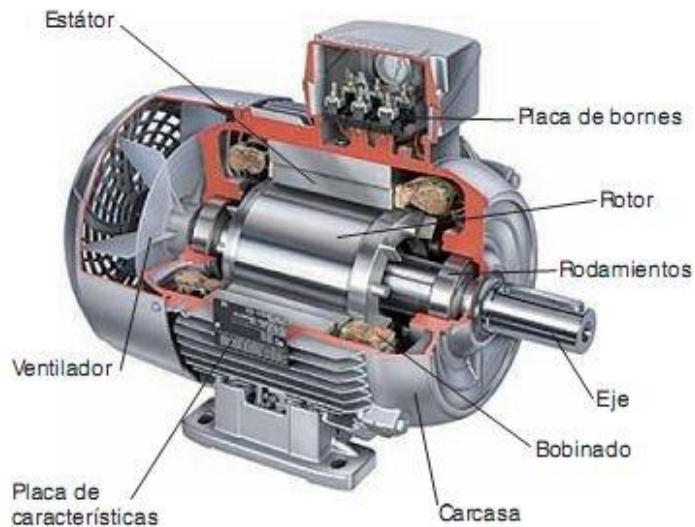
#### 2.6.3.2 Partes de un motor trifásico

Estos motores constan de tres partes fundamentales, estator, rotor y escudo

**El estator:** está constituido por un enchapado de hierro al silicio de forma ranurado, generalmente es introducido a presión dentro de una de la carcasa.

**El rotor:** es la parte móvil del motor. Está formado por el eje, el enchapado y unas barras de cobre o aluminio unidas en los extremos con tornillos. A este tipo de rotor se le llama de jaula de ardilla o en cortocircuito porque el anillo y las barras forman en realidad una jaula.

**Los escudos:** por lo general se elaboran de hierro colado. En el centro tienen cavidades donde se incrustan cojinetes sobre los cuales descansa el eje del rotor. Los escudos deben estar siempre bien ajustados con respecto al estator, porque de ello depende que el rotor gire libremente, o que tenga "arrastres" o "fricciones".



*Ilustración 15 Partes de un motor*

Fuente <https://sites.google.com/site/279motoreselectricos/partes-fundamentales-de-un-motor-electrico>

### ***2.6.3.3 Motor trifásico síncrono***

Estos motores se denominan sincrónicos, porque la velocidad de giro depende únicamente de la frecuencia de la corriente de alimentación y del número de polos, siendo independiente de la carga que deba vencer. Esta velocidad está dada por la relación:

$N = 120 f / p$ , donde  $f$  es la frecuencia de la red y  $p$  el número de polos del conductor.

Las máquinas síncronas funcionan tanto como generadores y como motores. En nuestro medio sus aplicaciones son mínimas y casi siempre están relacionadas en la generación de energía eléctrica.

### ***2.6.3.4 Motor trifásico asíncrono***

Los motores asíncronos o motores de inducción, son las máquinas de impulsión eléctrica más utilizadas, pues son sencillas, seguras y baratas. Los motores asíncronos se clasifican según el tipo de rotor, en motores de rotor en jaula de ardilla (o motores con inducido en cortocircuito) y en motores de rotor bobinado o de anillos rozantes. (Instituto Nacional Tecnológico, 2008)

### 2.6.4 Ventajas

En diversas circunstancias presenta muchas ventajas:

- A igual potencia, su tamaño y peso son más reducidos.
- Se pueden construir de cualquier tamaño.
- Tiene un par de giro elevado y, según el tipo de motor, prácticamente constante.
- Su rendimiento es muy elevado (típicamente en torno al 75%, aumentando el mismo a medida que se incrementa la potencia de la máquina).
- Los trifásicos no necesitan bobina de arranque y por lo tanto tampoco capacitores y mucho menos interruptores centrífugos que son comunes en los motores monofásicos. Por lo que al ser más sencillos necesitan menos mantenimiento.
- Pueden cambiar el sentido de rotación con solo invertir dos de las tres líneas de entrada.
- Permiten diferentes tipos de conexiones que permite lograr configurar el sistema de arranque para reducir la corriente inicial.

## 2.7 Cálculos para la adecuada instalación de un módulo electromecánico

### 2.7.1 Cálculo de la corriente para el caso de un motor Trifásico

Corriente Nominal ( $I_n$ ): Es la corriente que consume el motor cuando trabaja a potencia de salida nominal, esta corriente se calcula de la siguiente forma dependiendo de si el motor es monofásico o trifásico:

$$I = \frac{P}{(\sqrt{N})(V)(F_P)(F_E)}$$

*Ecuación 2 Corriente de un Motor Trifásico*

F<sub>E</sub>: Factor de Eficiencia

I: corriente en amperios

N: número de fases

P: potencia en watt

V: voltaje

F<sub>P</sub>: Factor de potencia

### 2.7.2 Cálculo del calibre del conductor y caída de voltaje

La selección del calibre del conductor es parte importante de los sistemas eléctricos, ya que de ello depende la transmisión de la energía eléctrica en forma eficiente y segura.

El cálculo del calibre del conductor depende del tipo de del de la temperatura de operación, del conductor, del número de conductores, de la longitud del circuito, etc.

$$C_v = \frac{(\sqrt{N})(L)(I)(0.85)}{(56)(A)}$$

*Ecuación 3 Calculo calibre del conductor*

*Fuente Autores*

L: longitud total del conductor (metros)

I: corriente (amperios)

A: área del conductor (mm<sup>2</sup>)

N: número de fases

*(Instituto Nacional Tecnológico, 2008)*

## 2.8 Lógica Cableada

Lógica cableada o lógica de contactos, es una forma de realizar controles, en la que el tratamiento de datos (botonería, fines de carrera, sensores, presóstatos, etc.), se efectúa en conjunto con Contactores o relés auxiliares, frecuentemente asociados a temporizadores y contadores.

La lógica cableada industrial es la técnica de diseño de pequeños a complejos autómatas utilizados en plantas industriales, básicamente con relés cableados. En la acepción de los técnicos en telecomunicaciones y en informática, la lógica cableada utiliza compuertas lógicas discretas (TTL, CMOS, HCMOS), para implementar circuitos digitales de comunicaciones y computadores.

La lógica cableada industrial consiste en el diseño de automatismos con circuitos cableados entre contactos auxiliares de relés electromecánicos, Contactores de potencia, relés temporizados, diodos, relés de protección, válvulas óleo-hidráulicas o neumáticas y otros componentes. Los cableados incluyen funciones de comando y control, de señalización, de protección y de potencia. La potencia además de circuitos eléctricos comprende a los circuitos neumáticos (mando por aire a presión) u óleo hidráulico (mando por aceite a presión). Crea automatismos rígidos, capaces de realizar una serie de tareas en forma secuencial, sin posibilidad de cambiar variables y parámetros. Si se ha de realizar otra tarea será necesario realizar un nuevo diseño.

Se emplea en automatismos pequeños, o en lugares críticos, donde la seguridad de personas y máquinas, no puede depender de la falla de un programa de computación.

---

**Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.**

---

En sistemas mayores también se emplea el autómata programable, entre los que se encuentran los PLC controlador lógico programable, la UTR Unidad Terminal Remota o los relés programables, o computadoras o servidores de uso industrial. Estos autómatas no se programan en lenguajes tradicionales como cualquier computador, se programan en Ladder, lenguaje en el cual las instrucciones no son otra cosa que líneas de lógica cableada. Así el conocimiento de la lógica cableada es de fundamental importancia para quien programa un autómata programable o PLC. La lógica cableada más que una técnica, hoy en día constituye una filosofía que permite estructurar circuitos en forma ordenada, prolija y segura, sea en circuitos cableados o programados.

La práctica de la lógica cableada ha sido asimilada por otras ramas de la tecnología como las telecomunicaciones y la informática, con la introducción del cableado estructurado en edificios, oficinas y locales comerciales, lugares donde es poco usual el manejo de esquemas y dibujos de las instalaciones eléctricas, excepto la de potencia, la elaboración de proyectos de detalle y el cableado en forma ordenada mediante el uso borneras y regletas.

En la lógica cableada o control eléctrico se emplea la normativa sugerida por la IEC 1082-1 (International Electrotechnical Commission) donde se definen los símbolos gráficos y las referencias identificativas, cuyo uso se recomienda y están en conformidad con las publicaciones más recientes.

La norma IEC 1082-1 define y fomenta los símbolos gráficos y las reglas numéricas o alfanuméricas que deben utilizarse para identificar los aparatos, diseñar los esquemas y realizar los equipos eléctricos. El uso de las normas internacionales elimina todo riesgo de confusión y facilita el estudio, la puesta en servicio y el mantenimiento de las instalaciones. *(Vásquez, 2013)*

A continuación, se describen los elementos, circuitos básicos y la filosofía comúnmente empleada en la lógica cableada.

### **2.8.1 Estados ON y OFF**

Desde un punto de vista teórico la lógica cableada opera de igual forma que la lógica tradicional, donde las variables solamente pueden tener dos estados posibles, “verdadero” o “falso”. En la lógica cableada “verdadero” es igual a un relé energizado o en ON, en el caso de los contactos el estado “verdadero” es el contacto CERRADO. En la lógica cableada un “falso” es igual a un relé des energizado o en OFF, para los contactos el estado “falso” es el contacto ABIERTO.

En los circuitos electrónicos digitales o compuerta lógica, se utiliza el sistema numérico binario; donde verdadero es igual a “1” y falso es igual a “0”. Si se trata de un sistema neumático u óleo-hidráulico, “verdadero” es igual a una válvula ABIERTA y “falso” es igual a una válvula CERRADA. Si se trata del mando de la válvula, “verdadero” corresponde al mando accionado (puede ser un solenoide, una palanca de accionamiento manual o un simple volante), y “falso” corresponde al estado no accionado del mando.

### **2.8.2 Esquemas de conexión y esquemas de principio**

Los relés y otros elementos empleados en la técnica de comando y control, pueden ser dibujados con sus bornes de conexión tal cual son físicamente, y luego conectar con conductores los distintos bornes, conformando lo que se denomina un “esquema de conexión”. El esquema de conexión debe dar los datos constructivos y la ubicación de cada elemento, pero no es la mejor forma de representar un circuito a la hora de comprender y visualizar su funcionamiento, como si lo es el esquema de principio.



### 2.8.3 Identificación del cableado y borneras

Para que un circuito de lógica cableada pueda funcionar correctamente, es primordial contar previamente con el dibujo del mismo, donde se identifican todos los cables y borneras de conexión, para luego realizar el montaje y revisar el correcto cableado de todos los elementos. Para que esto último sea posible es necesario colocar identificadores o marcadores alfanuméricos en todos los cables y bornes. Existen distintos criterios para realizar la identificación de los cables, teniendo cada una de ellas sus ventajas y desventajas. Básicamente se pueden identificar los cables según los números de borneras o regletas de conexión, o de acuerdo a una numeración arbitraria especificado en los planos o dibujos.

Los criterios de identificación del cableado son muchos, algunos apuntan a facilitar el montaje o trabajo del electricista que realiza el cableado, otros facilitan el trabajo del personal de mantenimiento de la instalación, otros son de acuerdo a la conveniencia del proyectista que dibujo los planos. Algunos de ellos; 1) identificar los cables con el nombre-número de la bornera o borne de conexión a donde llega el cable; 2) 3) identificar los cables con el nombre-número de la bornera o borne de conexión del extremo opuesto del cable; 4) identificar los cables con un número correlativo de 00 a 99, donde ese número está marcado en el dibujo o plano como número del cable, se puede agregar el número de hoja del dibujo donde se encuentra el cable; 5) los números de los cables se corresponden con la numeración de la bornera principal del circuito cuyos números no se repiten en otra bornera; 6) mediante signos, letras y números que denoten la función del cable, como la polaridad +P y -P, mandos de apertura y cierre, funciones de protección, etc.

### **2.8.4 Barras de Polaridad**

Las barras de polaridad +P y –P son las que permiten energizar las bobinas de los relés con los contactos. Usualmente se denominan +P y –P, pero pueden tener otra letra o leyenda cualquiera, y ser una tensión tanto de corriente continua como de alterna. La tensión de polaridad, usualmente esta cableada a elementos de control en posible contacto con las personas, por ejemplo; pulsadores manuales, controles de nivel de líquidos, sensores de posición o instrumentos de medida. Por este motivo, por razones de seguridad para las personas, esta tensión debe estar aislada galvánicamente de tierra, usualmente con un aislamiento de 1 a 2 KV. Las tensiones estándar empleadas en corriente continua son; 24, 48, 110, 125, 220 y 250 V. La tensión estándar en corriente alterna son; 24, 110-120, 220-240 y 380-400 V

### **2.8.5 Montajes**

El montaje de la lógica cableada se realiza en gabinetes o armarios estancos, donde sobre un fondo muerto o sobre rieles verticales, conocidos como rack en inglés de 19”, se atornillan en forma horizontal los llamados rieles asimétricos y simétricos, donde se instalan los relés, fuentes de alimentación, elementos de potencia como los Contactores, y protección como porta fusibles o llaves termo-magnéticas. Los rieles más económicos son de chapa galvanizada, los de mejor calidad son de acero con una protección superficial de cadmio.

### **2.8.6 Bornera Frontera**

Los cables de mando que van del gabinete de la lógica cableada a la planta o al campo, son cables armados, rígidos debido al fleje de protección mecánica y/o a una pantalla de cobre o aluminio, la cual es aterrada en ambos extremos. Esa rigidez impide realizar el cableado directamente hasta los bornes de los relés de la lógica cableada. Para resolver este problema se utilizan borneras fronteras, donde llegan los cables armados desde la planta y salen hacia el interior del gabinete cables mono polares y flexibles, cables de mando o de potencia. Para el ingreso de los cables al gabinete se emplean los llamados pasa cables o prensaestopas, que impiden la entrada de insectos, polvo y humedad al gabinete.

### 2.8.7 Relés

En la lógica cableada, la mención de “relé” comprende diversos equipamientos eléctricos y electrónicos, de distinta tecnología y función. Todos estos equipos, aparatos o instrumentos, son considerados como “relés” en la medida de que cuenten con contactos eléctricos NA o NC de salida, y realicen una función particular de Lógica Cableada. Las entradas pueden ser bobinas, circuitos de medida de tensión, corriente, temperatura, nivel, accionamientos físicos y manuales, comandos remotos, por cable o por radiofrecuencia.

Así, por ejemplo, un relé puede ser un control de nivel o temperatura, un relé electromecánico, un contactor con contactos auxiliares, un relé de sub o sobre tensión, un relé de protección y decenas de otras funciones, que distintos fabricantes de equipamiento industrial catalogan como “relés”.

### 2.8.8 Elementos de mando

Los elementos de mando básicos en lógica cableada son los siguientes;

#### 2.8.8.1 Contactos NA y NC

Los contactos eléctricos de los relés pueden ser contactos normalmente abiertos NA, o normalmente cerrados NC. En los esquemas de conexión y de principio siempre se dibuja el contacto en su posición de reposo, con la bobina del relé des energizado o en OFF. El contacto NC se dibuja cerrado y el contacto NA se dibuja abierto. Los relés se dibujan sin energizar.

Primera cifra: Número de orden en la cámara de contacto

Segunda cifra:

1 ó 2: N.C.

3 ó 4: N.A

5 ó 6: especial N.C.

7 ó 8: especial N.A.

### ***2.8.8.2 Funciones de Temporización***

Existen relés temporizados de varios tipos, pero tres funciones básicas son; la temporización a la conexión, temporización a la desconexión y la temporización a la conexión-desconexión. En los dos últimos casos el relé temporizado deber alimentarse desde una conexión independiente a la de la bobina. Los contactos temporizados se representan mediante un paraguas que se opone al movimiento.

### ***2.8.8.3 Mando Manual y Automático***

En todo automatismo siempre es conveniente contar con la posibilidad de elegir entre un comando manual por pulsadores, y un comando automático por nivel, presión, temperatura, etc. La selección se realiza por llaves selectoras manual/automático. Por razones de seguridad de las personas y equipos, siempre se deja fuera de la selección el mano de parada manual y automática, por ejemplo, por nivel bajo, a los efectos de prevenir que una bomba quede succionando en vacío y se dañe.

### ***2.8.8.4 Protección***

Las funciones de protección deben guardar en lo posible independencia de los circuitos de mando, de modo de funcionar con mandos en manual, en automático y en casos de falla. En el dibujo previo, el contacto kth de relé térmico y el flotador NV2 son elementos de protección en serie con el circuito de mando manual y automático.

#### ***2.8.8.5 Señalización***

La señalización comprende la indicación de los estados de marcha, parada, falla o defectos, posición de interruptores abiertos o cerrados. Para lo cual se emplea luminosos con lámpara incandescente o con LED. La lámpara es energizada mediante contactos auxiliares de Contactores e interruptores, o con relés que copian la posición de los mismos.

En autómatas de relés de gran tamaño, la polaridad empleada para la señalización es independiente de la polaridad de mando, ya que un cortocircuito en un luminoso no debería dejar fuera de servicio el autómata.

#### ***2.8.8.6 Código de Colores***

Para la señalización en pulsadores de mando y lámparas o luminosos, se emplean distintos colores. En Europa se utiliza la norma IEC 73.

#### ***2.8.8.7 Enclavamientos***

Los enclavamientos impiden que dos órdenes de mando contradictorias tengan efecto simultáneamente. Existen muchas formas de realizarlo, eléctricamente en las botoneras o pulsadores de mando, entre relés, en el circuito de potencia y hasta mecánicamente entre motores con funciones opuestas. (joremahu, 2014)

## CAPITULO 3

### VI. DESARROLLO

#### 3.1 Diagnóstico

Este proyecto de seminario de graduación fue desarrollado para los laboratorios de máquinas eléctricas en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua donde se diseñó un sistema didáctico de apoyo para los laboratorios de la asignatura de máquinas eléctricas en la carrera de Ingeniería Electrónica de la UNAN-Managua.

El laboratorio de máquinas eléctricas está equipado con módulos de la marca LAB VOLT. Que contienen 9 tipos de motores, módulos de medición, módulo de sincronización y módulos de dispositivos electrónicos que servirán para las diferentes configuraciones electrónicas que den a conocer las características de arranque de los diferentes motores del laboratorio de máquinas eléctricas de la UNAN-Managua.

##### 3.1.1 Características módulo LAB VOLT Modelo 8821 -22:

- ✚ Módulo de 10 motores de tipos diferentes.
- ✚ Modulo con diferentes combinaciones de carga Inductiva.
- ✚ Módulo con diferentes combinaciones de carga resistivos.
- ✚ Módulo de diferentes combinaciones de carga capacitiva.
- ✚ Módulo de medidores de voltaje, corriente y frecuencia.
- ✚ Módulo de transformadores.
- ✚ Módulo de fuente de alimentación.
- ✚ Módulo de sincronización

**3.1.2 Tabla de especificaciones de motores del módulo LAB-VOLT**

<b>Motores</b>	<b>Características</b>
Motor Lab Volt 8255-62 de repulsión inducción	175W-1570 r/min -120V -4,7 A 1 $\sim$ 60Hz.
Motor Lab Volt 8211-02 generador C.C	175W- 1800r/min -120V -2,8 A como generador: 120w – 1800r/min
Motor Lab Volt 8251-02 arranque con condensador	175W -1715 r/min -120V -4,6 A 1 $\sim$ 60Hz.
Electrodinamómetro Lab Volt 8911-12	Par: 0-3 n-m Velocidad: 250-5000 r/min.
Motor Lab Volt 8241-02 alternador sincrónico	175W -1800 r/min – 208V -0,8 A 3 $\sim$ 60Hz.
Motor Lab Volt 8221-02 jaula de ardilla 4 polos	175W-1670 r/min-208V-1,2 A 3 $\sim$ 60 Hz.
Motor Lab Volt 8254-02 universal	175W -1800r/min -120 V -3,8 A -CA/CC.
Motor Lab Volt 8253-02 con condensador permanente	75W -1715r/min -120 V -2,8 A 1 $\sim$ 60Hz.
Motor Lab Volt 8960-12 de impulsión dinamómetro	0-3N.M-0- 2500 r/min motor de impulsión: 750W Dinamómetro: 175W.
Motor Lab Volt 8231-02 de inducción trifásica de rotor bobinado	175W -1500 r/min -208/V -1.3A 3 $\sim$ 60Hz.
Módulo Lab Volt 8321-02 Carga resistiva	252 W -120V –CA/CC Precisión: 25% .
Módulo Lab Volt 8321-02 Carga Inductiva	252 $\sqrt{2}$ r -120V -60Hz precisión: 25% Q=10
Módulo Lab Volt 8331-02 Carga Capacitiva	52 $\sqrt{2}$ r -120V (240V MAX,) -60 Hz Precisión: 25%.
Módulo Lab Volt 8426-02 voltímetro CA	COM -125V – 250V.

*Tabla 2 Especificaciones de motores del módulo LAB-VOLT*

## Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.

Motores	Características	
Módulo Lab Volt 8425-02 Amperímetro CA	$\pm 0.5A$ -2.5A -8 $\pm 0.5A$ -2.5A -8A -25A.	
Módulo Vatímetro Lab Volt 8431-22 Monofásico	750W -150V -10 A -1 $\sim$ - 60Hz.	
Módulo Lab Volt 8441-22 Vatímetro trifásico.	300W / 300W 250V -2A -3 $\sim$ /1 $\sim$ -60Hz.	
Módulo Lab Volt 8821-22 de alimentación	CA 120/208V – 15A 0-120/208V -5A	CC 0-120V -8A 120V -2A.
Módulo Lab Volt 8621-02 de sincronización	Lámpara 10W -240V Interruptor: 2A -240V.	
Módulo Voltímetro/Amperímetro CC Lab Volt 8412-02	20V -200V 500mA	2.5A -5A.
Módulo Transformador trifásico Lab Volt 8348-02	250VA -208V -1.2 A 1 $\sim$ 60Hz -3 unidades.	
Módulo Transformador Monofásico Lab Volt 8341-02	60V -120V/208V/120V	0.5A/0.3A/0.5A-60Hz.
Módulo Reóstato Lab Volt 8731-02	192W -2A máx.	16 $\Omega$ línea al neutro.

Tabla 3 Dispositivos electrónicos y de medición del módulo LAB-VOLT



---

**Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.**

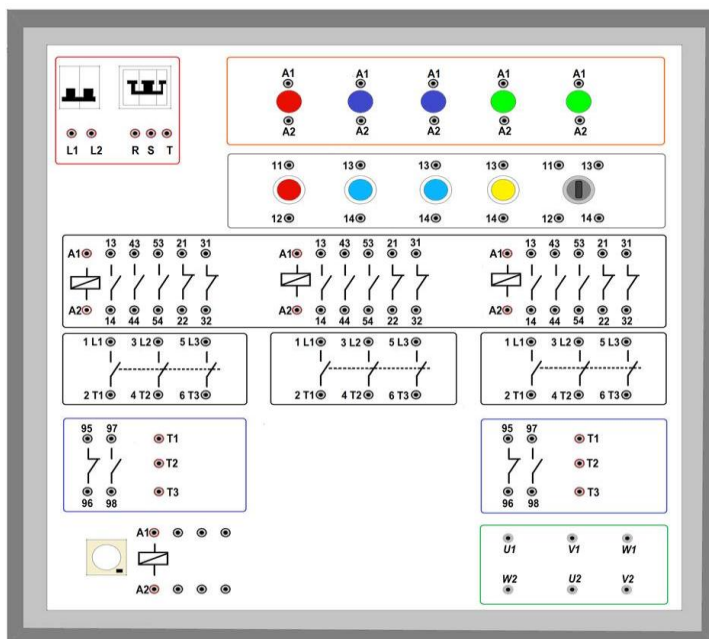

---

Este equipo fue uno del primero adquiridos por la universidad y es la principal herramienta de trabajo en los laboratorios de máquinas eléctricas. Estos equipos se encuentran descontinuado y algunos módulos están dañados tales como:

1. Una fuente de alimentación.
2. Electrodinamómetro solo funciona en CD.
3. Vatímetro trifásico.
4. Tacómetro Analógico.
5. Un motor de corriente directa.
6. Dos módulos de transformadores.

Nuestra propuesta es construir un módulo entrenador electromecánico más aplicado en la maniobra del accionamiento de máquinas eléctricas y que los alumnos de la Unan-Managua puedan familiarizarse con las distintas configuraciones eléctricas.

### 3.2 Modulo Didáctico Electromecánico



*Ilustración 16 Prototipo Físico del módulo Electromecánico –*

- Contactores Magnéticos
- Contactos auxiliares
- Autómatas
- Relé térmico
- Luces piloto
- Autómatas
- Temporizador
- Paro de emergencia
- Switch de maniobra

### **3.2.1 Análisis y Ensamble del Tablero Didáctico.**

#### ***3.2.1.1 Análisis de Campo.***

Uno de los objetivos de realizar este trabajo es el mejoramiento de las practicas del laboratorio de máquinas eléctrica de la carrera ing. electrónica, el modulo entrenador está proyectado a complementar el laboratorio. De esta forma el modulo entrenador con dispositivos de control y sistemas de protección para maniobra de motores podrá ser utilizado en prácticas de laboratorio conforme a una serie de guías debidamente revisadas.

#### ***3.2.1.2 Requisitos que se deben establecer para el correcto funcionamiento del módulo entrenador.***

De acuerdo con los sistemas didácticos de entrenamiento vistos en el mercado y con los recursos disponibles al momento del diseño y construcción del sistema modulo entrenador, se establecieron ciertos elementos que se deben cumplir una vez terminada la etapa de construcción. A continuación, se argumentan esos requisitos:

---

**Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.**

---

- Se le asignó al prototipo el nombre modulo entrenador basado en sistemas electromecánicos.
- Cuenta con un módulo de luces indicadoras. Debe tener acceso a las entradas y salidas ().
- Debe contener elementos de protección de sobrecargas de corrientes y cortocircuitos.
  
- Se Estableció el voltaje en 220V para la debida alimentación del módulo entrenador.
- El sistema debe de poseer un elemento de protección contra sobrecalentamiento de los dispositivos internos utilizados.
- Está diseñado para maniobrar motores de 2HP, 2 ½HP y 3HP trifásico AC
- El modulo entrenador puede trasladarse con facilidad.
- Debe brindar al usuario un ambiente amigable y debidamente señalizado para las conexiones rápidas al momento de realizar las prácticas.

### ***3.2.1.3 Parámetros Eléctricos.***

Como todo sistema de carácter eléctrico está diseñado de acuerdo a las cargas y sobrecargas que demanden las prácticas de laboratorio, por tanto, este módulo entrenador está diseñado para tolerar un rango determinado de magnitudes de intensidad, voltaje y potencia respetando los parámetros normados por el fabricante de cada uno de los dispositivos eléctricos que constituyen el modulo.

#### ***3.2.1.3.1 Dispositivos eléctricos que constituyen el módulo entrenador.***

El modulo entrenador está compuesto por tres tipos de dispositivo eléctrico los cuales mencionaremos a continuación:

1. Dispositivos eléctricos de maniobra.
2. Dispositivos de protección
3. Dispositivo de señalización

El contactor electromagnético es un aparato mecánico de conexión controlado mediante electroimán y con funcionamiento todo o nada. Cuando la bobina del electroimán está bajo tensión, el contactor se cierra, estableciendo a través de los polos un circuito entre la red de alimentación y el receptor.

El modulo está compuesto por tres Contactores electromagnéticos Siemens sirius 3RT 2016-1AP01 con una bobina de 220V 50/60Hz AC, contactos de fuerza o contactos principales 20A – 600V AC 3 contactos principales y un contacto auxiliar normalmente abierto.

**Contactos auxiliares:** Estos contactos secundarios se encuentran dimensionados para corrientes muy pequeñas porque estos actúan sobre la corriente que alimenta la bobina del contactor o sobre elementos de señalización.

El modulo cuenta con tres módulos de contactos auxiliares Siemens Sirius de 4 contactos auxiliares 2 normalmente abierto y 2 normalmente cerrado de 220V y 10 A.

**Temporizador:** Son aparatos que cierran o abren determinados contactos (contactos temporizados) al cabo de un tiempo debidamente establecidos, de haberse cerrado o abierto su circuito de alimentación. ( 2.2.2 *Rele de tiempo – Rele Temporizador*25)

El modulo cuenta con un temporizador ST3 76312 analógico con retardo a la activación 0s a 10s con un voltaje de 220 V y 3 A AC. En sus contactos auxiliares 0,3 A de ocho pines 2,7 de alimentación, 4,1 contacto normalmente cerrado, 4,3 abierto en lado izquierdo de diagrama y el derecho 5,8 contacto normalmente cerrado, y 5,6 contacto normalmente abierto.

### **Elemento de accionamiento**

**Pulsadores:** Un botón o pulsador es un dispositivo utilizado para realizar cierta función. Los botones son de diversas formas y tamaño y se encuentran en todo tipo de dispositivos, aunque principalmente en aparatos eléctricos y electrónicos. 2.4.1 *Pulsadores.* 34

El sistema cuenta con 5 pulsadores (colore de botoneras) de rockonola con un micro Switch de 220V y 15A con dos estados de funcionamiento uno normalmente cerrado y uno normalmente abierto.

**Lámpara de señalización:** Luces piloto o luces indicadoras es un dispositivo eléctrico que da aviso de anomalías o correcto funcionamiento del sistema según el color de la luz piloto. El sistema cuenta con cinco luces indicadoras una roja, dos azules y dos verdes 220V y 20 mA

### **Dispositivo de protección**

**Interruptor automático magnetotérmico:** Es un aparato utilizado para la protección de los circuitos eléctricos, contra cortocircuitos y sobrecargas, en sustitución de los fusibles. Tienen la ventaja frente a los fusibles de que no hay que reponerlos. Cuando desconectan el circuito debido a una sobrecarga o un cortocircuito, se rearman de nuevo y siguen funcionando. 2.3.3 *Interruptor Automático Magneto térmico pag. 31*

El modulo entrenador cuenta con un interruptor automático magnetotérmico tripolar C26 Siemens de 220V y 26A AC que es el encargado de la protección de sobrecargas y cortocircuitos que se puedan producir en la zona de montaje de fuerza (circuito de potencia) del módulo entrenador.

El módulo entrenador también cuenta con dos interruptores automáticos magnetotérmico unipolar Merling Gerin multiples9 C60N C3, uno para fase y el otro para neutro de 220V y 3 A AC que es el encargado de la protección de sobrecarga y cortocircuito que se puedan producir en la zona de montaje de mando (circuito de mando)

**Relé térmico:** Es un elemento de protección contra sobrecargas en los motores eléctricos. El elemento fundamental de los relés térmicos es un bimetalo, este se calienta en función de la corriente y provoca, cuando la temperatura es excesiva, la apertura de un contacto intercalado en serie con la bobina del contactor. 2.3.2 *Relé de sobrecarga térmica o relé pag. 27*

---

**Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.**

---

El modulo entrenador cuenta con un relé térmico siemens sirius 3RU116-1jB0 220V AC con accionamiento de recalentamiento y sobrecarga de 7 hasta 10 A y 4kw

**Localización:** El módulo a implementar va a estar ensamblado en acrílico blanco liviano de 3 mm de espesor, este material facilita la perforación de agujeros para el montaje del equipo y materiales necesarios para el cableado del circuito, el mismo que se lo hará de manera que al practicante se le facilite la comprensión del funcionamiento del módulo y pueda desarrollar las prácticas.

El módulo va a constar de un cable de alimentación de CA, interruptores electromagnéticos, 4 pulsadores normalmente abiertos (NA) y un pulsador normalmente cerrado (NC), luces indicadoras (lámparas neón), terminales de cableado (jacks bananas) y los Sockets.

### **3.3 Ventajas y desventajas módulo entrenador.**

#### **Ventajas.**

1. Equipo de acuerdo con las tendencias actuales en maniobras de máquinas eléctricas.
2. Está relacionado a las exigencias de la industria.
3. Fácil manipulación
4. Fácil interpretación y entendimiento del funcionamiento del módulo.
5. Excelentes condiciones de seguridad en el equipo para operador.

#### **Desventajas.**

1. Los equipos son sensibles por lo que se debe tener instrucción previa.
2. El modulo solo puede maniobrar motores de 2HP,2 1/2HP y 3HP trifásico, y solo funciona con alimentación de 220v CA

**3.4 Cotización del Módulo.**

MATERIALES	CANTIDAD	Costo Dólares americanos (\$)	
		Unidad	Total
Contactores3RT 2016 -1AP01	3	\$ 20.91	\$ 62.74
Contactos auxiliares S000	3	\$ 5.22	\$ 15.68
Autómato 3 polos	1	\$ 5.22	\$ 5.22
Autómato 1 polos	2	\$ 5.22	\$ 10.45
Relé térmico(simen3RU116-1JB0)	2	\$ 13.94	\$ 27.88
Temporizador	1	\$13.94	\$ 13.94
Luces piloto	5	\$ 2.09	\$10.45
Pulsadores	5	\$ 1.74	\$ 8.71
Acrílico 3mm de 70cm*70cm	1	\$29.21	\$ 29.21
Marco de aluminio de 72*72cm	1	\$ 24.40	\$ 24.40
Líquido para pulir formula 7	1	\$ 2.44	\$ 2.44
Termoencogible calibre 14	5m	\$ 3.48	\$ 3.48
Termoencogible calibre 12	5m	\$ 2.92	\$ 2.92

## Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.

MATERIALES	CANTIDAD	Costo en Dólares Americanos (\$)	
		Unidad	Total
Tuerca	4	\$ 0.17	\$ 0.68
Riel Dim	1	\$ 13.94	\$13.94
Perno	4	\$ 0.522	\$ 2.09
Sockets	100	\$ 0.20	\$ 20.91
Sockets de potencia	6	\$ 0.34	\$ 2.09
Jack hembra para banana	100	\$ 0.244	\$ 24.40
Cable solido (rojo y azul multifilar) calibre 12	30 m	\$ 0.27	\$ 8.36
Cable flexible amarillo multifilar calibre 14	80 m	\$ 0.41	\$ 33.46
Estaño	15m	\$ 0.24	\$ 3.66
<b>Total</b>			<b>\$ 328.06</b>

Tabla 4 Costo del módulo – fuente Autores

Conversión Basada Tipo de Cambio Oficial Julio 2016 del Banco Central de Nicaragua (BCN)

TIPO DE CAMBIO	20.6887 (NIOxUSD)
	19-07-16



### **3.5 Estructura del módulo entrenador**

El módulo está montado sobre un acrílico 70X70 Cm y 3 mm de ancho y un marco de aluminio, cuenta de un circuito eléctrico básico capaz de funcionar en 220V AC, sección de interruptores electromagnéticos, sección de luces de Neón, sección de botoneras, sección de Contactores, sección de contactos auxiliares del contactor, sección de relé térmico, sección del temporizador, sección de borneras de motor lo que a su vez dicho módulo está diseñado para montar diagramas de mando y fuerza de las distintas configuraciones electromecánicas.

#### **3.5.1 Circuito de mando.**

Se encarga de controlar todas las magnitudes eléctricas, darles una dirección y función de acuerdo a las fuerzas externas que se le aplique. Esta fuerza externa puede ser forma manual y forma híbrida.

El circuito de mando del módulo entrenador electromecánico está compuesto por interruptores electromagnético, pulsadores, luces indicadoras, contactos auxiliares de Contactores y temporizador. La característica del circuito de mando es la alimentación ala que está sometido, pudiendo ir desde los 230 V en alterna a bajas tensiones o tensiones de seguridad sobre todo como seguridad para los operadores de los equipos.

##### ***3.5.1.1 Como Forma manual.***

Nos referimos a la intervención del hombre para controlar estas magnitudes físicas. Ejemplo: al pulsar una botonera que controle un contactor.

##### ***3.5.1.2 Forma híbrida.***

Es cuando todas las magnitudes físicas son controladas por un ente artificial previamente programado por la mano del hombre. Ejemplo: Un temporizador que controle un contactor.

El circuito de control por lo general maneja o administra bajas potencias y nos ayuda a controlar a los equipos cuyo funcionamiento se los hace con altas potencias.

### 3.5.2 Circuito de fuerza.

Los circuitos de potencia son aquellos elementos que hacen de alguna manera el trabajo duro, puesto que son los encargados de ejecutar las órdenes dictaminadas por el circuito de mando. Este tipo de circuito se caracteriza sobre todo por trabajar a tensiones superiores 230 V, 400 V y más, en corriente alterna.

El circuito de fuerza del módulo entrenador electromecánico se compone de interruptores electromagnéticos, Contactores y relé térmico.

## 3.6 Ensamble del módulo entrenador electromecánico

### 3.6.1 Planeación del módulo entrenador electromecánico.

El modulo entrenador estará hecho de acrílico blanco de 3 mm de espesor, con una dimensión de 70cm x 70cm, tendrá la función de alojar todos y cada uno de los elementos que nos permitirán realizar las maniobras de control en las diferentes prácticas, y de esta misma forma, nos permitirá realizar maniobras en motores trifásicos de 2HP, 2HP1/2, 3 HP.

Dada la importancia que dicho modulo tiene dentro del laboratorio, éste debe reunir una serie de características para asegurar las prestaciones que debe dar con las máximas garantías y estas son:

- ✚ Dimensiones y formas
- ✚ Interpretación y manipulación sencilla
- ✚ Grados de protección.
- ✚ Acondicionamiento interior.
- ✚ Otras características que convengan resaltar.

### 3.6.2 Diagrama de flujo

“Proceso de elaboración del módulo entrenador electromecánico”

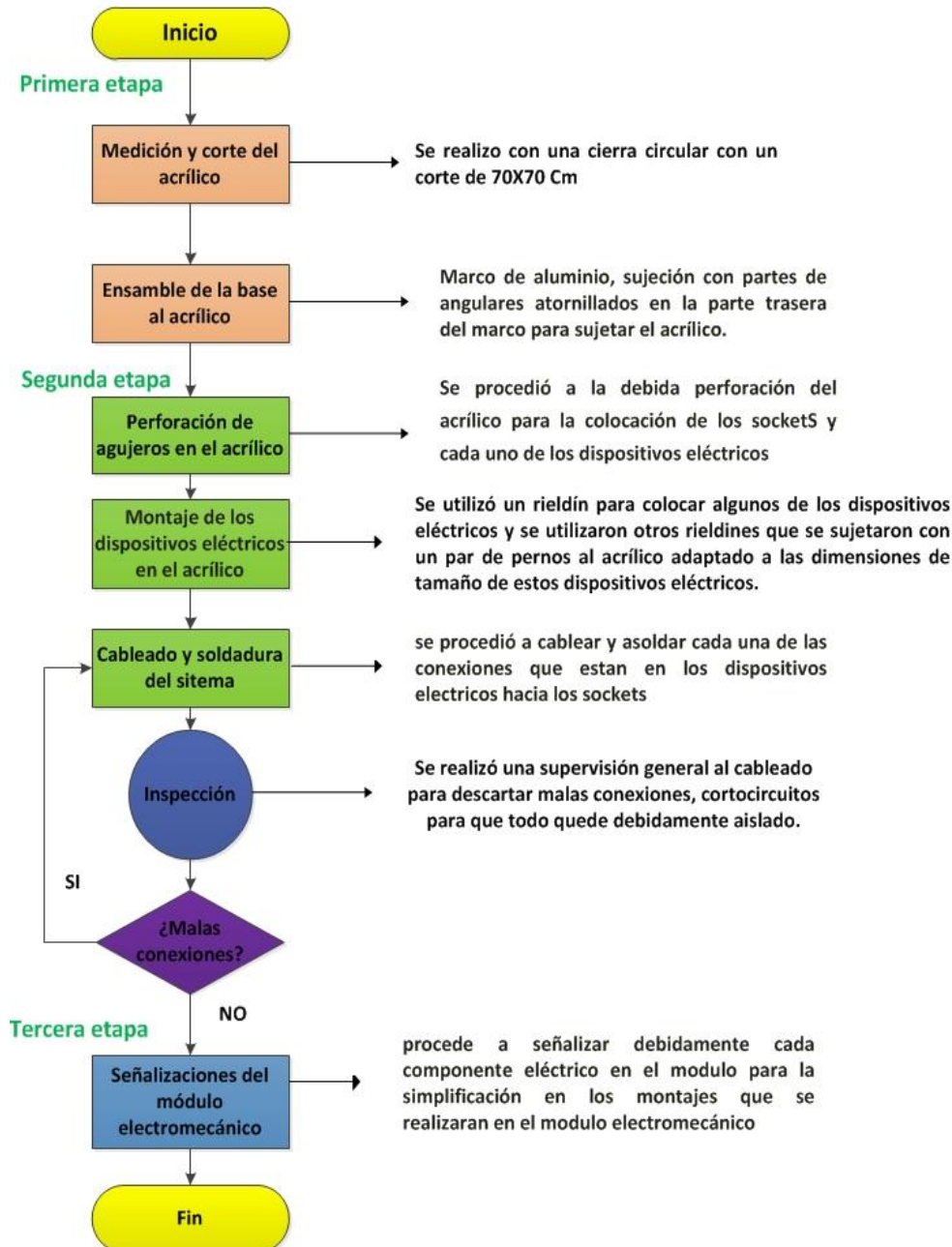







Ilustración 17 Diagrama de flujo

Resumen		
Símbolo	Significado	Cantidad
	Inicio	1
	Operación	6
	Inspección	1
	Decisión	1
	Fin	1

*Tabla 5 Resumen procedimiento de elaboración del Módulo Electromecánico*

### 3.7 Construcción del Módulo electromecánico

#### 3.7.1 Primera etapa

Antes de seleccionar la cantidad de dispositivos eléctricos para el desarrollo de este proyecto se determinó 6 tipos de prácticas (practica de familiarización del equipo, accionamiento de un contactor, estudio del relé térmico señalización de su disparo, Control de Marcha y Paro con auto alimentación, Inversión del sentido de giro mediante pulsadores, Arranque estrella triángulo) con el fin de diseñar un módulo entrenador capaz de realizar maniobras con motores trifásicos 220V AC. Al establecer estas prácticas se determinó la cantidad de dispositivos eléctricos que se utilizarían.

---

**Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.**

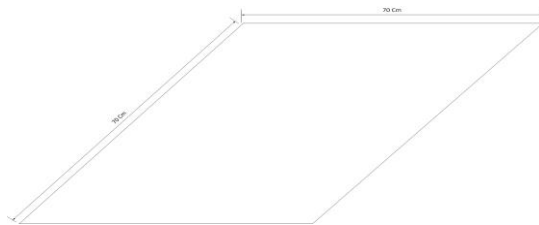
---

Se escogió el acrílico por ser un material que prestaba las condiciones idóneas para alojar todos los dispositivos eléctricos, puesto que es fácil de perforar, cortar, lijar y se contaba con todas las herramientas para trabajarlo.

A continuación, se detalla la secuencia que se aplicó para la construcción del módulo electromecánico.

### ***3.7.1.2 Medición y corte del acrílico.***

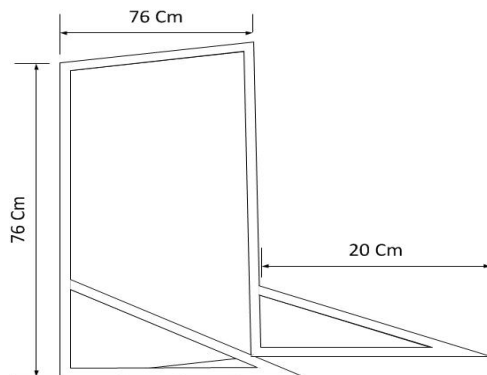
Como no se trató de un material duro el corte del acrílico se realizó con una sierra circular tal y como se muestra a continuación



*Ilustración 18 Medición y corte del acrílico – fuente Autores*

### ***3.7.1.3 Ensamble de la base***

Usamos perfil L (1 x 1/2)'' de aluminio para sujetar las partes laterales y la base. La sujeción con partes de angulares atornillados en la parte trasera del marco para sujetar el acrílico de (3/16 x 1/2)'' tal y como se muestra a continuación.



*Ilustración 19 Ensamble de la base – fuente Autores*

### 3.7.2 Segunda etapa

#### 3.7.2.1 Perforación de agujeros en el acrílico

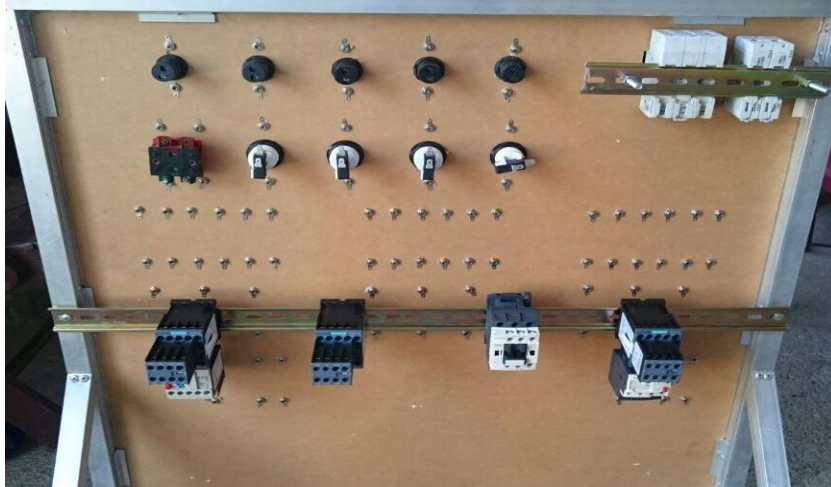
Se procedió a la debida perforación del acrílico para la colocación de los sockets que darán las entradas y salidas de los contactos de cada uno de los dispositivos eléctricos necesarios para la realización de cada práctica tal y como se muestra en la figura.



*Ilustración 20 Proceso de perforación de agujeros en el acrílico*

#### 3.7.2.2 Montaje de los dispositivos eléctricos en el acrílico.

Se utilizó un riel Dim para colocar algunos de los dispositivos eléctricos como relé térmico, Contactores, módulo de contactos auxiliares y módulo de borneras el riel Dim fue atornillado a los extremos de la parte lateral del marco y centrado en la parte trasera del acrílico para dichos elementos, para el temporizador y los interruptores electromagnéticos que fueron colocados en la parte inferior derecha y parte superior derecha se utilizaron otros rielines que se sujetaron con un par de pernos al acrílico adaptado a las dimensiones de tamaño de estos dispositivos eléctricos. Las botoneras, luces de Neón y módulo de borneras del motor se tuvieron que perforar en el acrílico con el diámetro de estos dispositivos para ser instalados tal y como se muestra a continuación.



*Ilustración 21 Montaje de los dispositivos Eléctricos en el Acrílico – Fuente Autores*

### ***3.7.2.3 Cableado y soldadura del sistema electromecánico***

Una vez perforado el acrílico y montaje de cada dispositivo eléctrico que forman parte del módulo entrenador electromecánico se procedió a cablear y soldar cada una de las conexiones que están en los dispositivos eléctricos hacia los sockets, de tal forma que todas las entradas y salidas de los elementos eléctricos estén interconectado con cada uno de los sockets correspondientes para el correcto funcionamiento del sistema electromecánico en cada práctica a ejecutar. Se utilizó el cable sólido multifilar azul calibre 12 para los contactos de alta potencia y para los de baja potencia cable flexible multifilar calibre 14 rojo y amarillo.

## Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.

Todas estas conexiones fueron aisladas con Termoencogible calibre 12 y 14 a como se muestra en la figura 22.



Ilustración 22 Cableado y soldado de cada una de las conexiones al Acrílico

### 3.7.3 Tercera etapa.

#### 3.7.3.1 Señalizaciones del módulo electromecánico

Luego de haber finalizado la primera y segunda etapa se procede a señalar debidamente cada componente eléctrico en el módulo para la simplificación en los montajes que se realizaran en el módulo electromecánico tal y como se muestra en la figura siguiente.

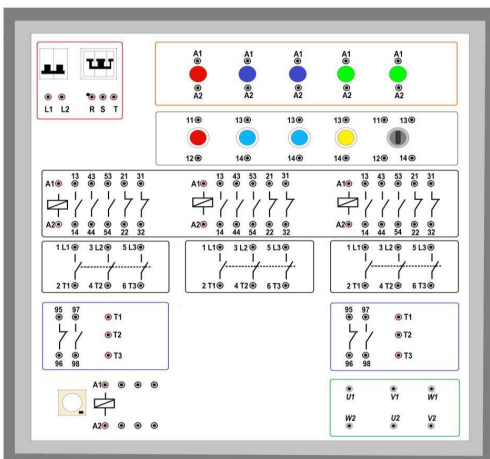


Ilustración 23 Parte Frontal del Módulo Señalizado



## CAPITULO IV

### 4. GUIAS DE LABORATORIO

#### 4.1 Normas de seguridad

Normas de seguridad en laboratorios. Para estudiantes y profesores Localice la ubicación del gabinete de primeros auxilios en su sitio de trabajo o laboratorio. Insistimos que cualquier herida o cortadura debe recibir atención inmediata, así parezca insignificante. Notifíquese a su profesor sobre este tipo de casos. Él sabrá lo que tiene que hacer. La seguridad es un deber para quien trabaja con electricidad. La electricidad es peligrosa y aún fatal, para quienes trabajan sin observar sus normas. Mucha gente se electrocuta cada año por energía de CA en las redes domiciliarias. Aun así, los más experimentados técnicos por exceso de confianza o por descuido, violan las normas básicas de la seguridad personal con riesgo de choques eléctricos. La primera norma de la seguridad es: ¡Primero Piense!

Esta norma cubre a todos los que trabajan en la industria y a quienes trabajan con electricidad. Desarrolle buenos hábitos de trabajo. Aprenda el uso correcto y seguro de las herramientas. Estudie la tarea por desarrollar y analice sus procedimientos, métodos, herramientas de uso, instrumentos y máquinas antes de ejecutar algo. No se distraiga en el trabajo ni distraiga a los demás que estén desarrollando trabajo de riesgo. ¡No haga bromas! Evite las bromas cerca de máquinas en movimiento o máquinas eléctricas.

Hay tres tipos de accidentes de ocurrencia frecuentes entre estudiantes y técnicos: el choque eléctrico, las quemaduras y los daños por equipos. Conocer y estudiar sobre el tema le harán una persona segura en el trabajo y le evitara problemas personales y experiencias costosas.

Las corrientes por encima de 300 mA son fatales con riesgo de muerte. Un operario conectado por una corriente superior a los 200 mA puede sobrevivir mediante un tratamiento oportuno. Las corrientes menores de 100 mA pueden ser dolorosas y en ocasiones fatales. Una norma: No se sitúe en la posición de encontrar un choque eléctrico.

**Nueve normas para prácticas seguras y prevención de choques eléctricos:**

1. Asegúrese del estado del equipo y de los peligros potenciales antes de operarlos. Muchos deportistas murieron por creer que el arma no estaba cargada y muchos técnicos se confiaron en un “circuito muerto”.

2. Nunca confíe de dispositivos como relés o sistemas de cierre para su protección. Pueden no operar y fallan en su protección cuando más lo necesita.

3. Nunca retire la tierra de una conexión de tres cables. Esto elimina tierra del equipo con riesgo de choque eléctrico.

4. Nunca trabaje sobre una meza en desorden. El desorden puede llevarlo a choques, corto circuitos y accidentes. Ordene su puesto de trabajo y consolide este hábito.

5. Nunca trabaje en pisos húmedos o mojados. Esto puede reducir su resistencia a tierra. Trabaje sobre pisos encauchados o con tapetes de caucho.

6. No trabaje solo. Es de sentido común tener a alguien alrededor en caso de accidente para cortar la corriente, dar respiración artificial o llamar al médico.

7. Trabaje con una mano detrás o en su bolsillo. Una corriente entre las manos atraviesa su corazón en forma más letal que una corriente que va de la mano al pie. El técnico responsable siempre trabaja con una mano.

8. No hable mientras trabaja. Evite distraerse. Tampoco le hable a quien está trabajando con equipo de riesgo. No se convierta en causa de accidente.

9. Muévase lentamente mientras trabaja con circuitos. Los movimientos rápidos y violentos conducen a cortocircuitos y descargas.

**Quemaduras:**

Este tipo de accidentes, no del todo fatales, son dolorosos. La disipación de la energía eléctrica produce calor. Hay cuatro normas sobre

**Prevención de quemaduras:**

1. Las resistencias consumen calor y pueden quemar las yemas de sus dedos. Espere a que se enfríen.

2. Cuidarse de los capacitores, los cuales puede aún retener algo de carga y en ocasiones pueden ser elementos peligrosos, causantes de choques eléctricos por descarga eléctrica con quemaduras. Si el voltaje de los capacitores electrolíticos se excede o se invierten sus polaridades, se calientan demasiados y pueden estallar.

3. Tenga cuidado con cautines calientes. No los deje sobre el banco en donde pueden ser tocados por su brazo y causarle un accidente. Nunca los almacene si aún están calientes, alguien que ignore su estado puede tomarlos.

4. Un cautín caliente quema la piel. Espere a que se enfríe. Para desoldar uniones no sacuda el cautín caliente, usted o su vecino puede recibir algo en los ojos, su vestimenta o su cuerpo.

**Daños causados por equipos:****Normas para prevenir accidentes por equipos:**

1. Las esquinas y bordes metálicos cortantes en chasis y paneles pueden cortar y raspar. Suavícelos con lima.

2. Una inadecuada selección de equipos e instrumentos puede ocasionarle daños físicos y daño de equipo.

**4.2 Objetivo de las prácticas**

Estas primeras prácticas son esenciales para iniciarse en el montaje y diseño del automatismo. Por eso están encadenadas "paso a paso" para llegar al montaje primero y principal con todos los elementos típicos: marcha, paro, térmico y paro de emergencia.

---

**Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.**

---

**Por eso:**

- Van completando las fases básicas de diseño de un sistema de control eléctrico simple.
- Cada montaje se hace modificando el anterior, para introducir las «mejoras» necesarias.
- Además, facilitan la familiarización progresiva del usuario con los símbolos y la paralaje de los automatismos.

Dado que entre cada una de ellas hay poca diferencia, la explicación del montaje de cada una se basa en el anterior.

**Objetivos de formación:**

- Descubrir.
- Profundizar.
- Dominar.
- Herramientas y métodos:
- Conocer los motores de jaula y sus parámetros.
- Conocer la a paramenta de mando de un automatismo.
- Conocer la a paramenta de protección de motores de jaula.
- Reconocimiento de esquemas normalizados.
- Aplicación de la normativa vigente.

**SABER HACER:**

- Confección de esquemas teóricos de potencia y mando.
- Realización de un circuito de mando, con todos los elementos esenciales: marcha, paro, retención, emergencia y señalización.
- Reconocimiento y aplicación de relés térmicos y temporizadores.

---

**Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.**

---

- Montaje y análisis de los sistemas de arranque clásicos.

**COMPONENTES**

- Aparamenta de mando.
- Aparamenta de potencia (Contactores).
- Dispositivos de arranque y regulación

**Precaución.** Si alguna de ellas se realiza por separado o, entre una y otra práctica ha mediado un tiempo de no-control de la maqueta - descanso, por ejemplo: debe de tenerse especial precaución en aplicar las medidas de seguridad oportunas, en concreto:

Abrir todos los interruptores antes de empezar a poner puentes.

Quitar todos los puentes y volverlos a poner uno por uno, siguiendo los esquemas y explicaciones.

**Nota.** Los colores de los puentes facilitan el montaje e identificación de cables.

El orden de colocación de los puentes es siempre:

1. Alimentación de red (mono o trifásica)
2. Puentes de neutro,
3. Resto del circuito, siguiendo, en lo posible las verticales del esquema teórico.



Este módulo trabaja con tensiones peligrosas: 230 V- 240V.

Deben de respetarse todas las medidas de seguridad en cuanto a la protección de personas y cosas.

### 4.3 PRACTICAS

#### 4.3.1 Práctica No.1. Previos introducción al módulo didáctico

El sistema es una herramienta que les proporciona al profesor y al alumno un complemento para la enseñanza y/o aprendizaje de la materia que involucre el uso de componentes eléctricos mecánicos por tanto es necesario hacer una pequeña descripción de los elementos que constituyen al sistema si bien el usuario no manipula directamente los componentes la nomenclatura en la parte frontal del módulo familiariza al usuario con los componentes que podría encontrar en un sistema de control industrial. El sistema se diseñó e implementó en base a un módulo constituido por una lámina de acrílico de dimensiones 70 x 70 cm sobre una base de aluminio.

**Paso 1.1** Como primer paso Identificaremos visualmente todos los elementos que posee el módulo didáctico, estos se muestran en la siguiente Figura. Los elementos que lo conforman son los siguientes:

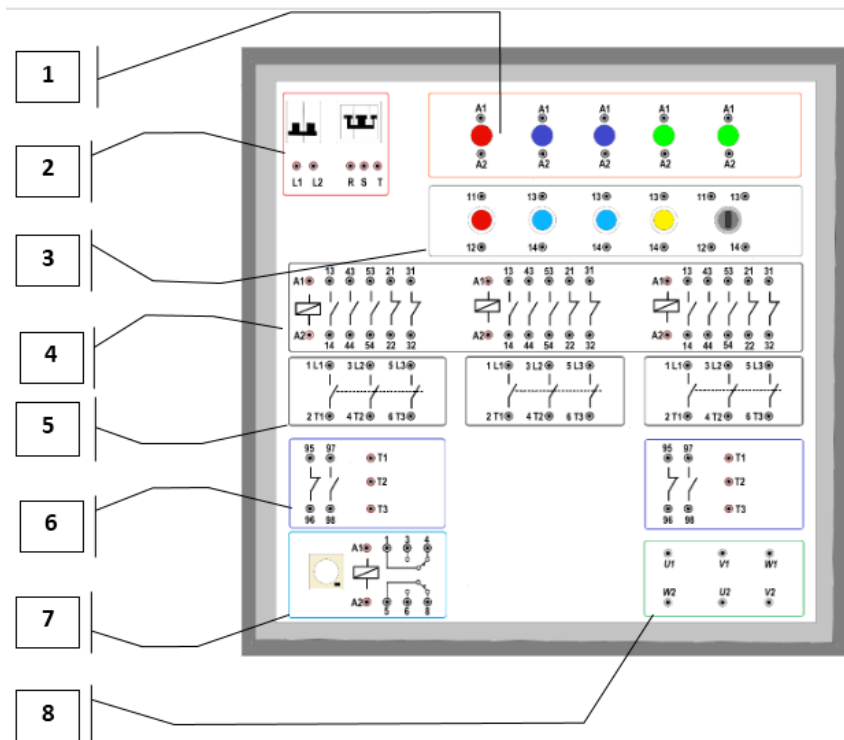


Ilustración 24 Parte Frontal de los elementos que posee el Módulo Electromecánico

**Elemento 2. Alimentación de red interruptor automático bipolar y tripolar**

**Aplicaciones.**

**Mando y protección contra sobre**

- Instalaciones domésticas.
- Distribución terminal.
- Sector industrial.

**Interruptor automático bipolar.**



**Características técnicas.**

Calibres tensión de empleo.....	1 a 3A 30 <sup>o</sup> C
Tensión de empleo.....	120 V/240 V/ 400V.
Tensión de corte (Icu).....	6 kA, a 400 Según UNE-EN 60898 10 kA, a 230/240 V, Según UNE-EN 60947.2 Ics = 75% de Icu.

*Ilustración 26 Características técnicas - Interruptor automático bipolar*

**Interruptor automático tripolar.**

**Características técnicas.**

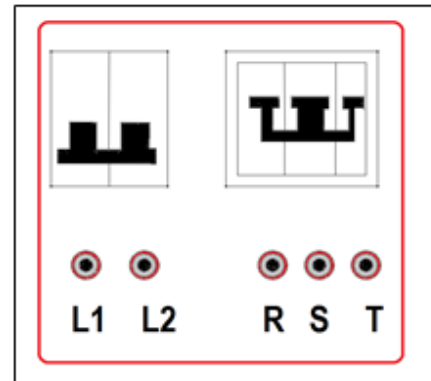
Calibres de tensión de empleo 20 A á 60°C

Tensión de empleo.....120 V/240 V/ 400V.

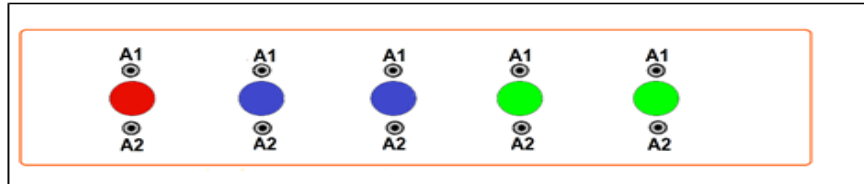
Siemens 5SX1320-7 Térmica DIN 3 x 20A. 3kA. Curva. C



*Ilustración 27 Características técnicas - interruptor automático tripolar*



*Ilustración 25 Interruptor automático bipolar y tripolar*



### Elemento 1. Módulo de señalización

*Ilustración 28 Módulo de señalización*

Se utilizan luces pilotos de 120V / 240V para indicar el estado de las salidas del según el tipo de práctica y tipo de señalización que se desea apreciar cada una de ella está debidamente señalada y con bornes de conexión (A1, A2) con colores respectivamente.

Características específicas de las funciones luminosas

Límites de tensión (V)

21,6 a 26,4 en CA

120 V: 102 a 132

230 V: 195 a 264

Consumo (para todos los colores) mA:

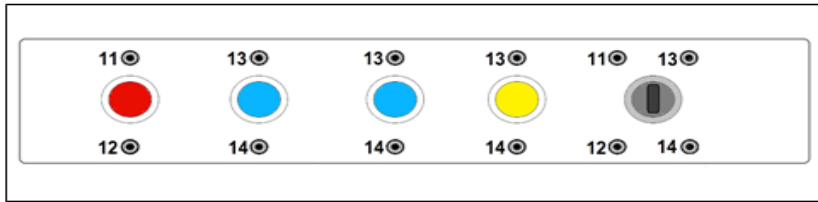
120 V: 14 mA

240 V: 14 mA



*Ilustración 29 Características técnicas de las funciones luminosas*



**Elemento 3. Módulo de control y accionamiento por pulsadores y selector.***Ilustración 30 Módulo de control y accionamiento por pulsadores y selector.***Unidades de control y características:**

Tratamiento de Tratamiento Protección	«TH».
Temperatura Para funcionamiento:	- 25...+ 70 °C.
Ambiente Para almacenamiento:	- 40...+ 70 °C.
Protección contra Clase I	(según IEC 536)
	Choques eléctricos
Grado de protección IP65	(salvo indicación en contra)
(Según IEC 529 IP 66	(cabezas de pulsadores con capuchón)
Certificaciones:	(Aplicadas a diversos elementos de la serie: UL Listed, CSA UL Recognized, CSA (en curso) BV, RINA,LR0S, DNV, GL (en curso).
Protección	contra 16 A (bloque estándar con conexión faston gavetas.
Cortocircuitos	de estribo;
(Fusibles gG)	4 A (bloque con conexión mediante conector)
(IEC 947)	4 A (bloque estándar con conexión a circuito impreso)

## Características asignadas de empleo



Corriente alterna AC-15  
 Bloque estándar: 240 V; 10 A  
 Bloque conex. conector: 240 V; 10 A  
 Bloque conex. cto. Impreso: 240 V; 1,5 A  
 Corriente continua DC-13  
 Bloque estándar: 250 V; 0,27 A  
 Manipuladores: 250 V; 0,1 A  
 Bloque conex. Conector: 250 V; 16 A  
 Bloque conex. cto. Impreso: 250 V; 16 A

Ilustración 31 Pulsadores

**Elemento 4. Módulo de contactos auxiliares del contactor.**

Para control de maniobras Circuito de control o mando en CA.

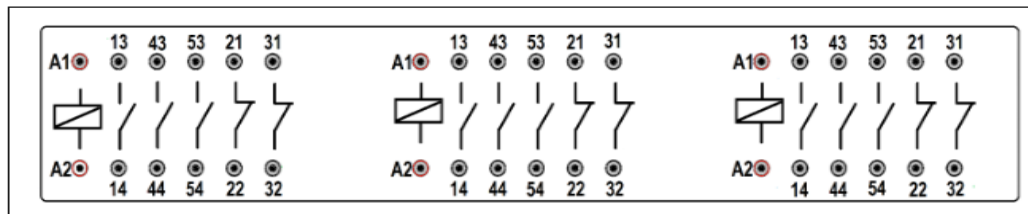


Ilustración 32 Módulo de contactos auxiliares del contactor – fuente autores

Contactos auxiliares de un contactor tienen una sola posición de reposo, de mando no manual capaz de establecer, soportar interrumpir corrientes en condiciones normales de circuito, comprendida en ellas sirven para realizar maniobras a distancias facilitan el control de máquinas de tipo eléctricas pueden llegar hacer maniobras muy complejas siempre y cuando se respeta la lógica de conexión.

Los contactos auxiliares realizan funciones de auto mantenimiento esclavización, enclavamiento de los Contactores, auto retención y señalización



Ilustración 33 contactos auxiliares

---

 Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.
 

---

Existen tres tipos de contactos auxiliares:

- Contactos instantáneos en cierre NO
- Contacto instantáneo en apertura NC.
- Contactos instantáneos en NO/NC estos tienen un punto en común.

Datos técnicos.

Soporta corrientes nominales de 10 A - 240V.

Compatible Contactores Siemens sirius categoría AC3.

Conformidad con las normas IEC 947-1; 947-4-1; NFC 63-110; VDE 0660; BS 5424; JEM 1038; EN 60947-1; IEC 947-4.

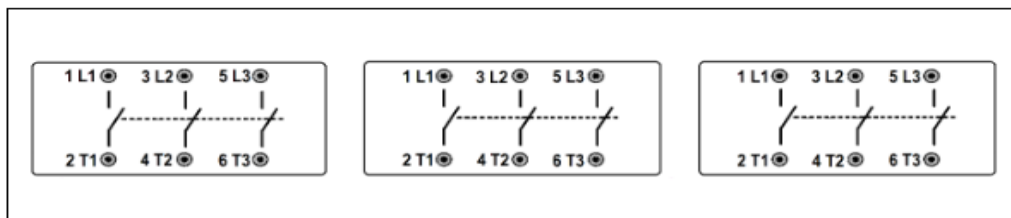
Grados de protección contra el contacto directo IP 2X.

Posiciones de funcionamiento 30° ocasionales, respecto de la posición vertical normal de montaje.

Cantidad de Contactores en este módulo 3

Cantidad de contactos auxiliares normalmente abiertos NO por contactor 3.

Cantidad de contactos auxiliares normalmente cerrados NC por contactor 2.



*Ilustración 34 Contactos de fuerza en el Módulo Electromecánico*

Son los encargados de establecer o interrumpir la corriente en circuito de potencia y, por consiguiente, están dimensionados para permitir el paso de la corriente nominal del contactor en servicio continuo sin calentamiento anormal; además, deben de soportar el arco que se crea cuando se corta la corriente.

Se componen de una parte fija y de otra móvil, esta última provista de resortes que aplican una presión adecuada a los contactos, sean de simple o de doble corte.

Los polos están generalmente equipados con contactos de plata-óxido de cadmio, material Inoxidable, de una gran resistencia mecánica y que soporta el arco eléctrico. Precisamente para conseguir la correcta extinción del arco, se diseñan Contactores provistos de dispositivos especiales de extinción del arco.

En algunos casos, los contactos principales están cerrados en reposo y se abren cuando se alimenta la bobina (polos ruptores).

Potencia normalizada en motores trifásicos 50/60 Hz en categoría AC3.

Categoría AC3: se refiere a la categoría del contactor en este caso en dependencia de la utilización y sus aplicaciones estas pueden seleccionarse mediante una categoría en este caso la AC3 en donde corresponden Motores asíncronos para aparatos de aire acondicionado, compresores, ventiladores.

Características:

Voltaje máximo nominal 10 A.

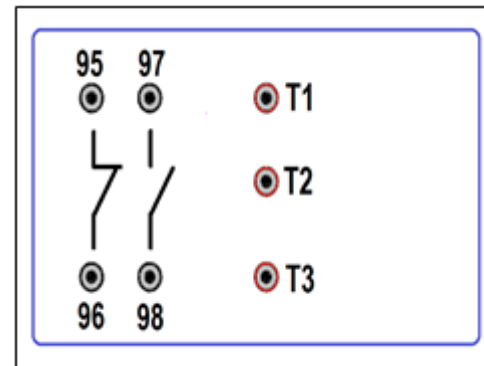
Voltaje nominal 230V.

Potencia nominal 4Kw.

Tiempo de vida estimado 1 millón de ciclos.



*Ilustración 35 Contactos de fuerzas de un contactor*

**Elemento 6. Módulo de Relé térmico.****Utilización.***Ilustración 36 Módulo de relé térmico*

Los relés tripolares de protección térmica LRD se destinan a la protección de los circuitos y de los motores de corriente alterna contra sobrecargas, cortes de fase, arranques demasiado prolongados y calados prolongados del motor.

Entorno.

Conformidad con las normas

IEC 947-1, IEC 947-4-1

NF C 63-650, VDE 0660, BS 4941.

*Ilustración 37 relé tripolar de protección térmica LRD*Grado de protección

Protección contra el contacto directo, IP 2Xç

Temperatura ambiente

- 60 + 70 °C, para almacenamiento, - 20+ 60 °C, para funcionamiento normal, sin desclasificación (IEC 947-4-1), - 40... 70 °C, valores límites de funcionamiento, (con desclasificación).

**Características eléctricas del circuito de potencia.**

Tensión asignada de aislamiento 690 V, según IEC 947-4, 600 V, según UL, CSA.

Tensión asignada de resistencia a los choques 6 Kv.

Límites de frecuencia de la corriente de empleo 0... 400 Hz.

Rango de ajuste de 4 a 7, según modelo.

Clase de disparo 10 A, UL 508, IEC 947-4.

**Características de los contactos auxiliares.**

Corriente térmica convencional 5 A.

Consumo máximo al mantenimiento Vc a: 24 220 380 600

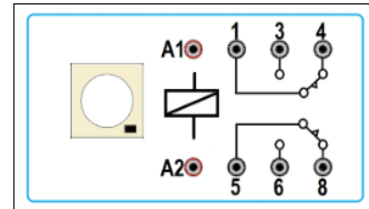
de las bobinas de Contactores VA: 100 600 600 600

Controlados (Ciclos de maniobras

Ocasionales de contacto 95-96) Vcc: 24 48 110 220

W: 100 100 50 45

Protección Por fusible gI, BS, con calibre máx. 5 A, o por disyuntor GB2-CB.

**Elemento 7. Módulo de relé temporizado específico.***Ilustración 38 Módulo de relé temporizado específico*

Relé temporizador tipo ST3.

Son relés multirango de temporización de 0 ms a 100s.

**Características de la temporización** Precisión de visualización (en % del valor en escala completa):  $\pm 10\%$

Fidelidad de repetición:  $\pm 0,2\%$

Influencia de la tensión (dentro del rango de tensiones, 0,85...1,1 Un):  $< 0,2\%$

*Ilustración 39 Relé temporizador*

Influencia de la temperatura:  $< 0,07\%/^{\circ}\text{C}$

Tiempo de inmunidad al micro corte: 3 ms

**Características del circuito de salida**

Tensión máxima de conmutación: 250 V (CA)

Durabilidad mecánica: 3 millones de ciclos.

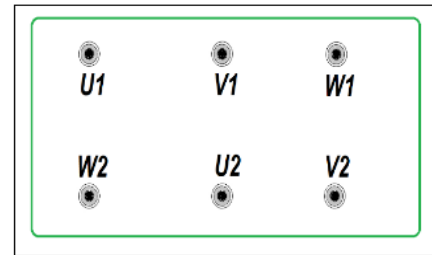
Corriente límite Ith (RE7··MW) 3 A.

**Aplicaciones**

Principalmente se utiliza para arranques secuenciados.

Activaciones programadas.

Desactivación programada.

**Elemento 8. Módulo de salida conexión hacia el motor.**

*Ilustración 40 Módulo de salida conexión hacia el motor*

**Características:**

Terminales de salidas individuales o duales.

Es decir, pueden conectarse un motor o dos motores a la vez en arranque directos.

Voltaje máximo 600v

Corriente máxima 20 A.

Conexión directa interna con los relés temporizadores.

Temperatura máxima optima de operación de 0 a 80° C.



### 4.3.2 Práctica no.2 previos de mando y uso de los contactores: accionamiento de un contactor con un interruptor señalización de contactor abierto cerrado

#### Material y Equipo:

1. Manual de prácticas.
2. Bananas de conexión.
3. Modulo entrenador.
4. Motor.

En la siguiente práctica se estudiará el principio de funcionamiento de los contactor, que se han instalado en este módulo, donde se podrán apreciar de forma práctica el control y funcionamiento del mismo.

#### Funcionamiento:

Cerrar Q1 Y Q2.

Pulsar S1 se acciona la bobina del contacto K1.

Cierra K1 (13, 14) que mantiene la alimentación del contactor.

Cierra K1 (43, 44), enciende H2.

Pulsar S0 se des energiza la bobina del contactor el sistema está apagado.

#### Conclusiones:

Ya se tiene el circuito fundamental "marcha-paro".

(Esta práctica no necesita circuito de potencia).

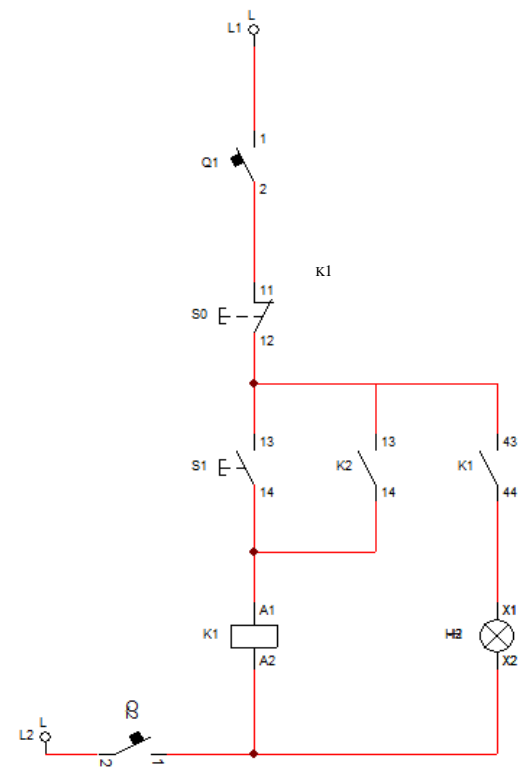


Ilustración 41 Diagrama de Control - Funcionamiento de un contactor

Fuente autores

**Montaje:**

1. Abrir los interruptores **Q1 Y Q2**.
2. Conectar los pulsadores **S0 y S1** como se muestra en la figura.
3. Conecte la alimentación a la bobina del contactor **K1 A1** en las de la terminal de salida del pulsador **S1 14**, luego conecte **L2** a la terminal **A2** del contactor.
4. Conexión de la auto retención hacer

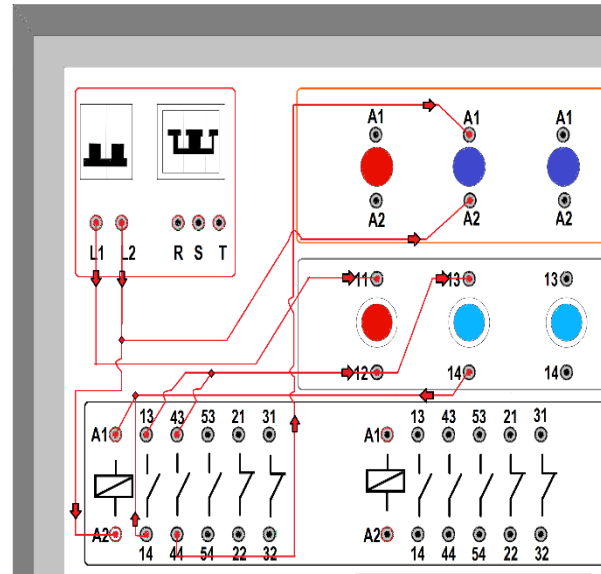


Ilustración 42 Montaje Físico - Práctica No.2

un puente en el contacto auxilian en la terminal **13** y el terminal de salida del pulsador **S1** como se muestra en la figura, luego conecte una línea de la terminal **14** de ese mismo contacto auxiliar hacia la bobina del contactor en el terminal **A1** como se ve en la figura.

5. Conexión de señalización, conecte una línea en la terminal de **L2** hacia **A2** en la luz piloto **H2**. Luego observe que trabajaremos con el contacto auxiliar (**N0 43, 44**) de **K1** hacer un puente que va de la terminal **43** hacia el terminal **12** del pulsador **S0**. Por ultimo conecte el terminal **A1** de la luz de señalización **H2** al terminal **44** del mismo contacto auxiliar como se muestra en la figura.

**Puesta en marcha:**

1. Cierre los interruptores automáticos **Q1 y Q2**.
2. Accione el pulsado **S1**. En ese instante observe como se acciona el contactor y la luz de señalización **H2** enciende.
3. Para desactivar el sistema accione el pulsador **S0**.

**Preguntas:**

1. ¿Qué función realizan los interruptores automáticos Q1 Y Q2 en el circuito?

---

2. ¿Qué contacto auxiliar provoca el encendido de la luz de señalización H2?

---

3. ¿Qué sucede al pulsar S0 cuando el circuito está en funcionamiento?

a) Se apaga la luz de señalización H2.

b) Se sistema sigue funcionando.

c) Se apaga todo el sistema.

d) La bobina del contactor K1 permanece energizada.

4. ¿Qué sucede con el contacto auxiliar K1 N0 (13, 14)? ¿Qué función realiza en el sistema?

### 4.3.3 Práctica no.3. Previos de mando y uso de contactores: estudio del relé térmico señalización de su disparo.

#### Material y Equipo:

1. Manual de prácticas.
2. Bananas de conexión.
3. Modulo entrenador.
4. Motor.

Esta práctica, dadas las especiales características del relé térmico que se ha instalado en este módulo y del que ya se ha hablado en la primera parte de este manual, se amplía la explicación de su funcionamiento y se describe un circuito de comprobación.

#### 1. Elementos accesibles

En la figura **No.43** se ve el frontal del relé térmico y sus elementos de ajuste y actuación.

(Nota importante: por su tamaño y delicadeza debe de actuarse con especial cuidado sobre los diversos elementos que se van a describir)



*Ilustración 43 Parte frontal del relé térmico*

- Botón de ajuste Ir.
- Pulsador Test.
- Pulsador Stop (rojo).
- Pulsador de rearme (azul).
- Visualización de la activación.
- Enclavamiento mediante precintado de la tapa.
- Selector entre rearme manual y automático.

## 2. Funcionamiento normal y disparo

En condiciones normales, los contactos 95-96 permanecen cerrados y los contactos 97-98 permanecen abiertos.

Si hay sobrecarga y dispara el relé térmico, ambos contactos cambian, visualizándose en el visor

## 3. Rearme manual/automático

Si se tiene seleccionado «rearme manual» [7], una vez se ha enfriado el relé, hay que pulsar «Reset» [4]. Si se tiene seleccionado el «rearme automático» [7], una vez se ha enfriado el relé, conmuta sólo los contactos a la

situación normal (cierra 95-96 y abre 97-98). En ambos casos, al rearmar, cambia el visualizador [5]. La elección del rearme (manual/automático) es muy importante para la seguridad de personas y para la continuidad del servicio.

## 4. Selector entre rearme manual y automático

Los relés LRD-01 a 35 se suministran con selector en posición manual, protegido por una tapa. El paso a la posición automático se realiza mediante acción voluntaria, actuando sobre un pequeño precinto. Para cambiar el «Reset» desplazar la pieza que hay tras el precinto.

## 5. Paro o «stop»

La función parada o «stop» se obtiene presionando el pulsador rojo «STOP» [3]. Como puede verse en el esquema adjunto, este pulsador abre el contacto NC (96-97) y por tanto cae el contactor asociado, pero no cambian los contactos NA de alarma.

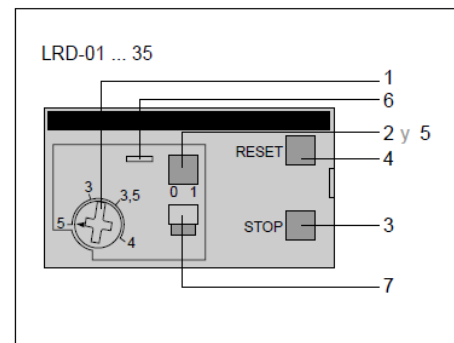


Ilustración 44 Relé LRD – 01 a 35

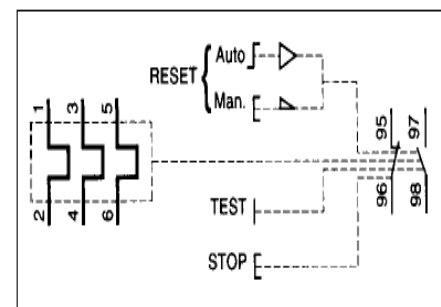


Ilustración 45 Esquema Función Reset, Paro y test

## 6. Función prueba o «test»

La función «test» se realiza actuando, con un pequeño destornillador, el micro interruptor [2]. El accionamiento del pulsador «TEST» simula un disparo del relé (por eso es de difícil acceso), por lo que: cambian los 2 contactos NC y NA, provocando el paro del automatismo al abrir 95-96 y la alarma al cerrar 97-98, se actúa también sobre la señal de disparo [5]. Evidentemente, como que el relé no se ha «calentado», porque no ha habido sobrecarga, al soltar «test» inmediatamente cambian NC (95-96) y NA (96-97), y la señal de disparo [7].

## 7. Ajuste y precintado

Todas estas funciones están protegidas por la tapa transparente, que puede precintarse en [6].

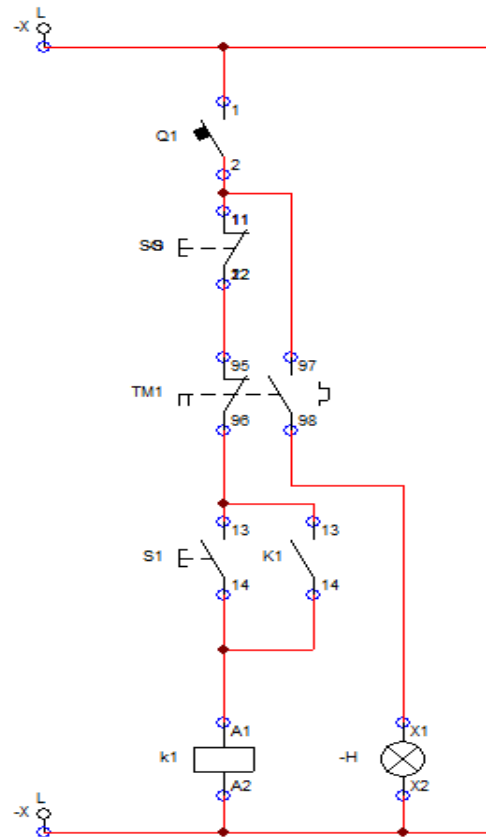


Ilustración 46 Diagrama de Montaje de Mando Práctica No.3

### Funcionamiento del circuito

Funcionamiento normal

Cerrar Q1 pulsar S1 y se energizara K1 pulsar S0 y el contactor cae

### Comprobación del micro interruptor «test»

Tal como tenemos el circuito (K1 conectado), mediante un pequeño destornillador, actuar y no soltar, en «test» del relé térmico, lo que simula la actuación del relé.

K1 cae; luz H2: «disparo térmico».

Al soltar «test», se apaga L2, pero no entra el contactor, por haber abierto el contacto de retención K1 (13-14).

**Comprobación de la función paro «stop»**

Abrir y cerrar I2 para restablecer las condiciones iniciales. Pulsar M1. Entra KM1. Pulsar, en el relé térmico «stop»: cae KM1; no se enciende L2. Soltar «stop» en el térmico: no entra ningún elemento del circuito, por haber abierto el contacto de retención K1 (13-14).

**Ajuste de In**

Actuar lenta y suavemente sobre [1] ajustando al mínimo la I de disparo del relé térmico.

**Comprobación del disparo del relé térmico y del rearme automático**

Abrir Q1 e Q2

Carga de prueba.

Se requiere una carga que absorba algo más de 1 A de la red.

Se puede utilizar una carga monofásica de 300 o 400 W.

Los motores adecuados para el modulo, puesto que trabajan en vacío, no constituyen, con seguridad, una carga suficiente para provocar el disparo del relé térmico. Con todo, el motor de 0,73 kW, aun trabajando en vacío, puede absorber más un 1 amperio, por el bajo  $\cos \varphi$ .

Disponer una de estas cargas, según los esquemas de la figura.

Colocar el rearme en automático.

Cerrar Q1, Q2. Pulsar S1. Medir la intensidad. Esperar.

Pasados unos segundos, según la intensidad, el relé térmico dispara. Cae K 1; luz H2

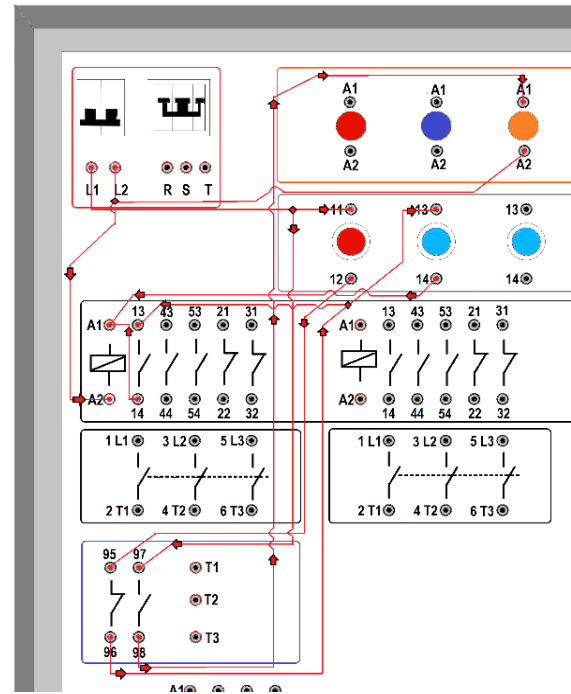
Pasados unos segundos, el relé térmico se enfría y, puesto que el «rearme» está en automático, conmuta solo, lo que provoca el apagado de H2. Pulsando S1, se reinicia la maniobra.

**NOTA IMPORTANTE.**

Hay que tener un especial cuidado con la realización de esta práctica. Para la realización de la misma se pide la presencia de un instructor calificado que entienda el funcionamiento de este componente en particular ya que una mala manipulación podría causar riesgo de choque eléctrico quemaduras hasta la muerte, y provocar un cortocircuito y daños todo el equipo.

**Montaje**

1. Abrir los interruptores de protección Q1 Y Q2 para quitar la alimentación.
2. Remueva cualquier conexión que este en el módulo.
3. Identifique los componentes en la parte frontal del módulo.
4. Proceda hacer la interconexión de los componentes como se muestra en la figura en la parte derecha de esta hoja.
5. Como primer paso para el montaje conecte una línea que va de Q1 hacia el terminal 13 de pulsador S0 luego conecte el terminal del contacto NC 95 en el mismo terminal como se representa en la figura.
6. Luego conecte el terminal 96 del contacto NC del relé térmico y conéctelo en el terminal 13 del pulsador S1. Para energizar la bobina del contactor K1 conecte el terminal A1 en el terminal 14 del pulsador S1.
7. Conecte el terminal A2 de la bobina del contactor K1 en el interruptor Q1.



*Ilustración 47 Representación Física del Montaje Practica No.3*



---

**Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.**

---

8. Para la retención de la bobina del contactor conecte las terminales del contacto auxiliar N0 (13, 14), en las terminales correspondientes como se muestra en la figura.
9. Para la conexión de la señalización por disparo térmico conecte las terminales 97 del relé térmico en la terminal 11 del pulsador S0. Luego conecte el terminal 98 en el terminal A1 de la luz de señalización. Por ultimo conecte el terminal A2 de H3 en el terminal del interruptor Q2.

**Nota.**

Para la realización de esta práctica no es necesario el montaje del circuito de fuerza.

**Preguntas:**

**Enumere los elementos de ajuste de un relé térmico.**

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_
6. \_\_\_\_\_
7. \_\_\_\_\_

**¿Qué función realiza el botón re rearme manual automático?**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**¿Qué funcionalidad tiene el botón de prueba o test?**

---

**¿Qué función tiene el botón de ajuste?**

---

**La luz piloto H que se encuentra en la 3 ¿qué función realiza?**

- a) Señalizar que el sistema esta energizado.
- b) Que el sistema esta desactivado.
- c) Hubo un disparo del relé térmico.
- d) Ninguna afirmación es correcta.

**Los contactos auxiliares que energizan la luz de señalización H pertenecen:**

- a) Son contactos auxiliares del contactor K1.
- b) Son contactos auxiliares que pertenece al relé térmico MT1.

#### 4.3.4 Práctica No.4. Control de Marcha y Paro con auto alimentación de un Motor de CA

##### **Material y Equipo:**

1. Manual de prácticas
2. Bananas de conexión.
3. Modulo entrenador.
4. Motor.

##### **Base teórica:**

Se denomina motor de corriente alterna a aquellos motores eléctricos que funcionan con este tipo de alimentación eléctrica. Un motor es una máquina motriz, esto es, un aparato que convierte una forma determinada de energía en energía mecánica de rotación o par. Un motor eléctrico convierte la energía eléctrica en fuerzas de giro por medio de la acción mutua de los campos magnéticos.

##### **Control de marcha y paro por auto alimentación:**

Se conoce como arranque directo con auto alimentación de un motor trifásico mediante contactor se realiza con una serie de elementos y conexiones tanto en el circuito de potencia como en el circuito de maniobra existen diversas configuraciones, pero esta es la más elemental utilizada en la industria. Este tipo de conexiones general mente se reconoce por utilizar solamente un contactor tanto en la fuerza como en maniobra y un relé térmico.

##### **Marcha por pulsadores con auto alimentación:**

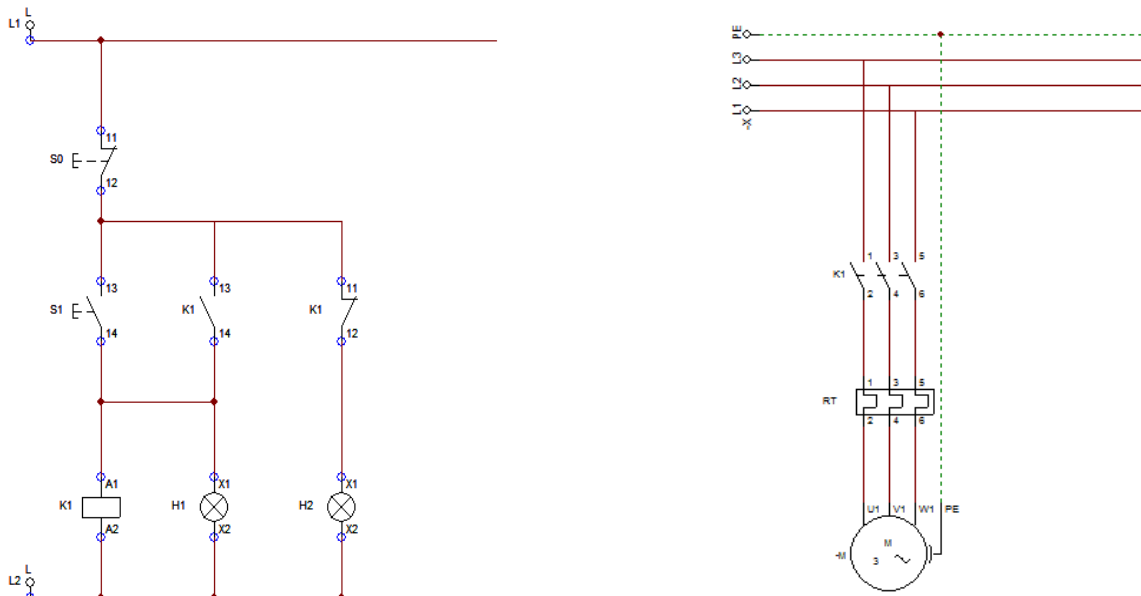
Tendremos dos pulsadores, el pulsador de marcha o arranque y el de paro. En este caso necesitamos una retroalimentación, para que al pulsar el pulsador de marcha el contactor siga alimentado aun cuando soltemos el pulsador de marcha. Solo se parará cuando pulsemos el pulsador de paro.

---

 Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.
 

---

En la siguiente imagen se muestra la conexión en un diagrama multifilar coherente.

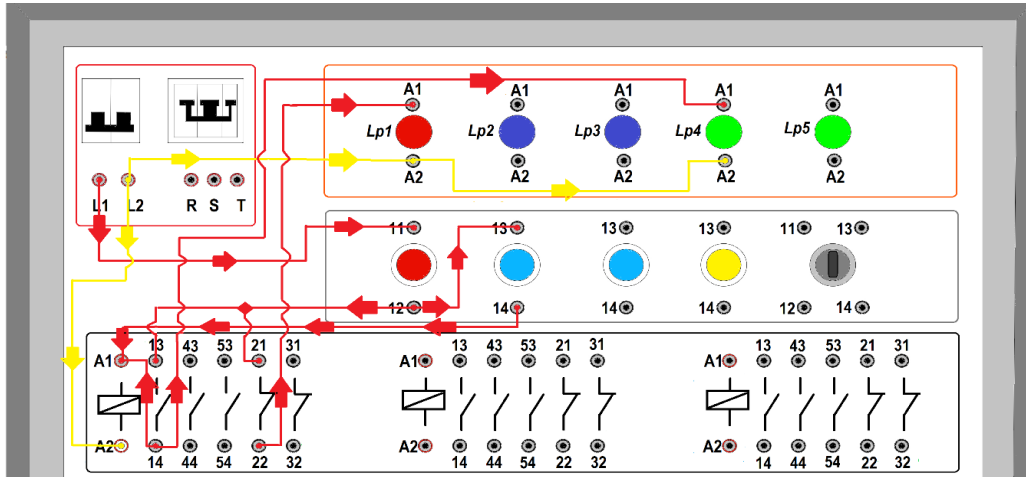


*Ilustración 48 conexión en un diagrama multifilar coherente práctica No.4 – Fuente Autores*

### Procedimiento:

Cablee el diagrama que se muestra en la siguiente figura donde se muestran como estarán los diferentes elementos. Una vez realizado el montaje observe el comportamiento del sistema una vez accione el pulsador de marcha.

## Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.



*Ilustración 49 Representación Física del cableado en el módulo – Fuente Autores*

Hacer un resumen descriptivo sobre el funcionamiento del sistema anteriormente realizado.

### Realice las siguientes modificaciones:

- En todo sistema las señalizaciones son muy importante permiten rastrear de forma mas rapida alguna posible falla en la misma tomando en cuenta esto realice el siguiente cambio:
- Tomando una línea del contacto normalmente cerrado del rele termico (**NC.95**) conectelo en paralelo con el contacto normalmente abierto del rele termico (**NO.97**).
- Tomando una línea del borne del contacot normalmente abierto del rele termico (**NO.98**) hacia la luz piloto numero 3 en el borne de **A1** tome una línea que vaya del borne de la luz piloto **A2** hacia **L2**.
- Tome una banana de conexión y haga un puente con el sistema apagado entre los bornes del relé térmico (**97-98**). Y ponga en marcha el sistema.
- Realice el nuevo diagrama de conexión (el diagrama debe ser multifilar coherente como se muestro en la primera figura de esta práctica).
- Realice un reporte de la práctica efectuada.

**PREGUNTAS DE CONTROL**

¿Qué función tiene la luz piloto H2 al energizar el sistema?

---

La línea que va de la columna 1 hacia la columna 2 ¿Qué función realiza en el sistema?

---

¿Cuál de las siguientes afirmaciones según la figura es correcta?

- a) Cuando se acciona S0 se energiza la bobina del contactor K1 y se enciende la luz piloto H1.
- b) Cuando se acciona S1 se energiza la bobina del contactor K1 se auto retiene por su contacto auxiliar normalmente abierto (**NO. 13 14**) y se enciende la luz piloto H2.
- c) Cuando se acciona S1 se energiza la bobina del contactor K1 se auto retiene por su contacto auxiliar normalmente abierto (**NO. 13 14**) y se enciende la luz piloto H1.
- d) Ninguna de las afirmaciones anteriores es correcta.
- e)

La luz piloto H1 ¿Qué función realiza en el sistema?

---

El contacto auxiliar normalmente abierto K1 (**NO. 13 14**) ¿Qué propósito tiene en el diagrama? como se muestra en la figura:

---

#### **4.3.5 Práctica No.5 Inversión del sentido de giro mediante pulsadores de marcha (izquierda) marcha (derecha) y paro.**

##### **Material y Equipo:**

1. Manual de prácticas.
2. Bananas de conexión.
3. Modulo entrenador.
4. Motor.

##### **Base teórica:**

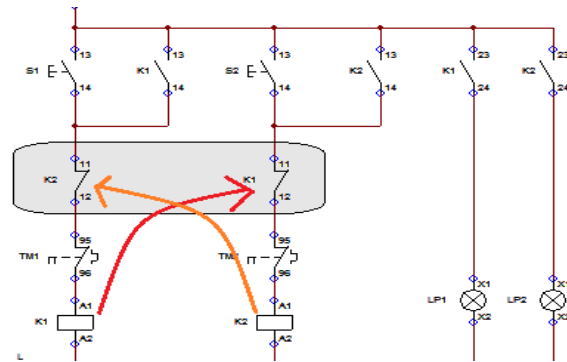
Para invertir el giro del motor habrá que invertir el giro del campo magnético creado por el estator; de esta forma el rotor tenderá a seguirlo y girará en sentido contrario. Para conseguirlo, basta con invertir un par de fases cualesquiera de la línea trifásica de alimentación al motor, lo que en la práctica se realiza con dos Contactores de conexión a red.

##### **Advertencia de seguridad:**

Los Contactores no pueden cerrarse simultáneamente por que se producirá un cortocircuito entre las fases intercambiadas en este caso (L2 y L3) el control del sistema debe prever esta situación de enclavado de ambos Contactores.

**Enclavamiento entre Contactores:**

Este tipo de configuración se utiliza generalmente en sistemas de control eléctrico en el cual quiere aumentarse la seguridad para evitarse cortocircuitos el enclavamiento eléctrico se refuerza con enclavamiento mecánico el cual consiste en que un contactor al ser accionado saque de servicio a otro que esté en funcionamiento mediante uno sus contactos auxiliares normalmente cerrado y viceversa.

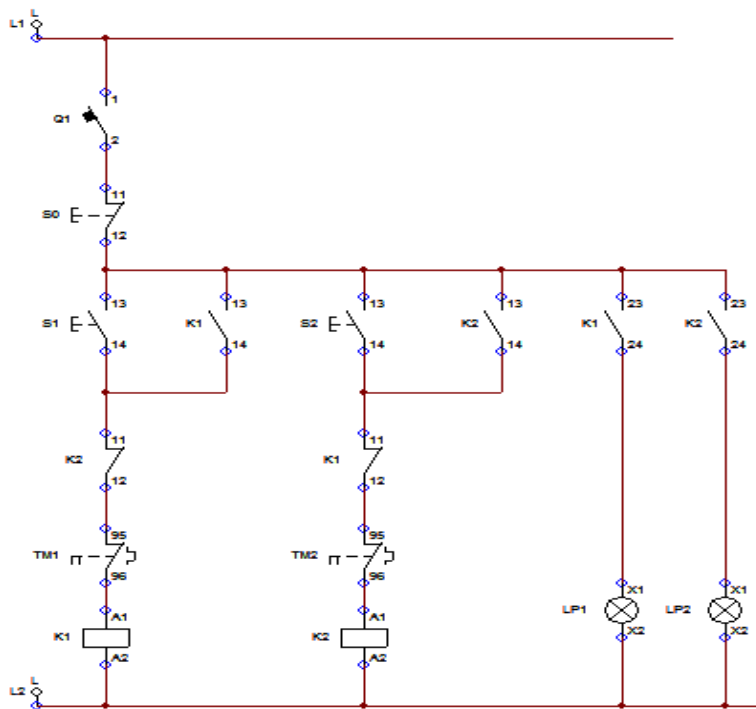


*Ilustración 50 La conexión en un diagrama multifilar coherente de la conexión de mando de una inversión del sentido de giro.*

Fuente autores

**Funcionamiento del circuito de mando:**

Al accionar el pulsador S1 se energiza la bobina del contactor de K1 en la columna numero 1 esto acciona sus contactos auxiliares en las columnas 2 ,3 y 5(observe que cuando esto sucede no puede energizarse la bobina del contactor K2 a menos que se apague el sistema y se accione seguida mente el pulsador S2 ubicado en la columna 3) y energiza la luz piloto ubicada en la columna número 5. Tanto las bobinas de K1 y K2 tiene enclavadas por contactos auxiliares de protección.



*Ilustración 51 Diagrama del funcionamiento del circuito de mando*

Fuente autores

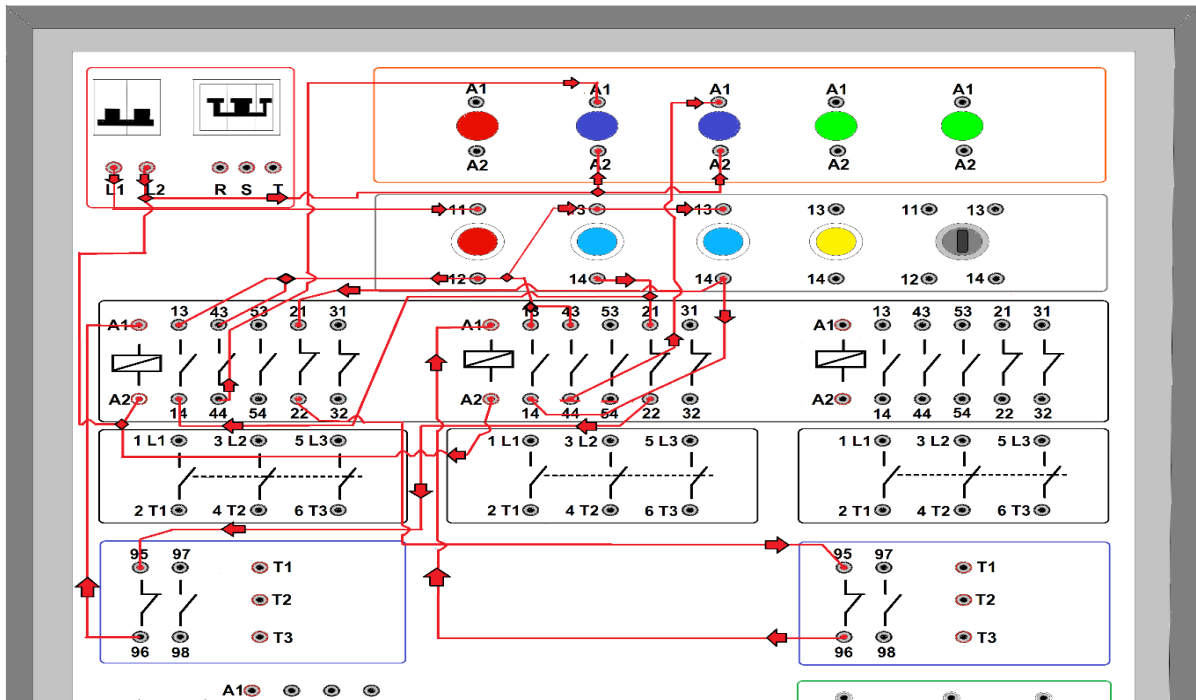


---

 Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.
 

---

Cablee el sistema como se muestra en la siguiente figura y realice cada una de las actividades seguidamente que se le piden.



*Fuente Autores*

*Ilustración 52 Representación Física del cableado Inversión del sentido de giro mediante pulsadores de marcha (izquierda) marcha (derecha) y paro.*

1. Realice las modificaciones necesarias de manera que al energizar el sistema una luz piloto roja indique que el sistema esta energizado sin haberlo puesto en marcha.
2. Realice el siguiente desafío, con el diagrama anterior realice el siguiente cambio que el sistema pueda iniciar al accionar S1 con el sentido a favor de las manecillas del reloj e invertir el giro al accionar S2 sin necesidad de accionar S0 es decir sin pasar por paro.
3. Cablee el sistema y de ser necesario consulte primero al docente antes de hacer las pruebas.
4. Realice un reporte del laboratorio con un resumen de las practicas realizadas y plasme el diagrama multifilar coherente con la actividad anteriormente realizada.

### 4.3.6 Práctica No.6. Arranque estrella triangulo accionamiento mediante pulsadores marcha

#### Material y Equipo:

1. Manual de prácticas.
2. Bananas de conexión.
3. Modulo entrenador.
4. Motor.

#### Base teórica:

Este arranque se basa en conectar el motor en estrella sobre una red donde debe de conectare en triángulo. De esta forma durante el arranque los devanados del estator están a una tensión raíz de tres veces inferior a la nominal.

La conexión estrella y triangulo son utilizadas para tener un mejor rendimiento de un motor ya que con estos el motor podrá aumentar su velocidad y reducir la corriente en el momento del arranque. 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 carga. Otro inconveniente es el corte de tensión que se produce al pasar de estrella a triangulo.

En la Fig. 37. se muestra la conexión en un diagrama multifilar de mando de un arranque estrella triangulo.

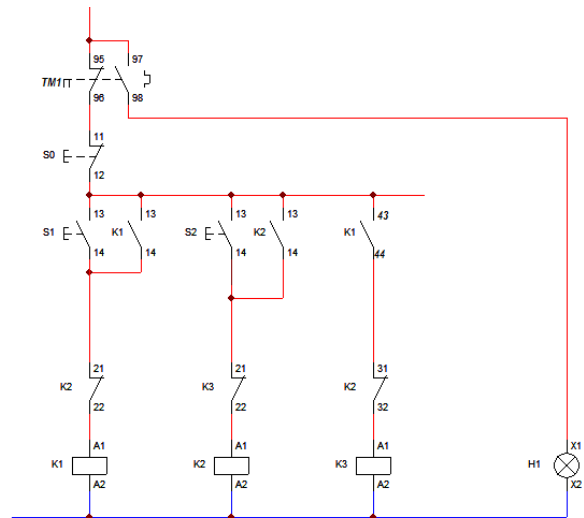


Ilustración 53 conexión en un diagrama multifilar de mando de un arranque estrella triangulo.

### Funcionamiento del circuito de mando:

Acerrar el pulsador S1 entra en funcionamiento el contactor K1 este se retiene por su contacto auxiliar en la columna numero 2 (NC 13,14), provocando al mismo tiempo que la bobina del contactor K3 entre en servicio, esta cierra la estrella en sus contactos de fuerza, al accionar el pulsador S2 note como se corta la alimentación del contacto K1 Y K3 mediante una maniobra de sus contactos auxiliares en las columnas 1 y 3 en el arranque pasa a delta o triangulo. Este circuito estrella triangulo ha sido reducido a una forma muy sencilla para realizar la práctica.

### Montaje del sistema

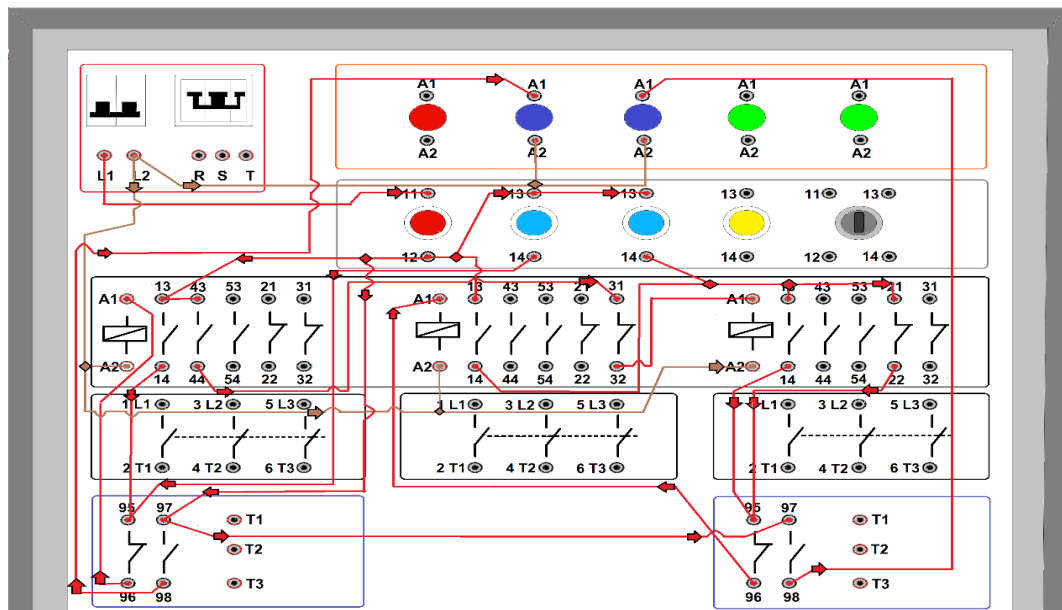
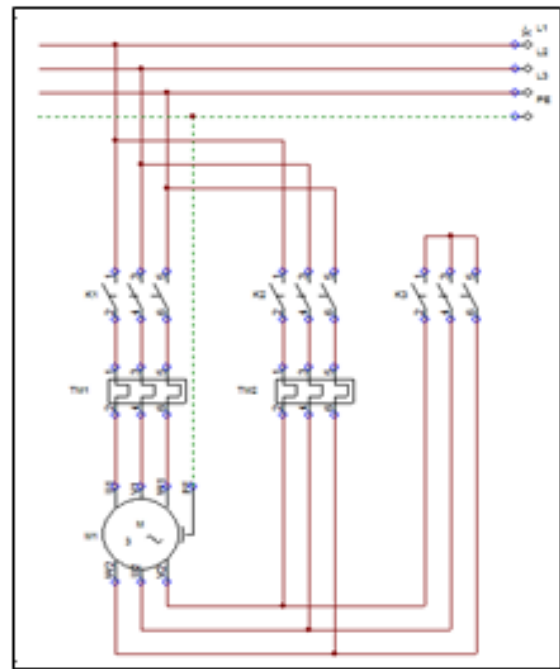


Ilustración 54 Representación Física Montaje Práctica No.6

En la figura No.54 se muestra la conexión del sistema para un arranque estrella triángulo para la realización de este se tiene que tener cuidado de no dejar ningún componente involucrado desconectado esto podría estropear el funcionamiento del sistema y podría hacer imposible la realización de la esta práctica. Para el éxito de esta práctica analice la figura anterior a auxiliarse del diagrama de mando, si tiene dudas sobre el montaje de la misma no dude en consultarle a su instructor.

**DIAGRAMA DE FUERZA**

En la figura que se muestra al lado derecho de la hoja muestra un diagrama trifilar de fuerza este representa el diagrama de fuerza de esta práctica arrancador estrella delta como se observa en la figura K3 cierra la estrella mientras tanto K2 forma la conexión delta en el sistema esta es una conexión común de un arranque estrella delta.

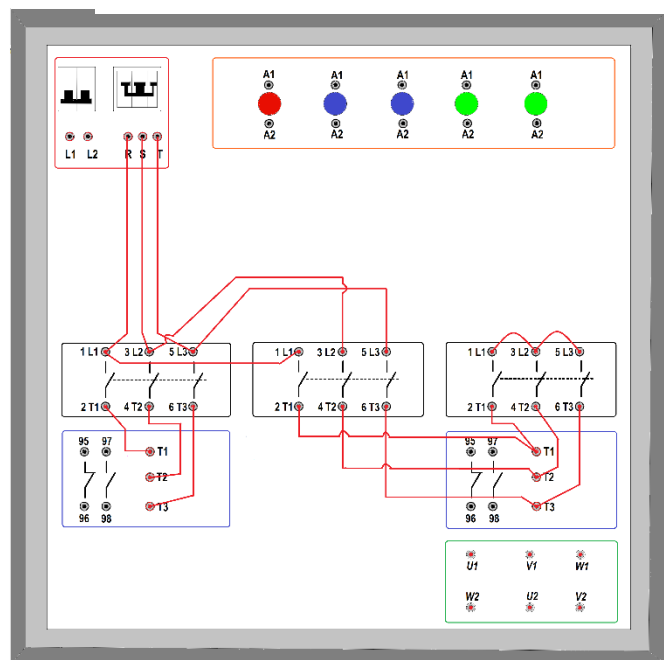


*Ilustración 55 Diagrama de Fuerza - Práctica No.6*

**MONTAJE DIAGRAMA DE FUERZA.**

En la imagen que se muestra al costado se ilustra la conexión del de fuerza de un arranque estrella triangulo.

Este es la conexión correcta para la realización de la práctica.



*Ilustración 56 Representación física montaje de fuerza - Práctica No.6*

**DESARROLLO DEL CIRCUITO DE POTENCIA:**

1. Abra los interruptores termo magnéticos **Q3** es decir **R, S, T**.
2. Colocar los puentes de alimentación en las fases **R, S, T** en las terminales **1L1, 3L2, 5L3** que forman parte de los contactos de fuerza de **K1**.
3. Colocar los puentes de conexión entre los contactos de fuerza en las terminales **2T1, 4T2, 6T3** del contactor **K1** y en las terminales de fuerza del relé térmico **T1, T2, T3**.
4. Colocar los puentes de alimentación en los contactos de fuerza de **K2** en las terminales **1L1, 3L2, 5L3** como se muestra en la imagen. Note hasta este punto las terminales están en paralelo. Luego conectar las terminales de salida de los contactos de fuerza del contactor **K2** es decir **2T1, 4T2, 6T3** con las terminales **T1, T2, T3** esto forma la conexión delta.
5. Para cerrar la conexión estrella hacer puente en las terminales **1L1, 3L2, 5L3** del contactor **K3** como se muestra en la figura. Luego conectar las salidas de fuerza **2T1, 4T2, 6T3** de este mismo en las terminales del relé térmico **TM2 -T1, T2, T3**. Esta conexión cierra la estrella.

**Nota:**

Note que no hay ninguna conexión entre las terminales del relé térmico y las terminales **U1, V1, W1, Y W2, U2, V2** la figura mostrada anteriormente esta conexión entre **TM1, TM2** Y las terminales hacia el motor están realizadas internamente en el módulo.

---

**Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.**

---

**PREGUNTAS:**

1. Identifique el contacto auxiliar con la numeración del contactor, numeración de entradas y salidas (si posee) y número de la columna en que se encuentra según la función que realiza.

Ejemplo (K3-21, 22 columna 3).

2. Identifique el contactor auxiliar que impide que entre en funcionamiento el contactor que cierra la conexión delta cuando el contactor que conecta la estrella esta en servicio.

- 
3. Identifique el contacto auxiliar que retiene o autoalimenta la bobina del contactor que cierra la conexión delta.

- 
4. Identifique el contacto auxiliar que permite energizar la bobina del contactor que energiza la conexión delta cuando se acciona el interruptor S2. Cuando está en funcionamiento la conexión en estrella.

- 
5. Identifique el contacto auxiliar que impide energizar la bobina del contactor que cierra la conexión estrella una vez que la conexión delta está en funcionamiento.

- 
6. Identifique el contacto auxiliar que permite retener o autoalimentar la bobina del contactor que permite el arranque en la conexión tanto en estrella como la conexión delta.

## VII. CONCLUSIONES

1. Se analizaron los equipos con los que contaba el laboratorio de máquinas eléctricas, se observó que estos módulos LAB-VOLT son las principales herramientas de trabajo y se detectó que dichos equipos están discontinuados y algunos se encuentran dañados.
2. Se diseñó, construyó e implementó una herramienta didáctica para apoyo a la enseñanza de máquinas eléctricas, al que se le designó con el nombre de módulo entrenador electromecánico basado en sistemas de maniobra de motores, comprobando su correcto funcionamiento mediante la implementación de varias prácticas de configuraciones electromecánicas.

El modulo entrenador fue diseñado de mediano tamaño, está montado sobre una base para estabilidad; lo que permite que sea transportado con facilidad al lugar donde se realizan las prácticas. Esto se pensó debido a que en algunas prácticas es necesario transportarlo hasta donde se encuentran otros sistemas didácticos.

3. Se diseñó y desarrolló un manual de prácticas enfocado en el tablero didáctico en el cual se consolide el conocimiento teórico, donde se planteen distintas configuraciones eléctricas para la realización de las seis prácticas (práctica de familiarización del equipo, accionamiento de un contactor, estudio del relé térmico señalización de su disparo, Control de Marcha y Paro con auto alimentación, Inversión del sentido de giro mediante pulsadores , Arranque estrella triangulo) y sus soluciones empleando el sistema.

Los bornes de entrada y salida están debidamente señalizados en la nomenclatura universal de estos dispositivos eléctricos y definido en dos colores en la parte frontal con el fin de ayudar visualmente al alumno al momento de estar en una práctica. Estos colores son de uso estándar en el mundo industrial, principalmente en los procesos de arranque, paro, paro de emergencia, precaución, entre otros.

### VIII. RECOMENDACIONES

1. Disponer de un módulo electromecánico con un diseño más aplicado lo cual permita envolver al estudiante en un entorno electromecánico real con el fin enfrentar los diferentes desafíos presentes en las industrias.
2. Seguridad y buen acabado de la instalación para evitar accidentes, es decir una buena conexión de los bornes y terminales, en el cableado y montaje de los diagramas de fuerza y mando, utilizar únicamente los conductores y elementos necesarios mediante la debida conexión.

Se considera que siempre el módulo entrenador electromecánico será el intermediario entre el operador y la conexión e instalación eléctrica en general, de esta manera se puede controlar y proteger contra accidentes casuales, los mismos que pueden afectar de manera directa a la salud del operador por trabajar con magnitudes altas de voltaje y de corriente. Se recomienda una revisión periódica de la instalación eléctrica del módulo en especial el ajuste de terminales y borneras.

3. Se realizaron seis guías de laboratorios practicas con el fin de ayudar al estudiante a enfrentar los retos en el campo de los sistemas electromecánicos mediante el diseño de un módulo entrenador capaz de controlar y maniobrar motores eléctricos trifásicos a través de configuraciones eléctricas esenciales.

Se recomienda que al momento de montar un sistema de mando y fuerza el modulo no esté conectado a una fuente de alimentación para la protección del equipo y el usuario.

El usuario tiene que estar debidamente documentado y capacitado para el correcto uso y manipulación del módulo entrenador electromecánico.

El usuario debe poseer las herramientas necesarias para el desarrollo de las guías de laboratorio que involucren el módulo entrenador electromecánico.

Para una Mejor Protección de los Dispositivos que conforman el MODULO ELECTROMECHANICO, se podría incorporar a este el uso de un Guarda motor (disyuntor magneto-térmico), en reemplazo de los Bimetálicos.



## IX ANEXOS

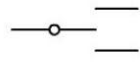

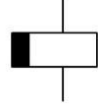
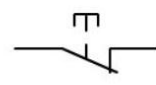

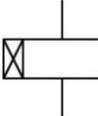


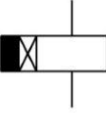





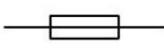



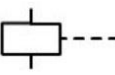
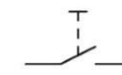
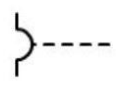

### 2.8 NORMA UNE-EN 60617 (IEC 60617)

En los últimos años (1996 al 1999) se han visto modificados los símbolos gráficos para esquemas eléctricos, a nivel internacional con la norma IEC 60617, que se ha adoptado a nivel europeo en la norma EN 60617 y que finalmente se ha publicado en España como la norma UNE-EN 60617. Nosotros vamos a dar a conocer los más necesarios para la manipulación de equipos electromecánicos básicos, respetando el grupo al que pertenece cada dispositivo en la cual está dividida esta norma. Esta norma, está dividida en las siguientes partes.

Parte	Descripción
UNE-EN 60617-2	Elementos de símbolos, símbolos distintivos y otros símbolos de aplicación general
UNE-EN 60617-3	Conductores y dispositivos de conexión
UNE-EN 60617-4	Componentes pasivos básicos
UNE-EN 60617-5	Semiconductores y tubos electrónicos
UNE-EN 60617-6	Producción, transformación y conversión de la energía eléctrica
UNE-EN 60617-7	Aparata y dispositivos de control y protección
UNE-EN 60617-8	Instrumentos de medida, lámparas y dispositivos de señalización
UNE-EN 60617-9	Telecomunicaciones: Conmutación y equipos periféricos
UNE-EN 60617-10	Telecomunicaciones: Transmisión

*Tabla 6 Partes de la Norma UNE-EN (IEC 60617)*

**Simbología más necesaria para la manipulación de equipos electromecánicos básicos**

	Pulsador con Intermedio de corte		Accionado Manual		Dispositivo de mando retardo a la desconexión
	Pulsador N.C		Accionado Manual Protegido contra operación		Dispositivo de mando retardo a la conexión
	Pulsador N.A		Mando de tirador		Dispositivo de mando retardo a la conexión y desconexión
	Pulsador unifilar		Mando Rotatorio		
	Pulsador con Lámpara. Unifilar		Mando de pulsador		Contacto auxiliar De cierre accionado por relé térmico
	Fusible		Accionamiento de emergencia Tipo Z		Contacto auxiliar de apertura accionado por relé térmico
	Fusible Interruptor		Accionamiento Por efecto electromagnético		Contacto de cierre manual
	Accionamiento electromagnético		Accionamiento Térmico		

*Ilustración 57 Simbología NEMA 1*

Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.

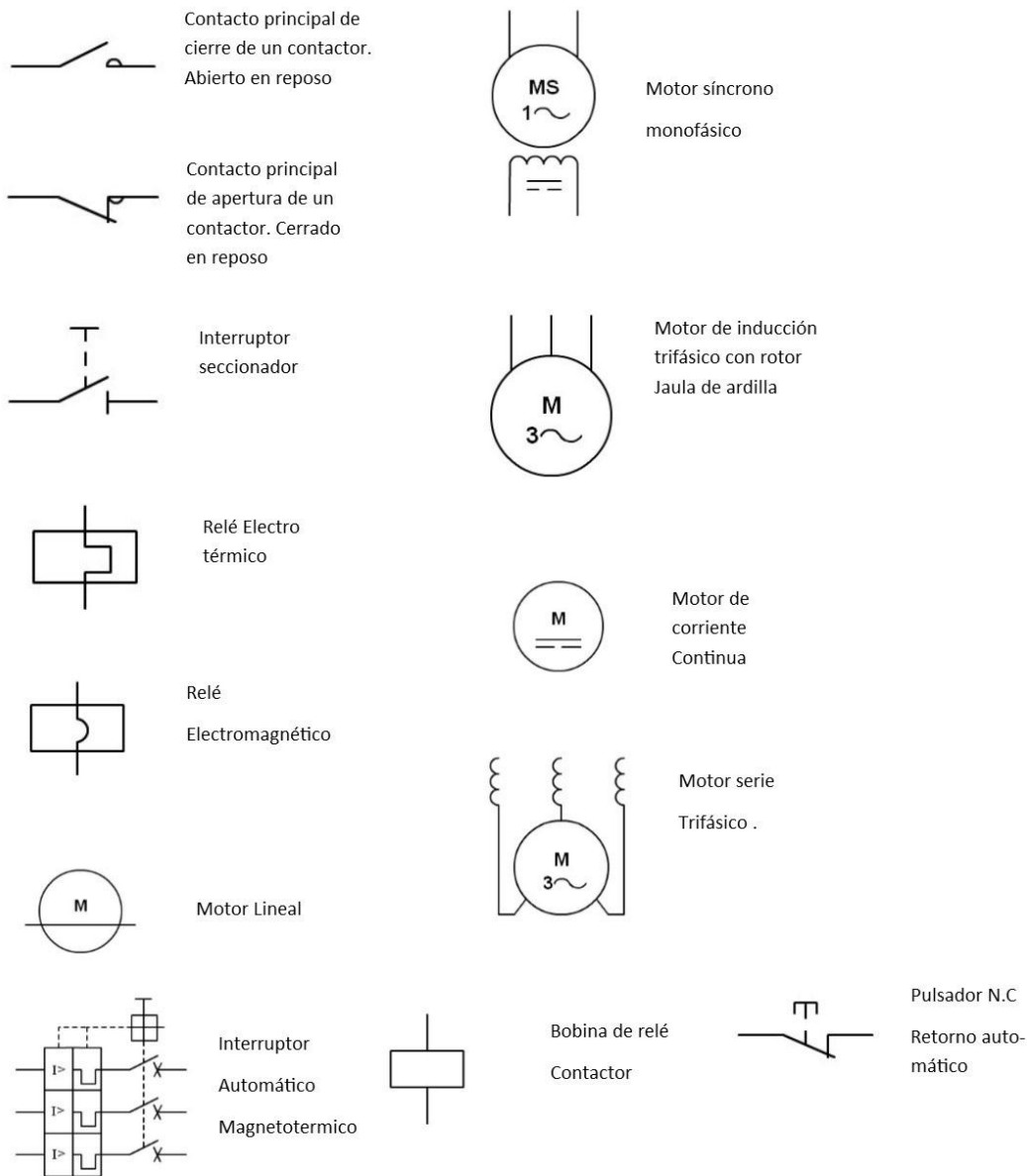


Ilustración 58 Simbología NEMA 2

Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.

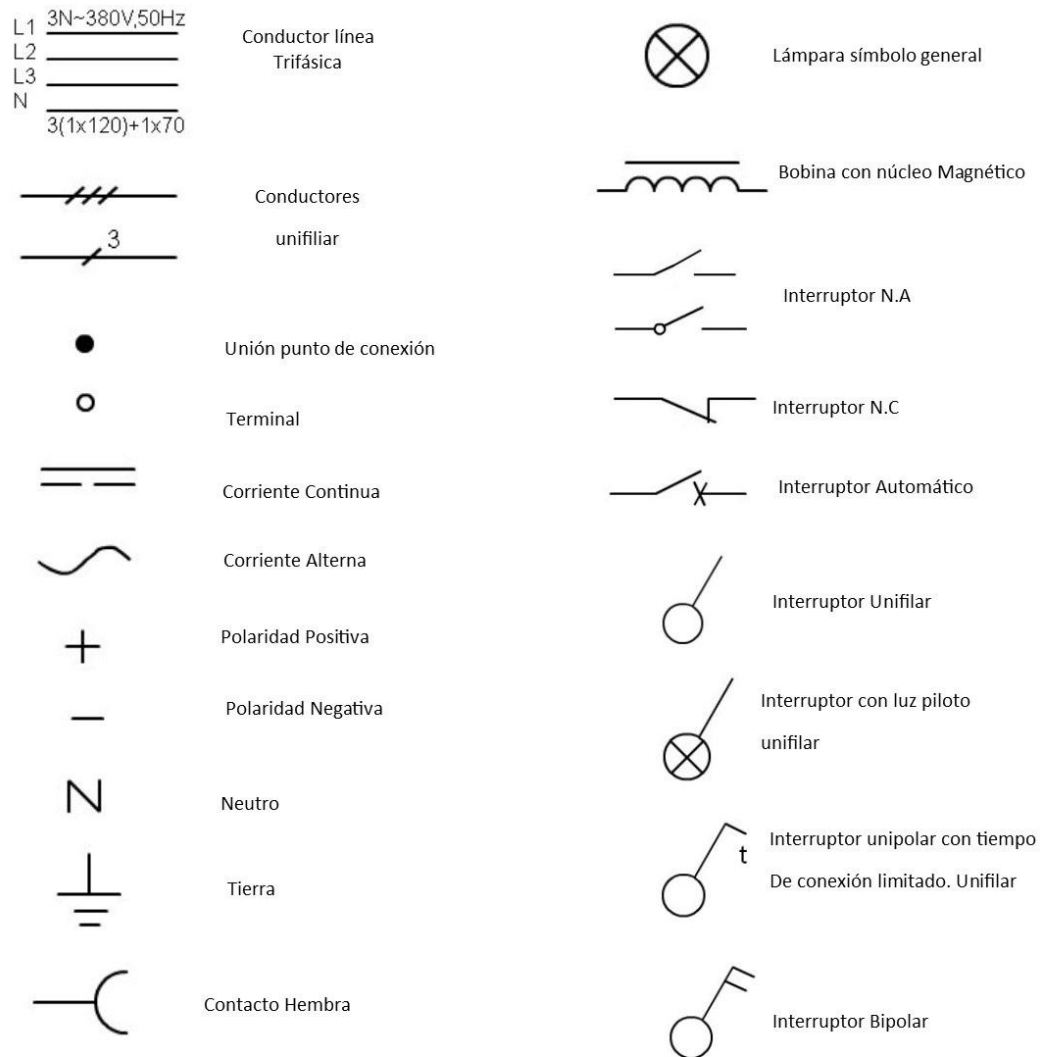
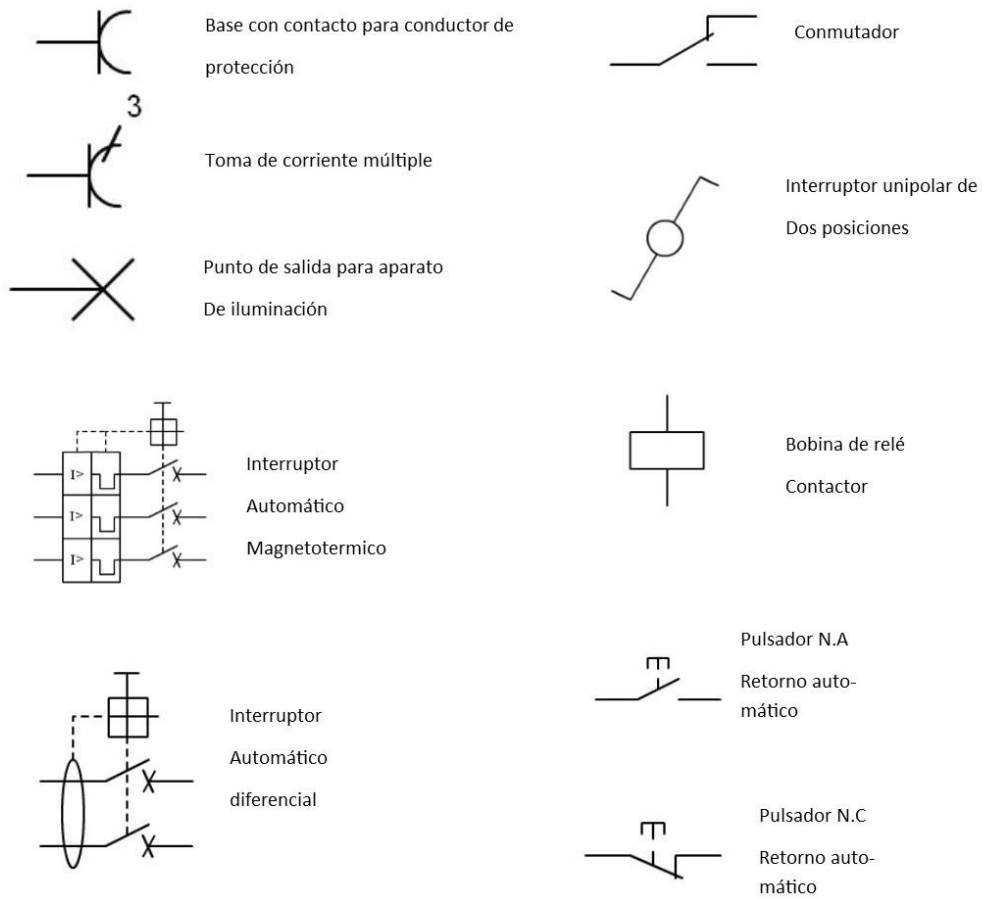


Ilustración 59 Simbología NEMA 3

Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.

---



*Ilustración 60 Simbología NEMA 4*

## Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.

Color	Significado de los pulsadores	Aclaración	Significados para avisos luminosos	Significador para avisos Luminosos	Aplicaciones
<b>Rojo</b>	Emergencia. Paro, Desconexión, Paro de Emergencia	Accionar en un estado, Peligro o en una emergencia	Condición Normal. Sobrecarga, Accidentes.	<b>PARO</b> (Es posible que no se emplee ningún color.	Desconexión (parada) de emergencia. iniciar funciones de desconexión (parada) de emergencia, en forma condicional de para parada/no.
<b>Amarillo</b>	Anormal. Inicio de un retorno fuera de la carrera de trabajo.	Accionar en un estado anormal.	Atención o Precaución. Peje Haber llegado un proceso a un límite admisible	Atención o Precaución. (funciones previamente seleccionadas se pueden inhabilitar)	Intervención para suprimir un estado normal. Intervención para volver a arrancar un desarrollo automático que se interrumpió.
<b>Verde</b>	Seguro. Arrancar, Conectar, Marcha a impulsos	Accionar en condición segura o preparar en estado normal.	¿Máquina a punto de?	Arranque de la Máquina o Unidad	Arranque/si, sin embargo, se prefiere el color blanco.
<b>Azul</b>	Obligatorio Cualquier función que no corresponda a los colores anteriores	Accionar en un estado que requiere una operación obligatoria.	Todas las funciones que no correspondan a los colores anteriores.	Cualquier función que no corresponda a los colores anteriores.	
<b>Blanco</b>	No tienen asignados un significado especial	Para la iniciación general de funciones salvo desconexión de emergencia. (Ver nota siguiente)	Tensión en el circuito. Normal en servicio.	Conexión de un circuito. Arranque, Preselección.	Arranque/si (Preferido). parada/no
<b>Negro</b>					Arranque/si parada/no
<b>Gris</b>					Arranque/si parada/no (Preferido)

Tabla 7 Código de colores de pulsadores

- La posición **CONECTADO** de un conmutador (Pulsador) se marca con el símbolo: I
- La posición **DESCONECTADO** de un conmutador (Pulsador) se marca con el símbolo: O
- El dispositivo **PARO DE EMERGENCIA** tiene que estar siempre señalado con el color **Rojo vivo**, debajo del pulsador cómo color contraste tiene que estar el Amarillo.

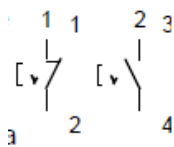
**Aplicaciones prácticas de pulsadores para indicar al operador que acción realizar**

- **Piloto rojo:** Emergencia – condición peligrosa que requiere una acción inmediata (presión fuera de los límites de seguridad, sobre recorrido, rotura de acoplamiento).
- **Piloto amarillo:** Anormal – condición anormal que puede llevar a una situación peligrosa presión fuera de los límites normales, activación de un dispositivo de protección).
- **Piloto blanco:** Neutro – información general, presencia de tensión de red.
- **Pulsador rojo/amarillo:** Emergencia – acción en caso de peligro, paro de emergencia.
- **Pulsador amarillo:** Anormal – acción en caso de condiciones anormales (intervención para poner nuevamente en marcha un ciclo automático interrumpido).
- **Pulsadores rasantes**, salientes, empotrados, con capuchón de goma, “de seta”, dobles.
- **“De seta”** de enganche “paro de urgencia”, parada total de funcionamiento.
- Selectores de maneta corta, de maneta larga, conmutadores de llave, 2 ó 3 posiciones fijas o de retorno.
- **De varilla metálica** (mando omnidireccional).
- **Pulsadores luminosos rasantes**, salientes, con capuchón de goma.

### Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.

El diseño modular de las unidades de mando y de señalización ofrece gran flexibilidad de uso. Los pilotos y los pulsadores luminosos están equipados con lámparas de filamento o con diodos electroluminiscentes. Las unidades de mando pueden recibir entre 1 y 6 contactos “NA” o “NC” máximo.

Recuerda siempre, que un pulsador es diferente a un interruptor, el interruptor tiene por lo general una palanca o perilla, la cual cierra y abre un contacto. El estado de conexión o de desconexión se mantiene siempre después de accionar el interruptor.



*Ilustración 61 Representación simbólica de los pulsadores con contactos NC Y NO*

(Instituto Nacional Tecnológico (INATEC), Enero 2014)

#### 2.4.2 Lámparas de señalización y su significado

De acuerdo a la norma DIN<sup>2</sup> EN 60204, y que en la tabla siguiente se indica el significado y aplicación para cada color.

Color	Significado	Aclaración	Acción por parte del Operador	Ejemplos de Aplicación
ROJO	Emergencia	Estado peligroso	Acción inmediata para reacción ante un estado peligroso. Pej. Parada de Emergencia.	Presión/temperatura fuera de límites seguros. Caída de tensión, colapso del suministro de tensión. Sobrepaso de una posición de parada.
AMARILLO	Anormal	Estado normal; Estado crítico inminente	Supervisión y/o intervención. Pej. Reposición de una acción requerida.	Presión/temperatura sobrepasa las zonas normales. Disparo de un dispositivo de Protección.
VERDE	Normal	Estado normal	Opcional.	Presión/temperatura dentro de las zonas normales. Disparo de un dispositivo de Protección.
AZUL	Obligatorio	Indicación de un estado que requiere de una acción por parte del operador	Acción Obligatoria	Indicación para ingresar valores prefijados.
BLANCO	Neutro	Otros estados, se podrán usar si existen dudas sobre la aplicación de lámparas de colores ROJO, AMARILLO, VERDE o AZUL.	Supervisión	Información General.

*Tabla 8 Significado del color en las Lámparas de señalización – Fuente Manual control electromecánico Tecnológico Nacional industrial*

<sup>2</sup> DIN Deutsches Institut für Normung (Instituto Alemán de Normalización) es el organismo nacional de normalización de Alemania.



### **Configuración Estrella – triángulo**

El arranque directo de un motor, absorbe elevadas corrientes en el momento de conectarlo a la red, equivalente a 2.5 veces el valor de la  $I_n$  (intensidad nominal), lo cual se traduciría en devanados eléctricamente más robustos, dispositivos de control y protección de mayor rango, alimentadores de mayor capacidad, encarecimiento de los costos asociados a construcción e instalación de un motor, razón por la cual el sistema de arranque directo no se utiliza en motores de elevada potencia.

Especialmente en motores asíncronos, trifásicos, con rotor en cortocircuito, se utiliza arranque denominado estrella-triángulo. (MARESA, 2012)

### **Conexión Estrella**

Consiste en unir entre si un terminal de cada bobina del estator y alimentar el otro terminal, para generar una tensión, equivalente a la tensión entre fases, dividida por el factor  $\sqrt{3}$ , entre los terminales de cada bobina.

### **Conexión Triángulo**

Consiste en conectar en serie las bobinas del estator y aplicar tensión equivalente a la tensión línea-línea

### **Sistema de arranque Estrella-Triángulo**

La característica principal para ejecutar el arranque de un motor en configuración estrella-triángulo es que cada una de las bobinas sea independiente y sus extremos sean accesibles desde la placa del motor

La secuencia de arranque comienza en configuración estrella, generando una tensión en cada una de las bobinas del estator  $\sqrt{3}$ , vez menor que la nominal, con una reducción proporcional de la corriente nominal ( $I_n$ ).

Con esta configuración el par de arranque se reduce un tercio. Respecto a la corriente de arranque esta también se reduce un tercio; Uno de los “dogmas” del trifásico es: “tres impedancias en triángulo consumen el triple de corriente de línea que, en estrella, a la misma tensión de red”. La tensión de la red es la misma de arranque el motor en estrella-triángulo o directamente en triángulo, con lo que en estrella la  $I_A$  es tres veces más pequeña.

*Ecuación 4 corriente de arranque*

$$I_A (Y - \Delta) = \frac{I_A (\Delta)}{3}$$

*Ecuación 5 Corriente de Marcha*

$$M_A (Y - \Delta) = \frac{M_A (\Delta)}{3}$$

Una vez que el motor alcanza entre el 70 u 80%, de la velocidad nominal, se desconecta el acoplamiento en estrella para realizar la conmutación a configuración triángulo, momento a partir del cual opera en condiciones nominales, sometido a una intensidad pico de muy poca duración, la cual no alcanza el valor pico de  $2.5 I_n$ , que alcanzaría si se ejecutara el arranque directo. Sin embargo, este aspecto carece de importancia en la mayoría de los casos, ya que la velocidad nominal se alcanza en pocos segundos.

La conmutación estrella – triángulo debe realizarse al alcanzar entre un 70 u 80% de la velocidad nominal, ya que, de producirse antes, la intensidad pico alcanzaría valores muy elevados, provocando la parada del motor y con gran probabilidad de daño en los devanados del mismo.

### **Ventajas**

- Reducción de la corriente de partida del motor, evitando elevada caída de tensión en el sistema de alimentación de la red.
- Evita interferencias en equipamientos instalados en el sistema (red) de distribución.
- Costo reducido en el sistema de protección (cables, contactores), evitando el sobredimensionamiento excesivo de los mismos.
- Permite adecuarse a las limitaciones impuestas por las normas de distribución de energía eléctrica, en cuanto a caída de tensión en la red.

### **Desventajas**

- Costo mayor que el sistema de partida directa, debido a los contactores adicionales.
- El motor debe trabajar para la conexión en triángulo con la tensión de fase y debe estar proyectado para trabajar a una tensión superior de fase (veces), para la conexión estrella.
- El motor debe tener disponible 6 terminales que permitan la conexión estrella-triángulo.
- El esquema de comando se vuelve un poco más complejo que el de partida directa a tensión plena.
- El motor se deja de alimentar durante el cambio de la conexión de estrella a triángulo en los devanados del estator

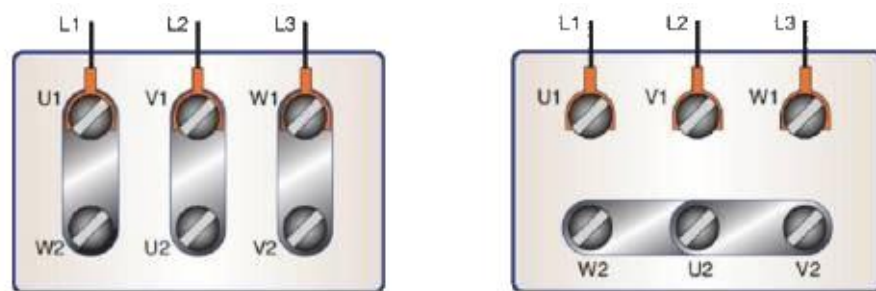
---

Jaula De Ardilla de Electrónica (UNAN- Managua) - Asignatura Maquinas eléctricas.

---

En motores de potencias superiores a los 40HP, se generan tensiones inducidas que permanecen en el motor después que se ha realizado la desconexión en configuración estrella. Si se realizaran de inmediato la conmutación a estrella, estas tensiones inducidas podrían estar en oposición de fase con la red de suministro y ser suficientemente elevadas, como para generar una corriente transitoria de gran magnitud. (Estrada, 2010)

Este inconveniente, es salvado introduciendo un retardo durante la conmutación de estrella a triangulo, siempre y cuando, durante este lapso, no se genere una pérdida de velocidad significativa.



*Ilustración 62 configuración estrella - delta en un motor trifásico*

### Imágenes mediante el diseño y construcción del módulo electromecánico

Planeación de la colocación de los sockets y algunos dispositivos eléctricos en el módulo electromecánico.



*Ilustración 63 Colocación de los sockets y algunos dispositivos eléctricos*



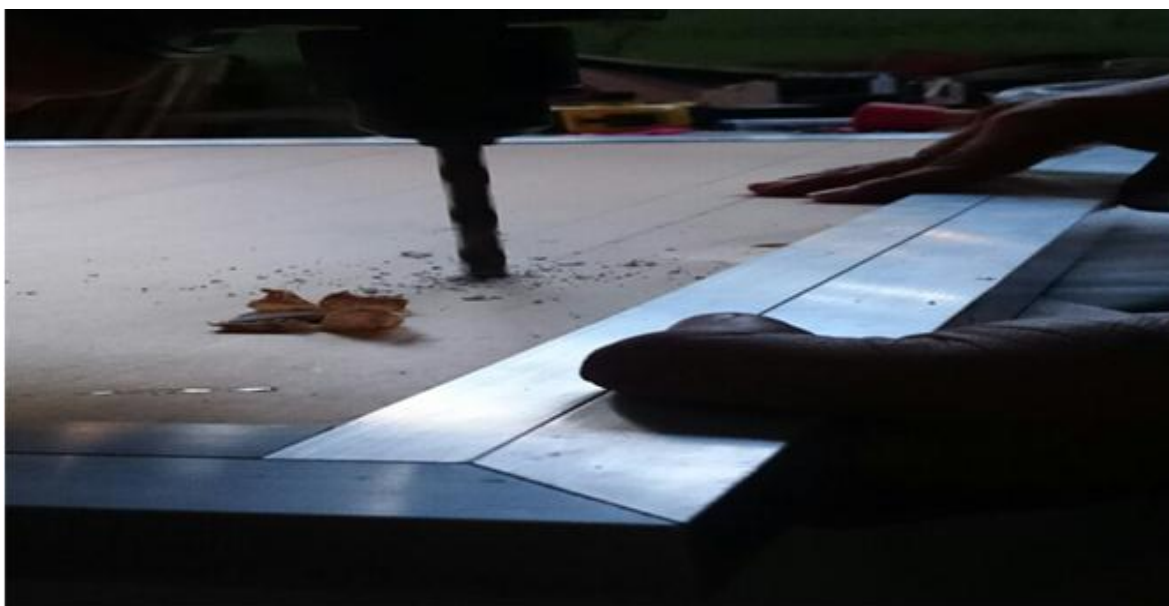
*Ilustración 64 Colocación de los sockets y algunos dispositivos eléctricos*



### Perforaciones del Acrílico



*Ilustración 65 Perforaciones del Acrílico*



*Ilustración 66 Perforaciones del Acrílico*

### Instalación de dispositivos eléctricos



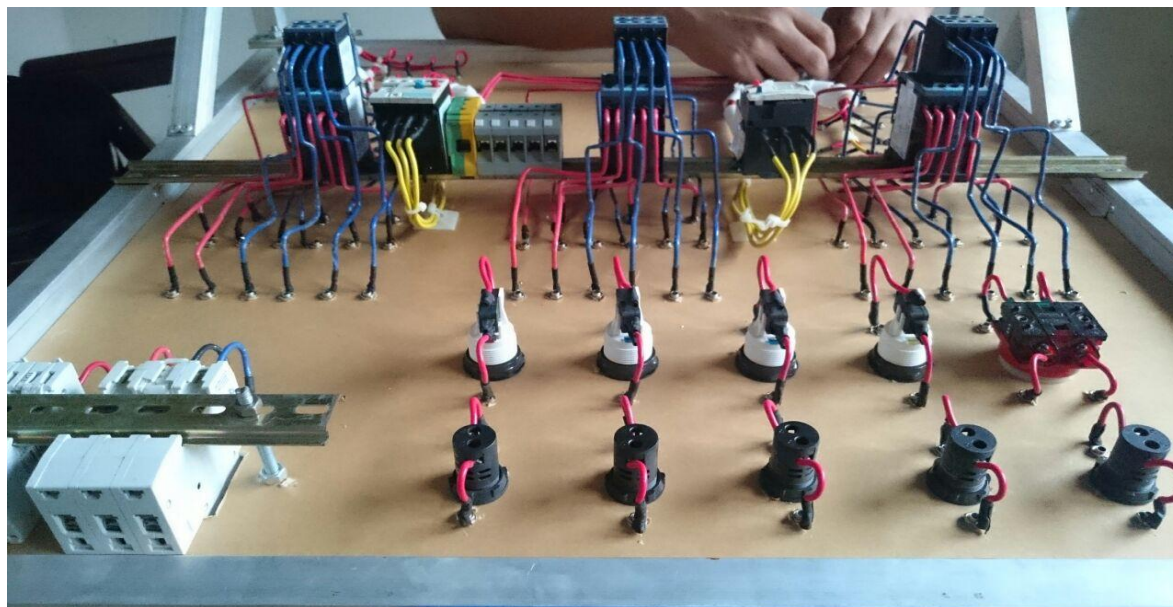
*Ilustración 67 Instalación de dispositivos eléctricos*



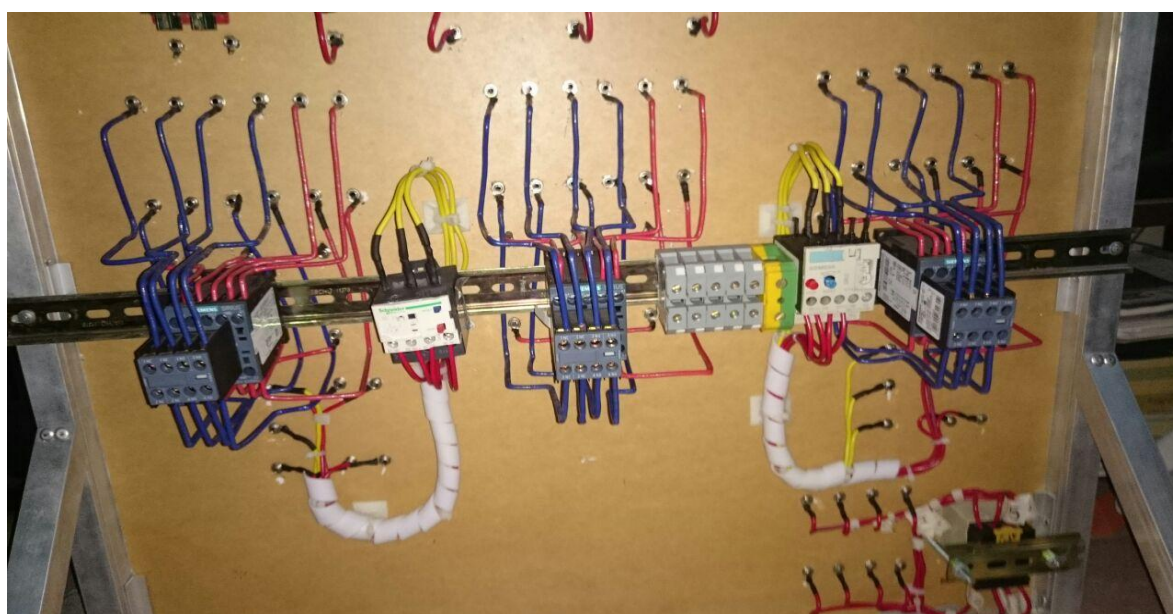
*Ilustración 68 Instalación de dispositivos eléctricos*



### Cableado de dispositivos eléctricos



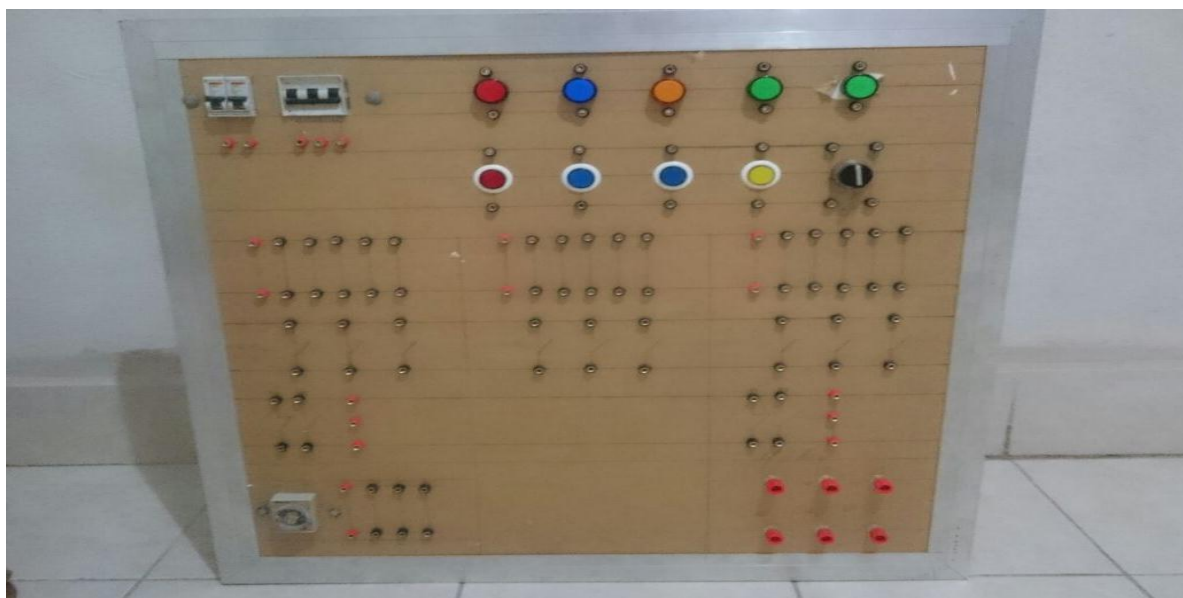
*Ilustración 69 Cableado del módulo*



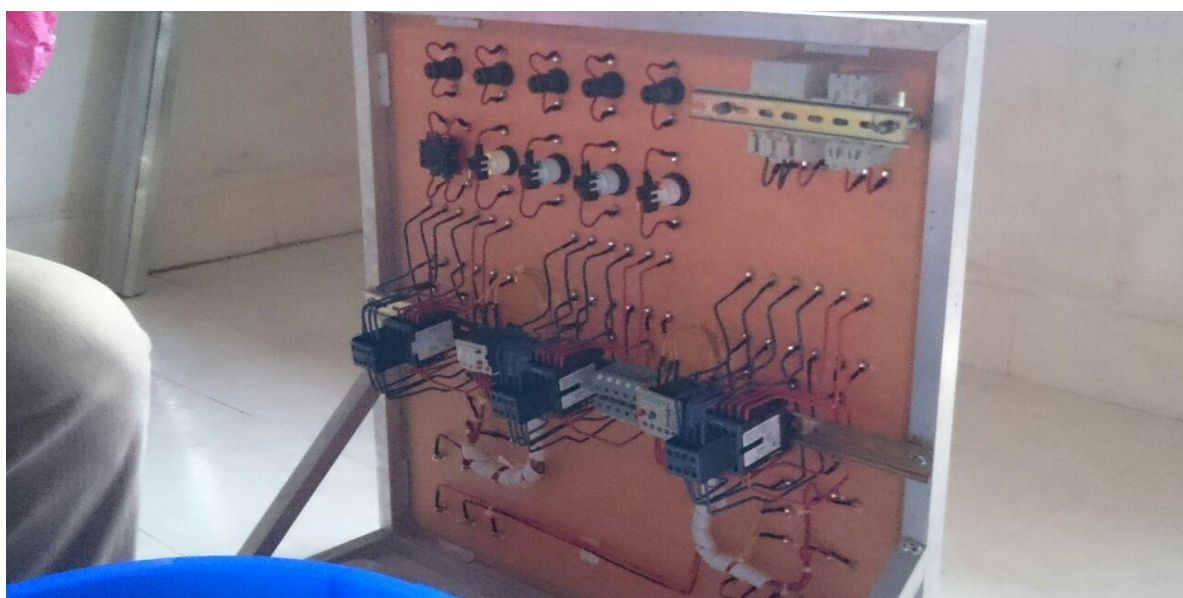
*Ilustración 70 Cableado del módulo*



### Módulo entrenador electromecánico finalizado



*Ilustración 71 Módulo finalizado Parte delantera*



*Ilustración 72 Módulo finalizado Parte trasera*

### Practicas Realizadas en el taller de Aquatec



*Ilustración 73 Practicas Realizadas en el taller de Aquatec*



*Ilustración 74 Practicas Realizadas en el taller de Aquatec*



*Ilustración 75 Practicas Realizadas en el taller de Aquatec*

## BIBLIOGRAFÍA

Commission), l. 1.-1. (s.f.). *la lógica cableada o control eléctrico se emplea la normativa sugerida por la IEC 1082-1 (International Electrotechnical Commission)* .

Dep. TIC del CIFP MSP. (21 de julio de 2006). *cifp-mantenimiento*. Recuperado el 10 de marzo de 2016, Obtenido de [http://www.cifp-mantenimiento.es/e-learning/index.php?id=15&id\\_sec=6#](http://www.cifp-mantenimiento.es/e-learning/index.php?id=15&id_sec=6#)

Departamento de física aplicada - Universidad de Sevilla. (31 de Marzo de 2016). .

Recuperado el 18 de julio de 2016, *Laplace*. Obtenido de

[http://laplace.us.es/wiki/index.php/Ley\\_de\\_Faraday\\_\(GIE\)](http://laplace.us.es/wiki/index.php/Ley_de_Faraday_(GIE))

Estrada, G. (16 de mayo de 2010). *Slideshare*, Recuperado el 18 de julio de 2016, Obtenido de

<http://es.slideshare.net/gabo07/arrancador-estrella-delta-para-motor-trifsico-de-induccin>

Grupo García Ibañez. (17 de Diciembre de 2015). *automatismo industria*, Recuperado el 18 de

julio de 2016, Obtenido de <https://automatismoindustrial.com/arranque-estrella-triangulo/>

Instituto Universitario de Tecnologia Dr. Federico Rivero Palacio. (Junio 2011).

*Funcionamiento del Contactor*. Venezuela.

Instituto Nacional Tecnológico (INATEC). (Enero 2014). *Manual para el participante -*

*Control electromecánico* . Managua.

INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO (INATEC). (Noviembre 2008). *MANUAL PARA EL PARTICIPANTE*. Managua.

Instituto Nacional Tecnológico. (2008). *Manual para el participante - Control Electromecánico*. Managua: INATEC.

joremahu. (30 de Agosto de 2014). *Scribd*, Recuperado el 18 de mayo de 2016, Obtenido de

<https://www.scribd.com/document/164320236/LOGICA-CABLEADA>

KUZNETSOV, M. (1975). *fundamentos de electrotecnia* . Mosú: MIR.

M., K. (1975). *Fundamentos de electrotecnia 4ta Edición*. Moscu: Mir.

MARESA. (2012). Arrancadores Estrella-Triángulo. *MARESA*, 23-25.

*revistadigital.inesem.es*, Recuperado el 18 de julio de 2016, Obtenido de

<http://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/composicion-seleccion-regulacion-rele-termico-motores/>

Sala, Blanco. (2008). *Ingeniería de sistemas automáticos*.

Vásquez, J. A. (25 de Enero de 2013) , Recuperado el 21 de abril de 2016, *Logica cableada*

*blogspot*. Obtenido de <http://logicacableadaceet.blogspot.com/2013/01/que-es-logica-cableada.html>

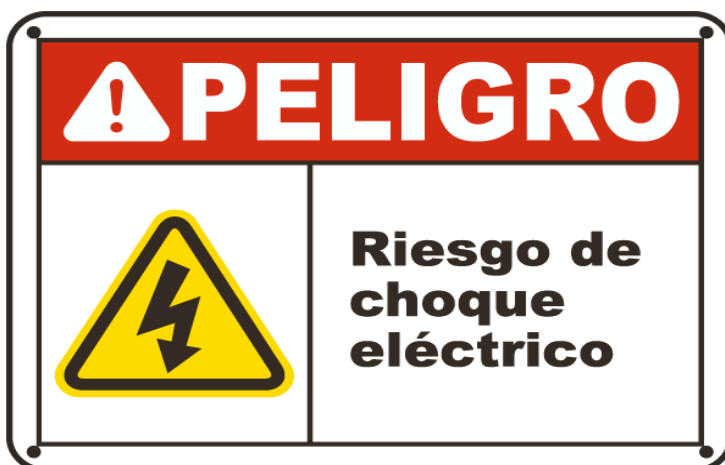
## Normas de seguridad

Normas de seguridad en laboratorios. Para estudiantes y profesores Localice la ubicación del gabinete de primeros auxilios en su sitio de trabajo o laboratorio. Insistimos que cualquier herida o cortadura debe recibir atención inmediata, así parezca insignificante. Notifíquese a su profesor sobre este tipo de casos. Él sabrá lo que tiene que hacer. La seguridad es un deber para quien trabaja con electricidad. La electricidad es peligrosa y aún fatal, para quienes trabajan sin observar sus normas. Mucha gente se electrocuta cada año por energía de CA en las redes domiciliarias. Aun así, los más experimentados técnicos por exceso de confianza o por descuido, violan las normas básicas de la seguridad personal con riesgo de choques eléctricos. La primera norma de la seguridad es: ¡Primero Piense!

Esta norma cubre a todos los que trabajan en la industria y a quienes trabajan con electricidad. Desarrolle buenos hábitos de trabajo. Aprenda el uso correcto y seguro de las herramientas. Estudie la tarea por desarrollar y analice sus procedimientos, métodos, herramientas de uso, instrumentos y máquinas antes de ejecutar algo. No se distraiga en el trabajo ni distraiga a los demás que estén desarrollando trabajo de riesgo. ¡No haga bromas! Evite las bromas cerca de máquinas en movimiento o máquinas eléctricas.

Hay tres tipos de accidentes de ocurrencia frecuentes entre estudiantes y técnicos: el choque eléctrico, las quemaduras y los daños por equipos. Conocer y estudiar sobre el tema le harán una persona segura en el trabajo y le evitara problemas personales y experiencias costosas.

Las corrientes por encima de 300 mA son fatales con riesgo de muerte. Un operario conectado por una corriente superior a los 200 mA puede sobrevivir mediante un tratamiento oportuno. Las corrientes menores de 100 mA pueden ser dolorosas y en ocasiones fatales. Una norma: No se sitúe en la posición de encontrar un choque eléctrico.





### Nueve normas para prácticas seguras y prevención de choques eléctricos:

1. Asegúrese del estado del equipo y de los peligros potenciales antes de operarlos. Muchos deportistas murieron por creer que el arma no estaba cargada y muchos técnicos se confiaron en un "circuito muerto".
2. Nunca confíe de dispositivos como relés o sistemas de cierre para su protección. Pueden no operar y fallan en su protección cuando más lo necesita.
3. Nunca retire la tierra de una conexión de tres cables. Esto elimina tierra del equipo con riesgo de choque eléctrico.
4. Nunca trabaje sobre una mesa en desorden. El desorden puede llevarlo a choques, corto circuitos y accidentes. Ordene su puesto de trabajo y consolide este hábito.
5. Nunca trabaje en pisos húmedos o mojados. Esto puede reducir su resistencia a tierra. Trabaje sobre pisos encauchados o con tapetes de caucho.
6. No trabaje solo. Es de sentido común tener a alguien alrededor en caso de accidente para cortar la corriente, dar respiración artificial o llamar al médico.
7. Trabaje con una mano detrás o en su bolsillo. Una corriente entre las manos atraviesa su corazón en forma más letal que una corriente que va de la mano al pie. El técnico responsable siempre trabaja con una mano.
8. No hable mientras trabaja. Evite distraerse. Tampoco le hable a quien está trabajando con equipo de riesgo. No se convierta en causa de accidente.
9. Muévase lentamente mientras trabaja con circuitos. Los movimientos rápidos y violentos conducen a cortocircuitos y descargas.

### **Quemaduras:**

Este tipo de accidentes, no del todo fatales, son dolorosos. La disipación de la energía eléctrica produce calor. Hay cuatro normas sobre

Prevención de quemaduras:

1. Las resistencias consumen calor y pueden quemar las yemas de sus dedos. Espere a que se enfríen.
2. Cuidarse de los capacitores, los cuales puede aún retener algo de carga y en ocasiones pueden ser elementos peligrosos, causantes de choques eléctricos por descarga eléctrica con quemaduras. Si el voltaje de los capacitores electrolíticos se excede o se invierten sus polaridades, se calientan demasiado y pueden estallar.
3. Tenga cuidado con cautines calientes. No los deje sobre el banco en donde pueden ser tocados por su brazo y causarle un accidente. Nunca los almacene si aún están calientes, alguien que ignore su estado puede tomarlos.
4. Un cautín caliente quema la piel. Espere a que se enfríe. Para desoldar uniones no sacuda el cautín caliente, usted o su vecino puede recibir algo en los ojos, su vestimenta o su cuerpo.

**Daños causados por equipos:****Normas para prevenir accidentes por equipos:**

1. Las esquinas y bordes metálicos cortantes en chasis y paneles pueden cortar y raspar. Suavícelos con lima.
2. Una inadecuada selección de equipos e instrumentos puede ocasionarle daños físicos y daño de equipo.

## Objetivo de las prácticas

Estas primeras prácticas son esenciales para iniciarse en el montaje y diseño del automatismo. Por eso están encadenadas "paso a paso" para llegar al montaje primero y principal con todos los elementos típicos: marcha, paro, térmico y paro de emergencia

**Por eso:**

- Van completando las fases básicas de diseño de un sistema de control eléctrico simple.
- Cada montaje se hace modificando el anterior, para introducir las «mejoras» necesarias.

Además, facilitan la familiarización progresiva del usuario con los símbolos y la paralaje de los automatismos.

Dado que entre cada una de ellas hay poca diferencia, la explicación del montaje de cada una se basa en el anterior.

### Objetivos de formación:

- Descubrir.
- Profundizar.
- Dominar.
- Herramientas y métodos:
- Conocer los motores de jaula y sus parámetros.
- Conocer la a paramenta de mando de un automatismo.
- Conocer la a paramenta de protección de motores de jaula.
- Reconocimiento de esquemas normalizados.
- Aplicación de la normativa vigente.

### SABER HACER:

- Confección de esquemas teóricos de potencia y mando.
- Realización de un circuito de mando, con todos los elementos esenciales: marcha, paro, retención, emergencia y señalización.
- Reconocimiento y aplicación de relés térmicos y temporizadores.
- Montaje y análisis de los sistemas de arranque clásicos.

### COMPONENTES

- Aparata de mando.
- Aparata de potencia (Contactores).
- Dispositivos de arranque y regulación

**Precaución.** Si alguna de ellas se realiza por separado o, entre una y otra práctica ha mediado un tiempo de no-control de la maqueta - descanso, por ejemplo: debe de tenerse especial precaución en aplicar las medidas de seguridad oportunas, en concreto:

Abrir todos los interruptores antes de empezar a poner puentes.

Quitar todos los puentes y volverlos a poner uno por uno, siguiendo los esquemas y explicaciones.

**Nota.** Los colores de los puentes facilitan el montaje e identificación de cables.

El orden de colocación de los puentes es siempre:

1. Alimentación de red (mono o trifásica)
2. Puentes de neutro,



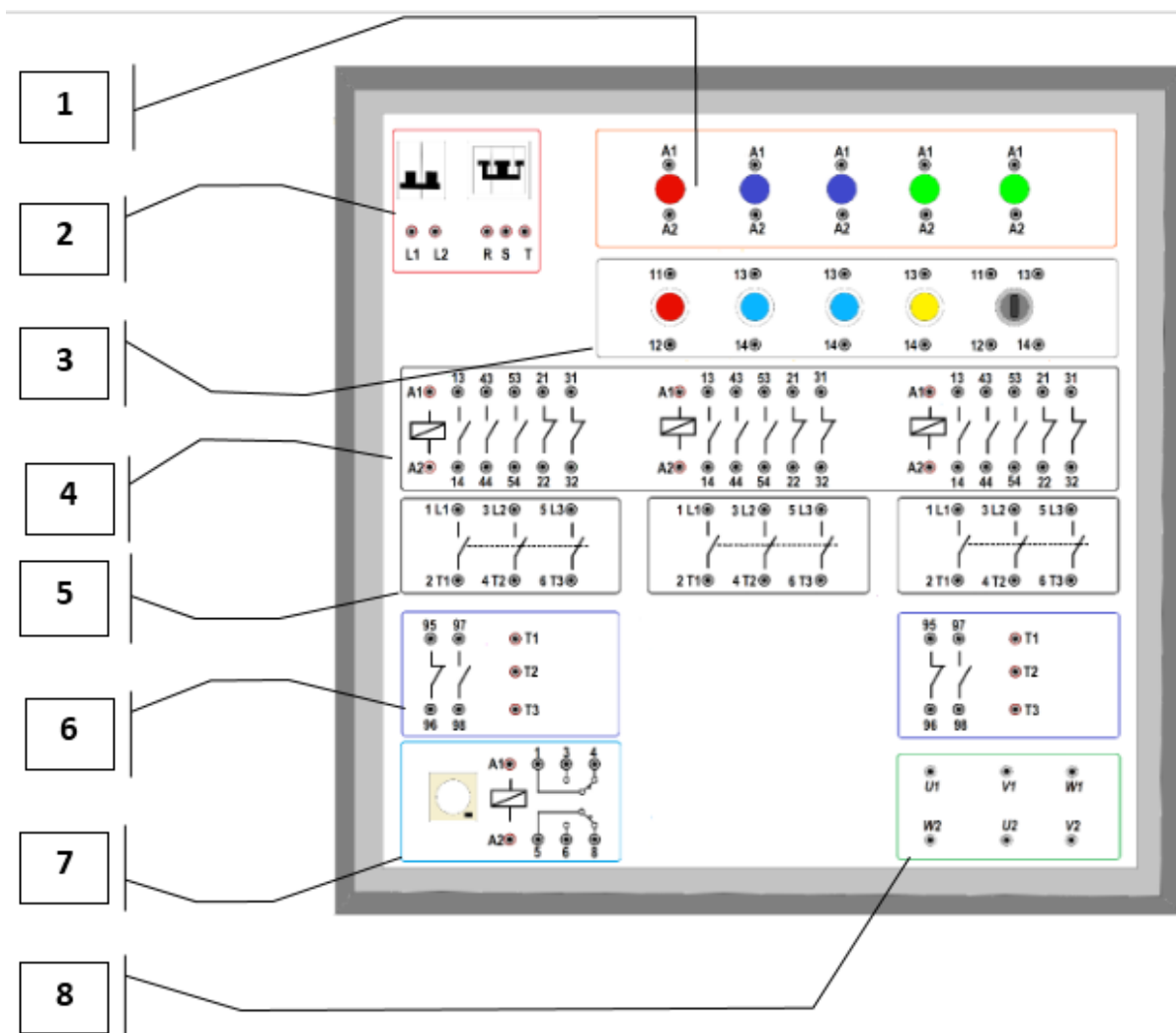
Este módulo trabaja con tensiones peligrosas: 230 V- 240V.  
eben de respetarse todas las medidas de seguridad en cuanto a la protección de personas y cosas.



## Práctica No.1. Previos introducción al módulo didáctico

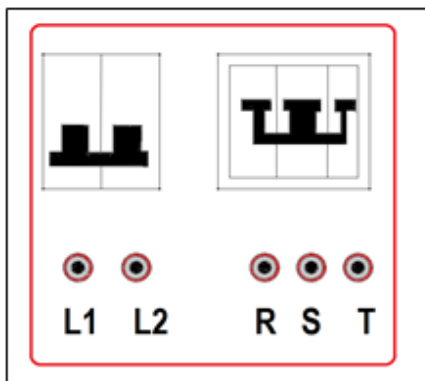
El sistema es una herramienta que les proporciona al profesor y al alumno un complemento para la enseñanza y/o aprendizaje de la materia que involucre el uso de componentes eléctricos mecánicos por tanto es necesario hacer una pequeña descripción de los elementos que constituyen al sistema si bien el usuario no manipula directamente los componentes la nomenclatura en la parte frontal del módulo familiariza al usuario con los componentes que podría encontrar en un sistema de control industrial. El sistema se diseñó e implementó en base a un módulo constituido por una lámina de acrílico de dimensiones 70 x 70 cm sobre una base de aluminio.

**Paso 1.1** Como primer paso Identificaremos visualmente todos los elementos que posee el módulo didáctico, estos se muestran en la siguiente Figura. Los elementos que lo conforman son los siguientes:



*Ilustración 1 Parte Frontal de los elementos que posee el Módulo Electromecánico*

## Elemento 2. Alimentación de red interruptor automático bipolar y tripolar



### Aplicaciones.

#### Mando y Protección contra sobre cargas.

- Instalaciones domésticas.
- Distribución terminal.
- Sector industrial.

*Ilustración 2 interruptor automático bipolar y tripolar*

### Interruptor automático bipolar



#### Características técnicas.

Calibres tensión de empleo.....	1 a 3A 30°C
Tensión de empleo.....	120 V/240 V/ 400V.
Tensión de corte (Icu).....	6 kA, a 400 Según UNE-EN 60898 10 kA, a 230/240 V, Según UNE-EN 60947.2 Ics = 75% de Icu.

*Ilustración 3 Características técnicas - Interruptor automático bipolar*

### Interruptor automático tripolar.



#### Características técnicas.

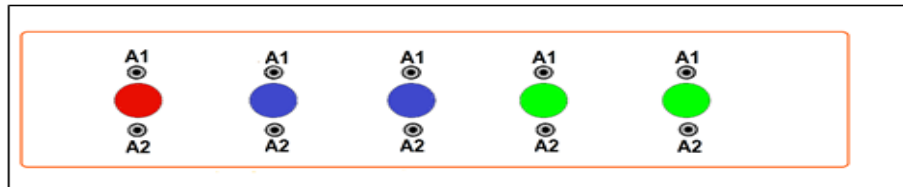
Calibres de tensión de empleo 20 A a 60°C

Tensión de empleo.....120 V/240 V/ 400V.

Siemens 5SX1320-7 Térmica DIN 3 x 20A. 3kA. Curva. C

*Ilustración 4 Características técnicas - interruptor automático tripolar*

### Elemento 1. Módulo de señalización



*Ilustración 5 Módulo de señalización*

Se utilizan luces pilotos de 120V / 240V para indicar el estado de las salidas del según el tipo de práctica y tipo de señalización que se desea apreciar cada una de ella está debidamente señalada y con bornes de conexión (A1, A2) con colores respectivamente.

#### Características específicas de las funciones luminosas



#### Límites de tensión (V)

21,6 a 26,4 en CA

120 V: 102 a 132

230 V: 195 a 264

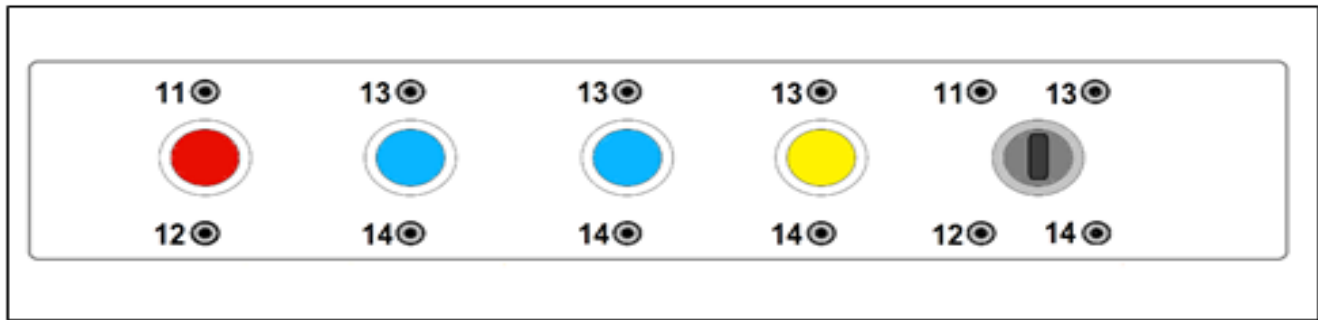
#### Consumo (para todos los colores) mA:

120 V: 14 mA

240 V: 14 mA

*Ilustración 6 Características técnicas de las funciones luminosas*

### Elemento 3. Módulo de control y accionamiento por pulsadores y selector.



[Ilustración 7](#) Módulo de control y accionamiento por pulsadores y selector.

#### Unidades de control y características:

Tratamiento de Tratamiento Protección «TH».

Temperatura Para funcionamiento: - 25...+ 70 °C.

Ambiente Para almacenamiento: - 40...+ 70 °C.

Protección contra Clase I (según IEC 536)

Choques eléctricos

Grado de protección IP65 (salvo indicación en contra)

(Según IEC 529 IP 66 (cabezas de pulsadores con capuchón)

Certificaciones: (Aplicadas a diversos elementos de la serie: UL Listed, CSA UL Recognized, CSA (en curso) BV, RINA, LROS, DNV, GL (en curso).

Protección contra 16 A (bloque estándar con conexión faston gavetas.

Cortocircuitos de estribo;

(Fusibles gG) 4 A (bloque con conexión mediante conector)

(IEC 947) 4 A (bloque estándar con conexión a circuito impreso)

## Características asignadas de empleo



*Ilustración 8 Pulsadores*

Corriente alterna AC-15

Bloque estándar: 240 V; 10 A

Bloque conex. conector: 240 V; 10 A

Bloque conex. cto. Impreso: 240 V; 1,5 A

Corriente continua DC-13

Bloque estándar: 250 V; 0,27 A

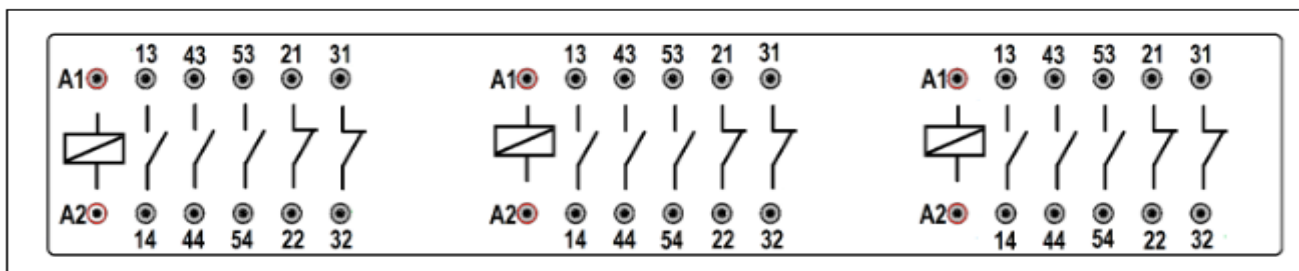
Manipuladores: 250 V; 0,1 A

Bloque conex. Conector: 250 V; 16 A

Bloque conex. cto. Impreso: 250 V; 16 A

### Elemento 4. Módulo de contactos auxiliares del contactor.

Para control de maniobras Circuito de control o mando en CA.



*Ilustración 9 Módulo de contactos auxiliares del contactor – fuente autores*

Contactos auxiliares de un contactor tienen una sola posición de reposo, de mando no manual capaz de establecer, soportar interrumpir corrientes en condiciones normales de circuito, comprendida en ellas sirven para realizar maniobras a distancias facilitan el control de máquinas de tipo eléctricas pueden llegar hacer maniobras muy complejas siempre y cuando se respeta la lógica de conexión.

Los contactos auxiliares realizan funciones de auto mantenimiento esclavización, enclavamiento de los Contactores, auto retención y señalización



*Ilustración 10 contactos auxiliares*

Existen tres tipos de contactos auxiliares:

- Contactos instantáneos en cierre NO
- Contacto instantáneo en apertura NC.

Contactos instantáneos en NO/NC estos tienen un punto en común.  
Datos técnicos.

Soporta corrientes nominales de 10 A - 240V.

Compatible Contactores Siemens sirius categoría AC3.

Conformidad con las normas IEC 947-1; 947-4-1; NFC 63-110; VDE 0660;

BS 5424; JEM 1038; EN 60947-1; IEC 947-4.

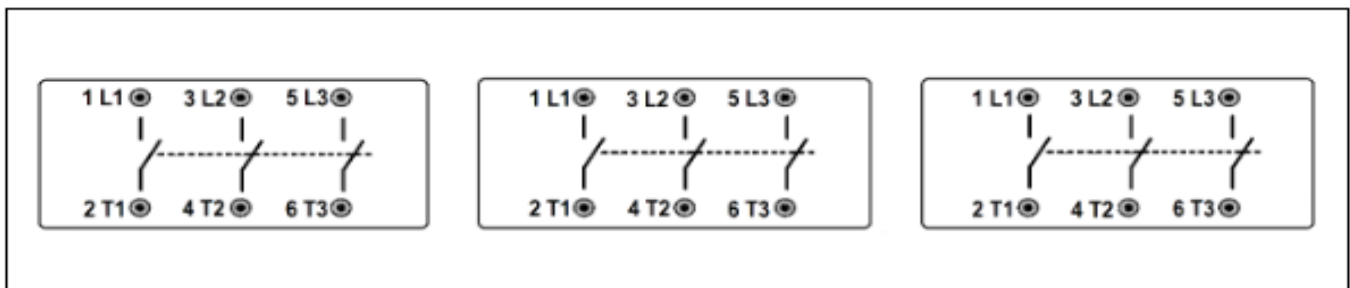
Grados de protección contra el contacto directo IP 2X.

Posiciones de funcionamiento 30° ocasionales, respecto de la posición vertical normal de montaje.

Cantidad de Contactores en este módulo 3

Cantidad de contactos auxiliares normalmente abiertos NO por contactor 3.

Cantidad de contactos auxiliares normalmente cerrados NC por contactor 2.



[Ilustración 11](#) Contactos de fuerza en el Módulo Electromecánico

Son los encargados de establecer o interrumpir la corriente en circuito de potencia y, por consiguiente, están dimensionados para permitir el paso de la corriente nominal del contactor en servicio continuo sin calentamiento anormal; además, deben de soportar el arco que se crea cuando se corta la corriente.

Se componen de una parte fija y de otra móvil, esta última provista de resortes que aplican una presión adecuada a los contactos, sean de simple o de doble corte.



Los polos están generalmente equipados con contactos de plata-óxido de cadmio, material Inoxidable, de una gran resistencia mecánica y que soporta el arco eléctrico. Precisamente para conseguir la correcta extinción del arco, se diseñan Contactores provistos de dispositivos especiales de extinción del arco.

En algunos casos, los contactos principales están cerrados en reposo y se abren cuando se alimenta la bobina (polos ruptores).

**Ilustración 12** Contactos de fuerzas de un contactor

Potencia normalizada en motores trifásicos 50/60 Hz en categoría AC3.

Categoría AC3: se refiere a la categoría del contactor en este caso en dependencia de la utilización y sus aplicaciones estas pueden seleccionarse mediante una categoría en este caso la AC3 en donde corresponden Motores asíncronos para aparatos de aire acondicionado, compresores, ventiladores.

Características:

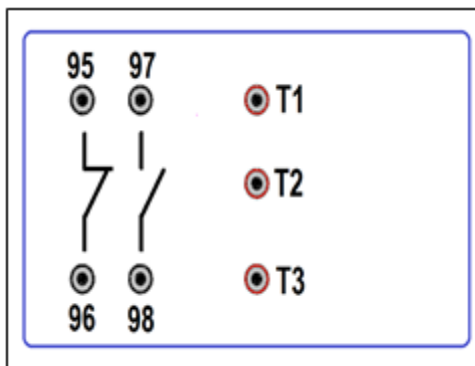
Voltaje máximo nominal 10 A.

Voltaje nominal 230V.

Potencia nominal 4Kw.

Tiempo de vida estimado 1 millón de ciclos.

#### Elemento 6. Módulo de Relé térmico.



#### Utilización.

Los relés tripolares de protección térmica LRD se destinan a la protección de los circuitos y de los motores de corriente alterna contra sobrecargas, cortes de fase, arranques demasiado prolongados y calados prolongados del motor.

**Ilustración 13** Módulo de relé térmico



***Ilustración 14** relé tripolar de protección térmica LRD*

Conformidad con las normas

IEC 947-1, IEC 947-4-1

NF C 63-650, VDE 0660, BS 4941.

Grado de protección

Protección contra el contacto directo, IP 2Xç

Temperatura ambiente

- 60 + 70 °C, para almacenamiento, - 20+ 60 °C, para funcionamiento normal, sin desclasificación (IEC 947-4-1), - 40... 70 °C, valores límites de funcionamiento, (con desclasificación).

Características eléctricas del circuito de potencia.

Tensión asignada de aislamiento 690 V, según IEC 947-4, 600 V, según UL, CSA.

Tensión asignada de resistencia a los choques 6 Kv.

Límites de frecuencia de la corriente de empleo 0... 400 Hz.

Rango de ajuste de 4 a 7, según modelo.

Clase de disparo 10 A, UL 508, IEC 947-4.

Características de los contactos auxiliares.

Corriente térmica convencional 5 A.

Consumo máximo al mantenimiento Vc a: 24 220 380 600

de las bobinas de Contactores VA: 100 600 600 600

Controlados (Ciclos de maniobras

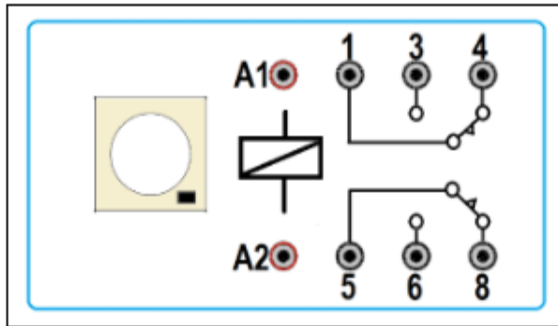
Ocasionales de contacto 95-96) Vcc: 24 48 110 220

W: 100 100 50 45

Protección Por fusible gl, BS, con calibre máx. 5 A, o por disyuntor GB2-CB.



### Elemento 7. Módulo de relé temporizado específico.



Relé temporizador tipo ST3.

Son relés multirango de temporización de 0 ms a 100s.

*Ilustración 15 Módulo de relé temporizado específico*



**Características de la temporización** Precisión de visualización (en % del valor en escala completa):  $\pm 10\%$

Fidelidad de repetición:  $\pm 0,2\%$

Influencia de la tensión (dentro del rango Influencia de la temperatura:  $< 0,07\%/^{\circ}\text{C}$

Tiempo de inmunidad al micro corte: 3 ms de tensiones, 0,85...1,1 Un):  $< 0,2\%$

*Ilustración 16 Relé temporizador*

#### Características del circuito de salida

Tensión máxima de conmutación: 250 V (CA)

Durabilidad mecánica: 3 millones de ciclos.

Corriente límite Ith (RE7·MW) 3 A.

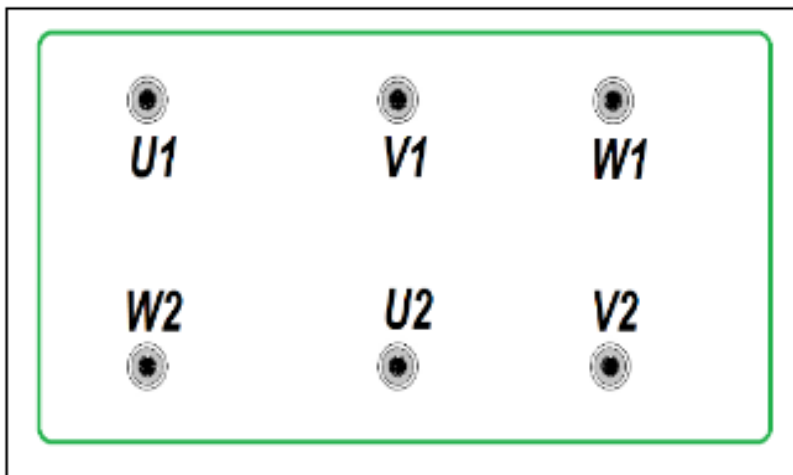
#### Aplicaciones

Principalmente se utiliza para arranques secuenciados.

Activaciones programadas.

Desactivación programada.

## Elemento 8. Módulo de salida conexión hacia el motor.



*Ilustración 17 Módulo de salida conexión hacia el motor*

### **Características:**

Terminales de salidas individuales o duales.

Es decir, pueden conectarse un motor o dos motores a la vez en arranque directos.

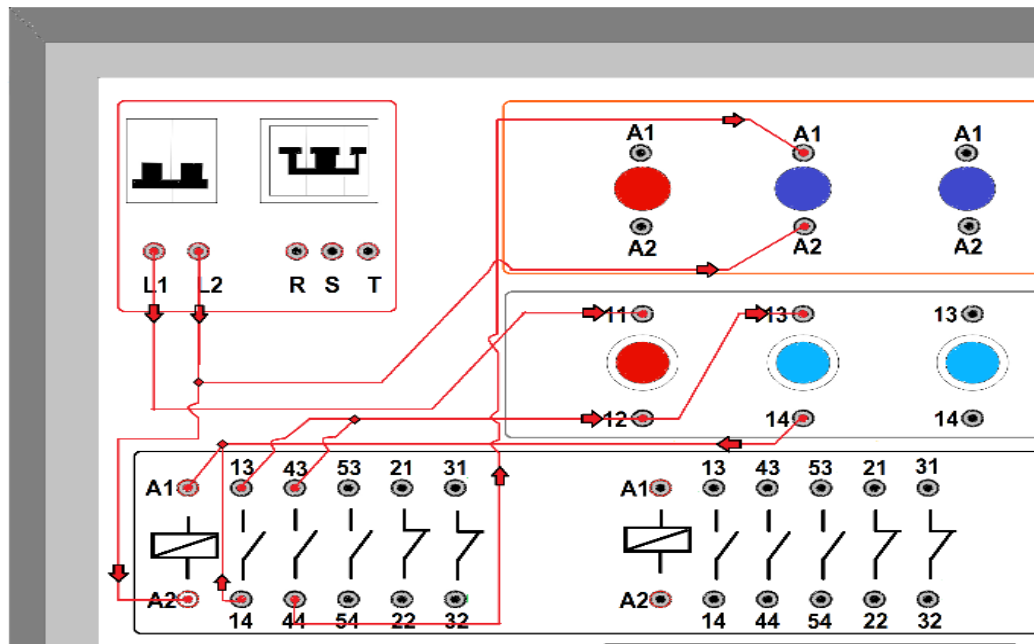
Voltaje máximo 600v

Corriente máxima 20 A.

Conexión directa interna con los relés temporizadores.

Temperatura máxima óptima de operación de 0 a 80° C.





*Ilustración 19 Montaje Físico - Práctica No.2*

#### Montaje:

1. Abrir los interruptores **Q1** y **Q2**.
2. Conectar los pulsadores **S0** y **S1** como se muestra en la figura.
3. Conecte la alimentación a la bobina del contactor **K1 A1** en las de la terminal de salida del pulsador **S1 14**, luego conecte **L2** a la terminal **A2** del contactor.
4. Conexión de la auto retención hacer un puente en el contacto auxiliar en la terminal **13** y el terminal de salida del pulsador **S1** como se muestra en la figura, luego conecte una línea de la terminal **14** de ese mismo contacto auxiliar hacia la bobina del contactor en el terminal **A1** como se ve en la figura.
5. Conexión de señalización, conecte una línea en la terminal de **L2** hacia **A2** en la luz piloto **H2**. Luego observe que trabajaremos con el contacto auxiliar (**NO 43, 44**) de **K1** hacer un puente que va de la terminal **43** hacia el terminal **12** del pulsador **S0**. Por ultimo conecte el terminal **A1** de la luz de señalización **H2** al terminal **44** del mismo contacto auxiliar como se muestra en la figura.

#### Puesta en marcha:

1. Cierre los interruptores automáticos **Q1** y **Q2**.
2. Accione el pulsado **S1**. En ese instante observe como se acciona el contactor y la luz de señalización **H2** enciende.
3. Para desactivar el sistema accione el pulsador **S0**.

**Preguntas:**

1) ¿Qué función realizan los interruptores automáticos Q1 Y Q2 en el circuito?

---

---

2) ¿Qué contacto auxiliar provoca el encendido de la luz de señalización H2?

---

---

3) ¿Qué sucede al pulsar S0 cuando el circuito está en funcionamiento?

- a. Se apaga la luz de señalización H2.
- b. Se sistema sigue funcionando.
- c. Se apaga todo el sistema.
- d. La bobina del contactor K1 permanece energizada.

4) ¿Qué sucede con el contacto auxiliar K1 N0 (13, 14)? ¿Qué función realiza en el sistema?

## Práctica no.3. Previos de mando y uso de contactores: estudio del relé térmico señalización de su disparo.

### Material y Equipo:

1. Manual de prácticas.
2. Bananas de conexión.
3. Modulo entrenador.
4. Motor.

Esta práctica, dadas las especiales características del relé térmico que se ha instalado en este módulo y del que ya se ha hablado en la primera parte de este manual, se amplía la explicación de su funcionamiento y se describe un circuito de comprobación.

### Elementos accesibles

En la figura **No.20** se ve el frontal del relé térmico y sus elementos de ajuste y actuación.

(Nota importante: por su tamaño y delicadeza debe de actuarse con especial cuidado sobre los diversos elementos que se van a describir



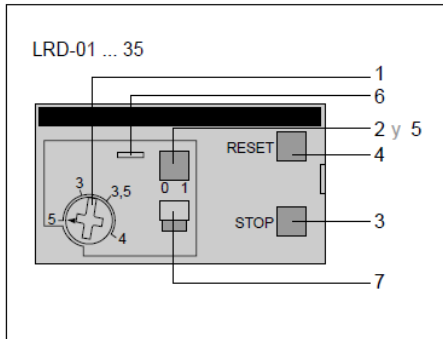
*Ilustración 20 Parte frontal del relé térmico*

- Botón de ajuste Ir.
- Pulsador Test.
- Pulsador Stop (rojo).
- Pulsador de rearme (azul).
- Visualización de la activación.
- Enclavamiento mediante precintado de la tapa.
- Selector entre rearme manual y automático.

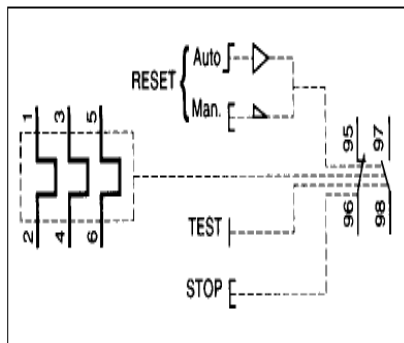
## Funcionamiento normal y disparo

En condiciones normales, los contactos 95-96 permanecen cerrados y los contactos 97-98 permanecen abiertos.

Si hay sobrecarga y dispara el relé térmico, ambos contactos cambian, visualizándose en el visor



*Ilustración 21 Relé LRD – 01 a 35*



*Ilustración 22 Esquema Función Reset, Paro y test*

### Función prueba o «test»

La función «test» se realiza actuando, con un pequeño destornillador, el micro interruptor [2]. El accionamiento del pulsador «TEST» simula un disparo del relé (por eso es de difícil acceso), por lo que: cambian los 2 contactos NC y NA, provocando el paro del automatismo al abrir 95-96 y la alarma al cerrar 97-98, se actúa también sobre la señal de disparo [5]. Evidentemente, como que el relé no se ha «calentado», porque no ha habido sobrecarga, al soltar «test» inmediatamente cambian NC (95-96) y NA (96-97), y la señal de disparo [7].

### Ajuste y precintado

Todas estas funciones están protegidas por la tapa transparente, que puede precintarse en [6].

### Rearme manual/automático

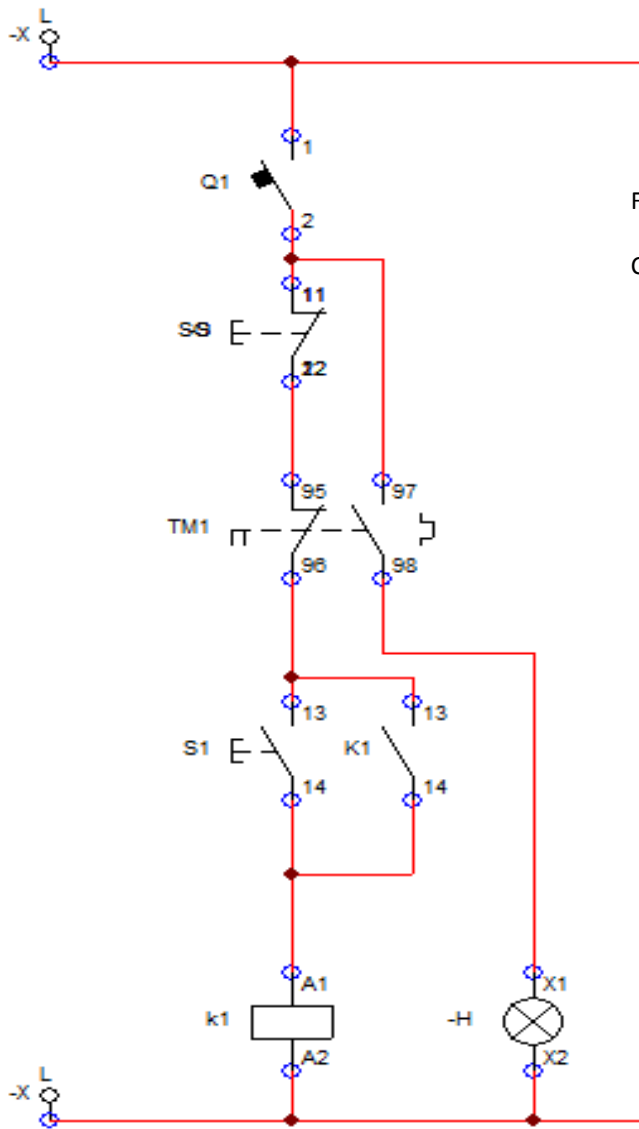
Si se tiene seleccionado «rearme manual» [7], una vez se ha enfriado el relé, hay que pulsar «Reset» [4]. Si se tiene seleccionado el «rearme automático» [7], una vez se ha enfriado el relé, conmuta sólo los contactos a la situación normal (cierra 95-96 y abre 97-98). En ambos casos, al rearmar, cambia el visualizador [5]. La elección del rearme (manual/automático) es muy importante para la seguridad de personas y para la continuidad del servicio

### Selector entre rearme manual y automático

Los relés LRD-01 a 35 se suministran con selector en posición manual, protegido por una tapa. El paso a la posición automático se realiza mediante acción voluntaria, actuando sobre un pequeño precinto. Para cambiar el «Reset» desplazar la pieza que hay tras el precinto.

### Paro o «stop»

La función parada o «stop» se obtiene presionando el pulsador rojo «STOP» [3]. Como puede verse en el esquema adjunto, este pulsador abre el contacto NC (96-97) y por tanto cae el contactor asociado, pero no cambian los contactos NA de alarma.



### Funcionamiento del circuito

Funcionamiento normal

Cerrar Q1 pulsar S1 y se energizara K1 pulsar S0 y el contactor cae

### Comprobación del micro interruptor «test»

Tal como tenemos el circuito (K1 conectado), mediante un pequeño destornillador, actuar y no soltar, en «test» del relé térmico, lo que simula la actuación del relé.

K1 cae; luz H2: «disparo térmico».

Al soltar «test», se apaga L2, pero no entra el contactor, por haber abierto el contacto de retención K1 (13-14).

### Comprobación de la función para «stop»

Abrir y cerrar I2 para restablecer las condiciones iniciales. Pulsar M1. Entra KM1. Pulsar, en el relé térmico «stop»: cae KM1; no se enciende L2. Soltar «stop» en el térmico: no entra ningún elemento del circuito, por haber abierto el contacto de retención K1 (13-14).

*Ilustración 23 Diagrama de Montaje de Mando Práctica No.3*

### Ajuste de In

Actuar lenta y suavemente sobre [1] ajustando al mínimo la I de disparo del relé térmico



### Comprobación del disparo del relé térmico y del rearme automático

Abrir Q1 e Q2

Carga de prueba.

Se requiere una carga que absorba algo más de 1 A de la red.

Se puede utilizar una carga monofásica de 300 o 400 W.

Los motores adecuados para el modulo, puesto que trabajan en vacío, no constituyen, con seguridad, una carga suficiente para provocar el disparo del relé térmico. Con todo, el motor de 0,73 kW, aun trabajando en vacío, puede absorber más un 1 amperio, por el bajo  $\cos \varphi$

Disponer una de estas cargas, según los esquemas de la figura.

Colocar el rearme en automático.

Cerrar Q1, Q2. Pulsar S1. Medir la intensidad. Esperar.

Pasados unos segundos, según la intensidad, el relé térmico dispara. Cae K 1; luz H2

Pasados unos segundos, el relé térmico se enfría y, puesto que el «rearme» está en automático, conmuta solo, lo que provoca el apagado de H2. Pulsando S1, se reinicia la maniobra.

#### **NOTA IMPORTANTE.**

Hay que tener un especial cuidado con la realización de esta práctica. Para la realización de la misma se pide la presencia de un instructor calificado que entienda el funcionamiento de este componente en particular ya que una mala manipulación podría causar riesgo de choque eléctrico quemaduras hasta la muerte, y provocar un cortocircuito y daños todo el equipo.



:

**Enumere los elementos de ajuste de un relé térmico.**

1. \_\_\_\_\_
  2. \_\_\_\_\_
  3. \_\_\_\_\_
  4. \_\_\_\_\_
  5. \_\_\_\_\_
  6. \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

**¿Qué función realiza el botón de rearme manual automático?**

\_\_\_\_\_

**¿Qué funcionalidad tiene el botón de prueba o test?**

\_\_\_\_\_

**¿Qué función tiene el botón de ajuste?**

\_\_\_\_\_

**La luz piloto H que se encuentra en la 3 ¿qué función realiza?**

- a. Señalizar que el sistema está energizado.
- b. Que el sistema está desactivado.
- c. Hubo un disparo del relé térmico.
- d. Ninguna afirmación es correcta.

**Los contactos auxiliares que energizan la luz de señalización H pertenecen:**

- a. Son contactos auxiliares del contactor K1.
- b. Son contactos auxiliares que pertenecen al relé térmico MT1.

## Práctica No.4. Control de Marcha y Paro con auto alimentación

### Material y Equipo:

1. Manual de prácticas
2. Bananas de conexión.
3. Modulo entrenador.
4. Motor.

### Base teórica:

Se denomina motor de corriente alterna a aquellos motores eléctricos que funcionan con este tipo de alimentación eléctrica. Un motor es una máquina motriz, esto es, un aparato que convierte una forma determinada de energía en energía mecánica de rotación o par. Un motor eléctrico convierte la energía eléctrica en fuerzas de giro por medio de la acción mutua de los campos magnéticos.

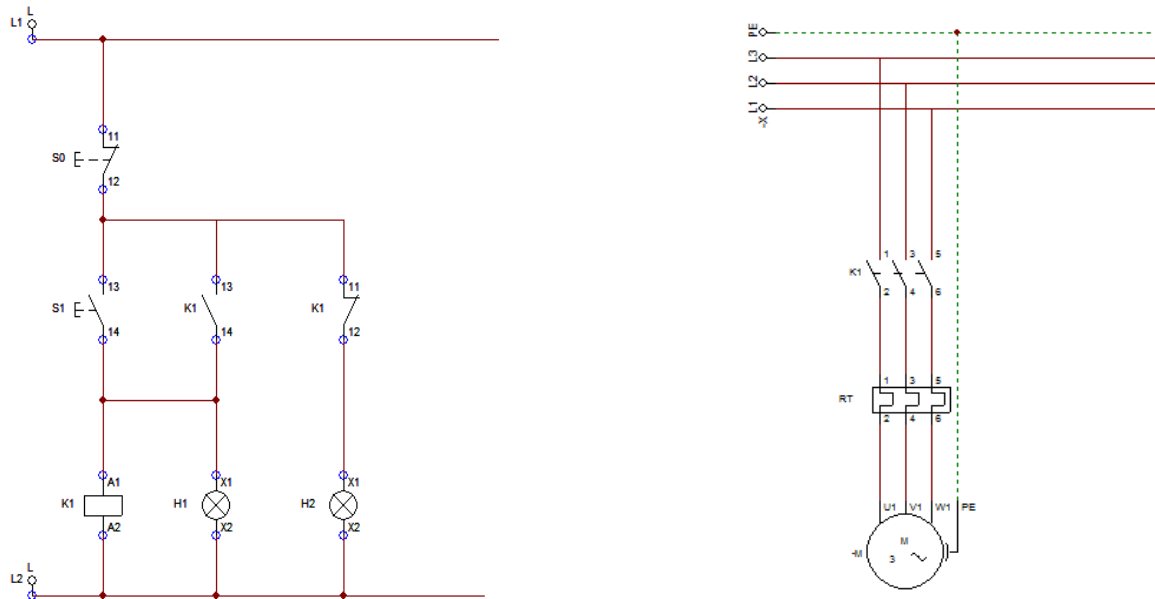
### Control de marcha y paro por auto alimentación:

Se conoce como arranque directo con auto alimentación de un motor trifásico mediante contactor se realiza con una serie de elementos y conexiones tanto en el circuito de potencia como en el circuito de maniobra existen diversas configuraciones, pero esta es la más elemental utilizada en la industria. Este tipo de conexiones general mente se reconoce por utilizar solamente un contactor tanto en la fuerza como en maniobra y un relé térmico.

### Marcha por pulsadores con auto alimentación:

Tendremos dos pulsadores, el pulsador de marcha o arranque y el de paro. En este caso necesitamos una retroalimentación, para que al pulsar el pulsador de marcha el contactor siga alimentado aun cuando soltemos el pulsador de marcha. Solo se parará cuando pulsemos el pulsador de paro.

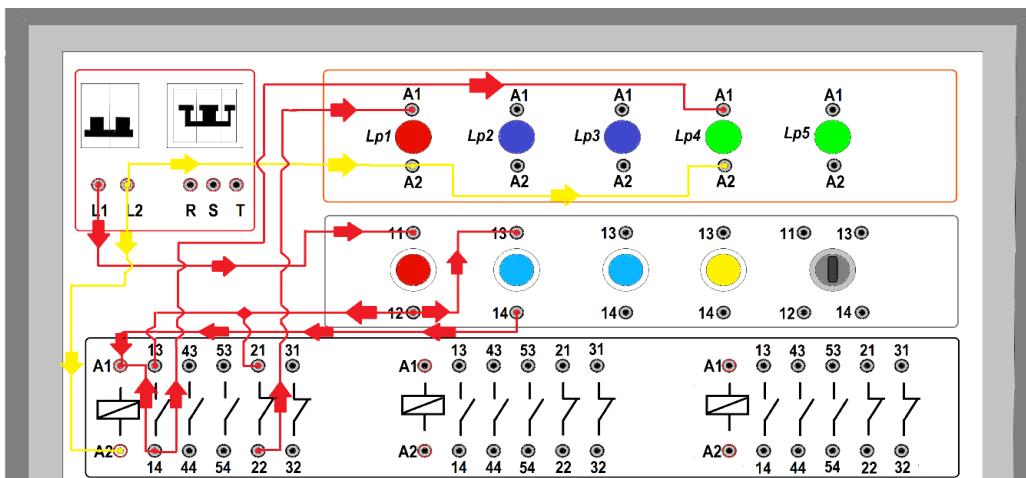
En la siguiente imagen se muestra la conexión en un diagrama multifilar coherente.



*Ilustración 25 conexión en un diagrama multifilar coherente práctica No.4*

#### Procedimiento:

Cablee el diagrama que se muestra en la siguiente figura donde se muestran como estarán los diferentes elementos. Una vez realizado el montaje observe el comportamiento del sistema una vez accione el pulsador de marcha



*Ilustración 26 Representación Física del cableado en el módulo – Fuente Autores*

Hacer un resumen descriptivo sobre el funcionamiento del sistema anteriormente realizado.

**Realice las siguientes modificaciones:**

- En todo sistema las señalizaciones son muy importante permiten rastrear de forma mas rápida alguna posible falla en la misma tomando en cuenta esto realice el siguiente cambio:
- Tomando una línea del contacto normalmente cerrado del relé térmico **(NC.95)** conéctelo en paralelo con el contacto normalmente abierto del relé térmico **(NO.97)**.
- Tomando una línea del borne del contactor normalmente abierto del relé térmico **(NO.98)** hacia la luz piloto numero 3 en el borne de **A1** tome una línea que vaya del borne de la luz piloto **A2** hacia **L2**.
- Tome una banana de conexión y haga un puente con el sistema apagado entre los bornes del relé térmico **(97-98)**. Y ponga en marcha el sistema.
- Realice el nuevo diagrama de conexión (el diagrama debe ser multifilar coherente como se muestro en la primera figura de esta práctica).
- Realice un reporte de la práctica efectuada.

Preguntas de control

¿Qué función tiene la luz piloto H2 al energizar el sistema?

---

La línea que va de la columna 1 hacia la columna 2 ¿Qué función realiza en el sistema?

---

¿Cuál de las siguientes afirmaciones según la figura es correcta?

- a. Cuando se acciona S0 se energiza la bobina del contactor K1 y se enciende la luz piloto H1.
- b. Cuando se acciona S1 se energiza la bobina del contactor K1 se auto retiene por su contacto auxiliar normalmente abierto **(NO. 13 14)** y se enciende la luz piloto H2.
- c. Cuando se acciona S1 se energiza la bobina del contactor K1 se auto retiene por su contacto auxiliar normalmente abierto **(NO. 13 14)** y se enciende la luz piloto H1.
- d. Ninguna de las afirmaciones anteriores es correcta.

La luz piloto H1 ¿Qué función realiza en el sistema?

---

El contacto auxiliar normalmente abierto K1 **(NO. 13 14)** ¿Qué propósito tiene en el diagrama? como se muestra en la figura:

---

# Práctica No.5 Inversión del sentido de giro mediante pulsadores de marcha (izquierda) marcha (derecha) y paro.

## Material y Equipo:

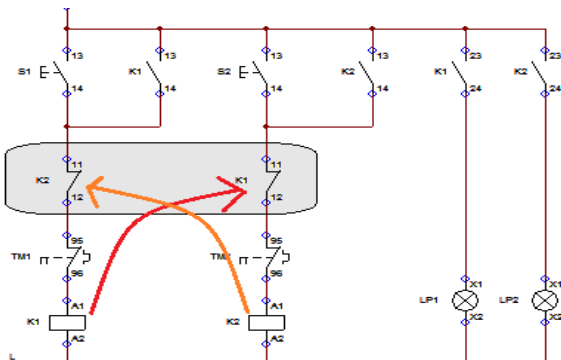
1. Manual de prácticas.
2. Bananas de conexión.
3. Modulo entrenador.
4. Motor.

## Base teórica:

Para invertir el giro del motor habrá que invertir el giro del campo magnético creado por el estator; de esta forma el rotor tenderá a seguirlo y girará en sentido contrario. Para conseguirlo, basta con invertir un par de fases cualesquiera de la línea trifásica de alimentación al motor, lo que en la práctica se realiza con dos Contactores de conexión a red.

## Advertencia de seguridad:

Los Contactores no pueden cerrarse simultáneamente por que se producirá un cortocircuito entre las fases intercambiadas en este caso (L2 y L3) el control del sistema debe prever esta situación de enclavado de ambos Contactores.



**Ilustración 27** La conexión en un diagrama multifilar coherente de la conexión de mando de una inversión del sentido de giro.

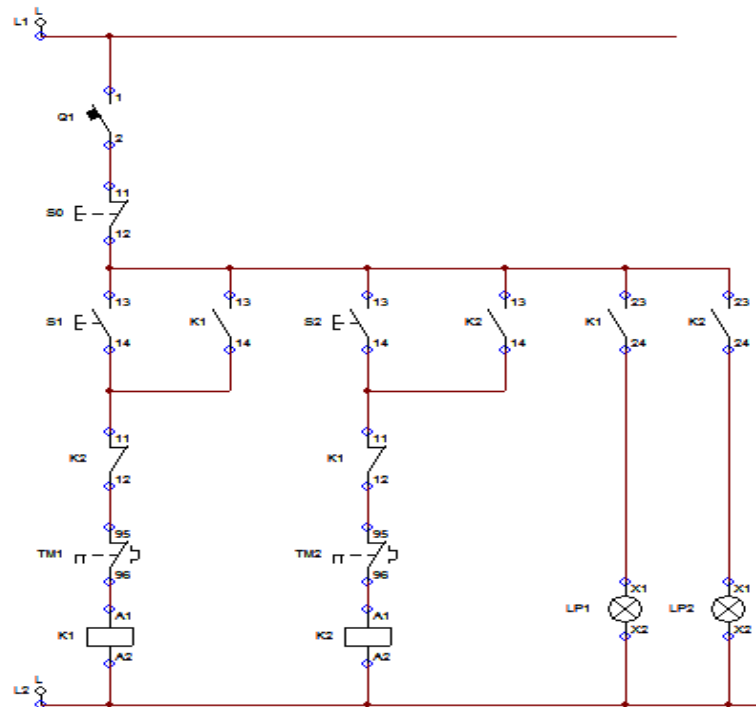
## Enclavamiento entre Contactores:

Este tipo de configuración se utiliza generalmente en sistemas de control eléctrico en el cual quiere aumentarse la seguridad para evitarse cortocircuitos el enclavamiento eléctrico se refuerza con enclavamiento mecánico el cual consiste en que un contactor al ser accionado saque de servicio a otro que esté en funcionamiento mediante uno sus contactos

auxiliares normalmente cerrado y viceversa

**Funcionamiento del circuito de mando:**

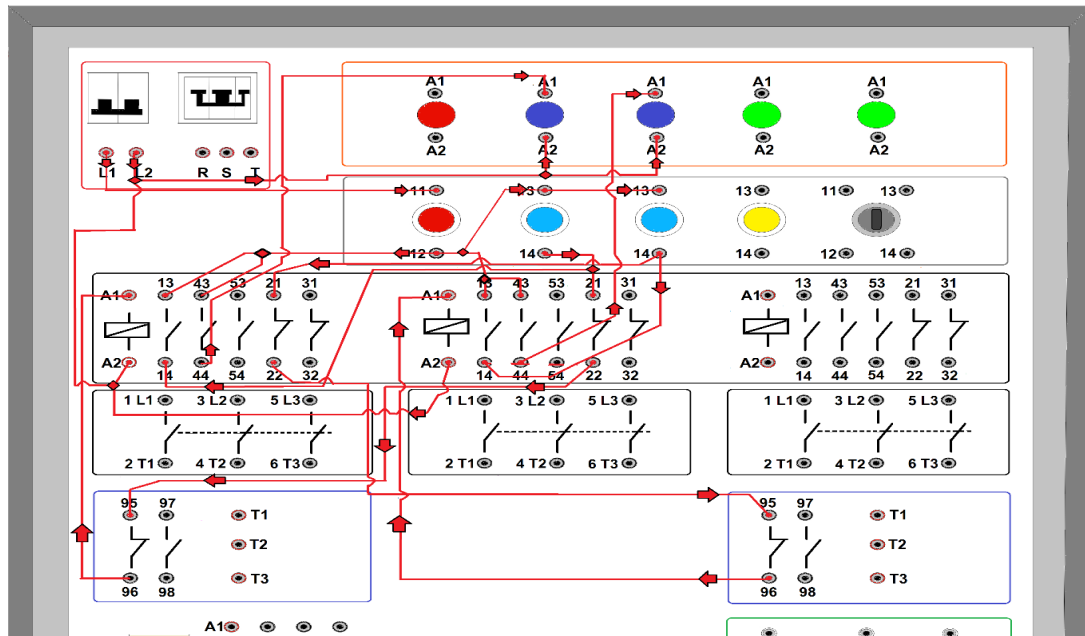
Al accionar el pulsador S1 se energiza la bobina del contactor de K1 en la columna numero 1 esto acciona sus contactos auxiliares en las columnas 2 ,3 y 5 (observe que cuando esto sucede no puede energizarse la bobina del contactor K2 a menos que se apague el sistema y se accione seguidamente el pulsador S2 ubicado en la columna 3) y energiza la luz piloto ubicada en la columna número 5. Tanto las bobinas de K1 y K2 tiene están enclavadas por contactos auxiliares de protección.



*Ilustración 28 Diagrama del funcionamiento del circuito de mando*

Cablee el sistema como se muestra en la siguiente figura y realice cada una de las actividades seguidamente que se le piden.





**Ilustración 29** Representación Física del cableado Inversión del sentido de giro mediante pulsadores de marcha (izquierda) marcha (derecha) y paro.

- 1) Realice las modificaciones necesarias de manera que al energizar el sistema una luz piloto roja indique que el sistema esta energizado sin haberlo puesto en marcha.
- 2) Realice el siguiente desafío, con el diagrama anterior realice el siguiente cambio que el sistema pueda iniciar al accionar S1 con el sentido a favor de las manecillas del reloj e invertir el giro al accionar S2 sin necesidad de accionar S0 es decir sin pasar por paro.
- 3) Cablee el sistema y de ser necesario consulte primero al docente antes de hacer las pruebas.
- 4) Realice un reporte del laboratorio con un resumen de las practicas realizadas y plasme el diagrama multifilar coherente con la actividad anteriormente realizada.

# Práctica No.6. Arranque estrella triángulo accionamiento mediante pulsadores marcha

## Material y Equipo:

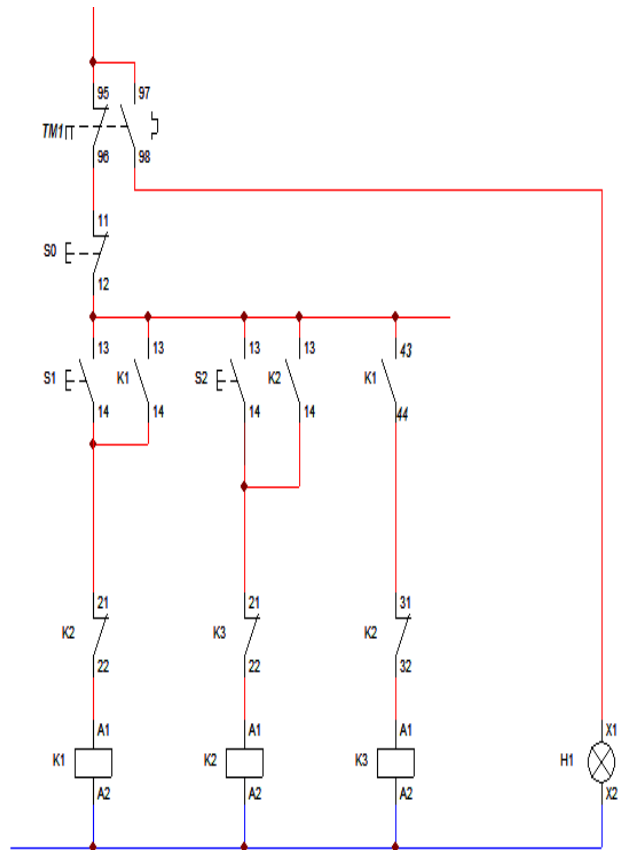
1. Manual de prácticas.
2. Bananas de conexión.
3. Modulo entrenador.
4. Motor

## Base teórica:

Este arranque se basa en conectar el motor en estrella sobre una red donde debe de conectare en triángulo. De esta forma durante el arranque los devanados del estator están a una tensión raíz de tres veces inferior a la nominal.

La conexión estrella y triángulo son utilizadas para tener un mejor rendimiento de un motor ya que con estos el motor podrá aumentar su velocidad y reducir la corriente en el momento del arranque. 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 carga. Otro inconveniente es el corte de tensión que se produce al pasar de estrella a triángulo.

En la Fig. 30. se muestra la conexión en un diagrama multifilar de mando de un arranque estrella triángulo.

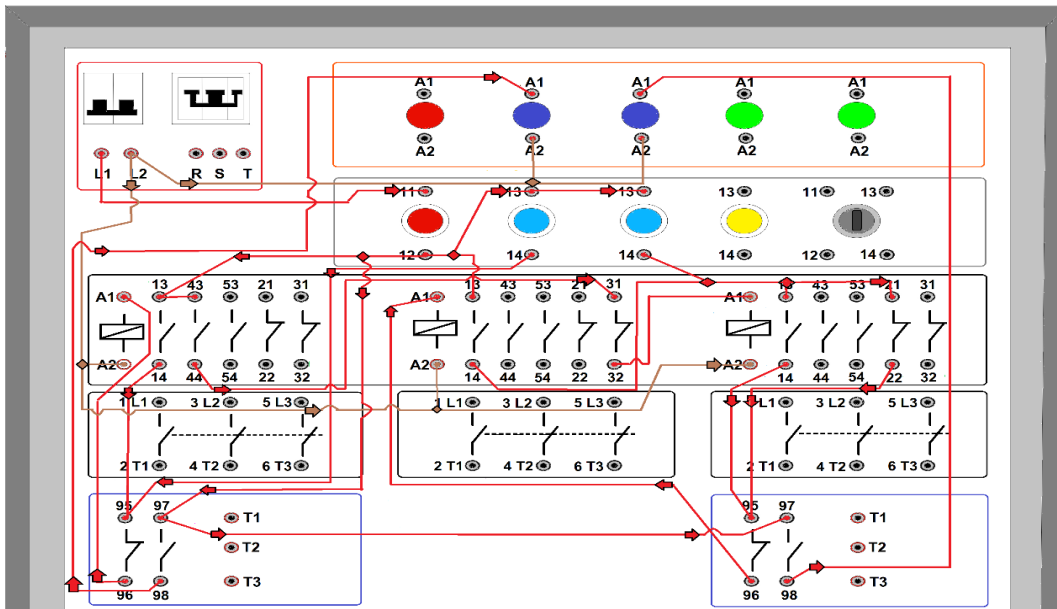


*Ilustración 30 conexión en un diagrama multifilar de mando de un arranque estrella triángulo.*

## Funcionamiento del circuito de mando:

Acerrar el pulsador S1 entra en funcionamiento el contactor K1 este se retiene por su contacto auxiliar en la columna numero 2 (**NC 13,14**), provocando al mismo tiempo que la bobina del contactor K3 entre en servicio, esta cierra la estrella en sus contactos de fuerza, al accionar el pulsador S2 note como se corta la alimentación del contacto K1 Y K3 mediante una maniobra de sus contactos auxiliares en las columnas 1 y 3 en el arranque pasa a delta o triángulo. Este circuito estrella triángulo ha sido reducido a una forma muy sencilla para realizar la práctica.

## Montaje del sistema

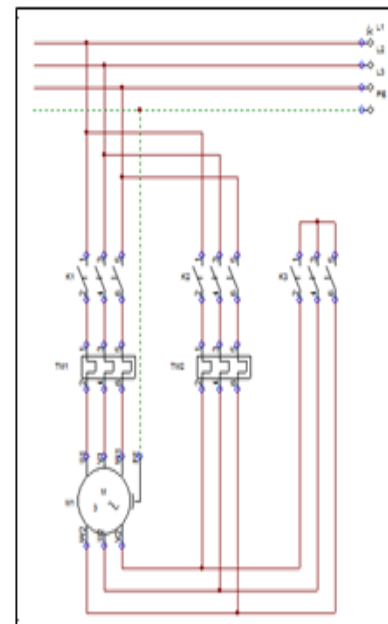


*Ilustración 31 Representación Física Montaje Práctica No.6*

En la figura No.54 se muestra la conexión del sistema para un arranque estrella triángulo para la realización de este se tiene que tener cuidado de no dejar ningún componente involucrado desconectado esto podría estropear el funcionamiento del sistema y podría hacer imposible la realización de la esta práctica. Para el éxito de esta práctica analice la figura anterior a auxiliarse del diagrama de mando, si tiene dudas sobre el montaje de la misma no dude en consultarle a su instructor.

## Diagrama de fuerza

En la figura que se muestra al lado derecho de la hoja muestra un diagrama trifilar de fuerza este representa el diagrama de fuerza de esta práctica arrancador estrella delta como se observa en la figura K3 cierra la estrella mientras tanto K2 forma la conexión delta en el sistema esta es una conexión común de un arranque estrella delta.

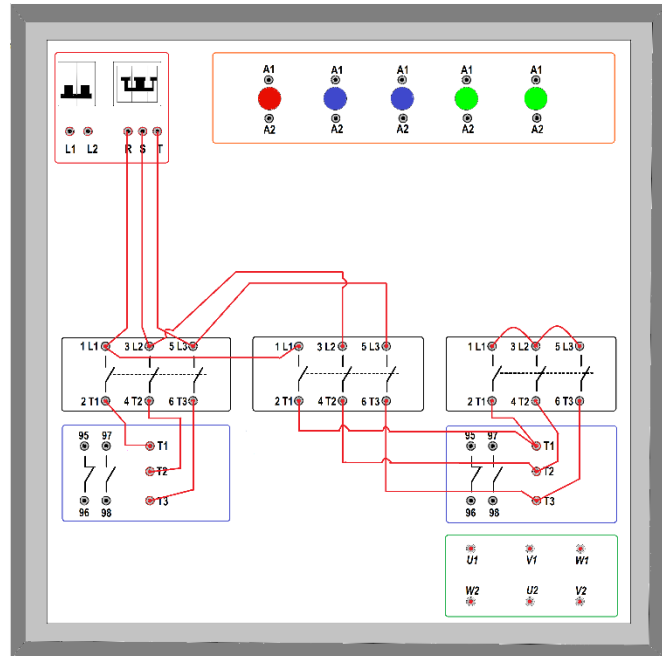


*Ilustración 32 Diagrama de Fuerza - Práctica No.6*

## Montaje diagrama de fuerza.

En la imagen que se muestra al costado se ilustra la conexión del de fuerza de un arranque estrella triángulo.

Este es la conexión correcta para la realización de la práctica.



*Ilustración 56 Representación física montaje de fuerza - Práctica No.6*

### DESARROLLO DEL CIRCUITO DE POTENCIA:

1. Abra los interruptores termo magnéticos **Q3** es decir **R, S, T**.
2. Colocar los puentes de alimentación en las fases **R, S, T** en las terminales **1L1, 3L2, 5L3** que forman parte de los contactos de fuerza de **K1**.
3. Colocar los puentes de conexión entre los contactos de fuerza en las terminales **2T1, 4T2, 6T3** del contactor **K1** y en las terminales de fuerza del relé térmico **T1, T2, T3**.
4. Colocar los puentes de alimentación en los contactos de fuerza de **K2** en las terminales **1L1, 3L2, 5L3** como se muestra en la imagen. Note hasta este punto las terminales están en paralelo. Luego conectar las terminales de salida de los contactos de fuerza del contactor **K2** es decir **2T1, 4T2, 6T3** con las terminales **T1, T2, T3** esto forma la conexión delta.

Para cerrar la conexión estrella hacer puente en las terminales **1L1, 3L2, 5L3** del contactor **K3** como se muestra en la figura. Luego conectar las salidas de fuerza **2T1, 4T2, 6T3** de este mismo en las terminales del relé térmico **TM2 -T1, T2, T3**. Esta conexión cierra la estrella.

### Nota:

Note que no hay ninguna conexión entre las terminales del relé térmico y las terminales **U1, V1, W1, Y W2, U2, V2** la figura mostrada anteriormente esta conexión entre **TM1, TM2** Y las terminales hacia el motor están realizadas internamente en el módulo.

## Preguntas

1) Identifique el contacto auxiliar con la numeración del contactor, numeración de entradas y salidas (si posee) y número de la columna en que se encuentra según la función que realiza.

Ejemplo (K3-21, 22 columna 3).

2) Identifique el contactor auxiliar que impide que entre en funcionamiento el contactor que cierra la conexión delta cuando el contactor que conecta la estrella esta en servicio.

---

---

3) Identifique el contacto auxiliar que retiene o autoalimenta la bobina del contactor que cierra la conexión delta.

---

---

4) Identifique el contacto auxiliar que permite energizar la bobina del contactor que energiza la conexión delta cuando se acciona el interruptor S2. Cuando está en funcionamiento la conexión en estrella.

---

---

5) Identifique el contacto auxiliar que impide energizar la bobina del contactor que cierra la conexión estrella una vez que la conexión delta está en funcionamiento.

---

6) Identifique el contacto auxiliar que permite retener o autoalimentar la bobina del contactor que permite el arranque en la conexión tanto en estrella como la conexión delta.