



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**CARRERA:
INGENIERÍA ELÉCTRICA**

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO ELÉCTRICO

**TEMA:
“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO PARA
PRUEBAS DE MOTORES MONOFÁSICOS”**

**AUTORES:
ERICK ALEXANDER CORNEJO PONCE
JORGE OSWALDO TINAJERO GUERRA**

**DIRECTOR DE TESIS:
ING. DANIEL CONTRERAS RAMÍREZ**

MAYO 2015

GUAYAQUIL – ECUADOR

CERTIFICACIÓN

Yo Ing. DANIEL CONTRERAS RAMÍREZ MSIG, declaro que el presente proyecto de tesis, previo a la obtención del título de ingeniero eléctrico, fue elaborado por los señores: ERICK ALEXANDER CORNEJO PONCE y JORGE OSWALDO TINAJERO GUERRA, bajo mi dirección y supervisión.

Ing. Daniel Contreras Ramírez. MSIG.

Docente: Ing. Eléctrica

UPS – SEDE GUAYAQUIL

RESPONSABILIDAD DE LOS HECHOS

La responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas expuestas en esta tesis corresponden exclusivamente a los Autores y la propiedad intelectual pertenece a la Universidad Politécnica Salesiana.

ERICK ALEXANDER CORNEJO PONCE

C.I. 0923419758

JORGE OSWALDO TINAJERO GUERRA

C.I. 0930158001

AGRADECIMIENTOS

Al finalizar la presente tesis de grado queremos dejar expresado nuestros más sinceros agradecimientos:

- A papá DIOS, por habernos brindado la oportunidad de estudiar y dándonos cada día fortaleza, sabiduría y perseverancia para poder terminar nuestra tesis de grado.
- A los docentes de la Universidad Politécnica Salesiana de la sede Guayaquil por habernos transmitido sus conocimientos y experiencias durante nuestra carrera universitaria.
- Al Ing. Daniel Contreras, tutor de nuestra tesis, por habernos guiado de manera oportuna para el inicio y conclusión de la presente tesis.
- A nuestros familiares y amigos que de forma directa o indirectamente nos brindaron todo su apoyo para alcanzar los objetivos planteados.
- A nuestros compañeros y autoridades del diario el Telégrafo EP por las factibilidad que se nos brindó en la etapa constructiva de nuestro proyecto.

ERICK CORNEJO

JORGE TINAJERO

DEDICATORIAS

Dedico este proyecto de tesis a mi esposa Lucía Rojas Ulloa pilar importante para finalizar mis estudios universitarios. A mis hijos; Daniel y Sofía Cornejo Rojas por ser mi inspiración para seguir adelante, gracias por la comprensión que demandaron las largas jornadas de tiempo para terminar este proyecto. A mi madre Aracelly Ponce Flores por ser un ejemplo de perseverancia, de que las cosas se las obtiene superando los obstáculos por más duros que sean. A mis hermanos y familiares por sus consejos y enseñanzas, y sobre todo a papá Dios por darme sabiduría para desarrollar los retos planteados, pues siempre tuve fe en que los sueños se cumplen.

ERICK CORNEJO

Dedico este proyecto de tesis a mis padres Oscar Luis Tinajero León y Mercedes Zoraida Guerra Castro por ser los pilares fundamentales en mi vida, apoyo importante en mis estudios, los cuales mediante valores, consejos y enseñanzas me ayudaron a cumplir mis objetivos como persona y estudiante para la culminación de mi carrera de Ingeniería Eléctrica; y a mis hermanos Blanca, Oscar, María José y Walter, que son un pilar fundamental para poder ser mejor cada día, y a toda mi familia y amigos, por siempre estar a mi lado en las buenas y en las malas; por su comprensión y paciencia, dándome ánimos de fuerza y valor para seguir a delante.

JORGE TINAJERO

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	IV
DEDICATORIAS	V
ÍNDICE GENERAL.....	VI
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	XV
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT	XVII
INTRODUCCIÓN	XVIII

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 1

1.1. Problema.....	1
1.2. Justificación.....	1
1.3. Objetivos.....	2
1.3.1. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	2

CAPÍTULO II FUNDAMENTOS TEÓRICOS..... 3

2.1. Introducción a los motores monofásicos.....	3
2.2. Clasificación general.....	4
2.2.1. Clasificación motor monofásico de inducción.....	4
2.2.2. Clasificación motor monofásico con conmutador.....	5
2.2.3. Clasificación motor monofásico síncrono.....	5
2.3. Construcción de los motores monofásicos.....	6
2.3.1. Construcción de los motores monofásicos de inducción.....	6
2.3.2. Construcción de los motores monofásicos con conmutador.....	9
2.3.3. Construcción de los motores síncronos.....	10
2.4. Teoría relacionada sobre los motores que conforman el banco de pruebas.....	11
2.4.1. Motor de arranque por devanado auxiliar.....	12
2.4.2. Motor de arranque por capacitor.....	13
2.4.3. Motor de arranque por capacitor permanente.....	15
2.4.4. Motor de inducción de polos sombreados.....	16
2.4.5. Motor universal.....	19
2.4.6. Motor ventilador de tumbado.....	21
2.4.7. Motor paso a paso unipolar.....	24
2.5. Dispositivos electromecánicos del banco.....	26
2.5.1. Variador de voltaje.....	26
2.5.2. Disyuntor.....	27
2.5.3. Seccionador bajo carga.....	28
2.5.4. Selector.....	28
2.5.5. Contactor.....	29

2.5.6.	Relé térmico.....	30
2.5.7.	Luz piloto.....	30
2.5.8.	Amperímetro analógico.....	31
2.5.9.	Medidor de energía.....	32
2.5.10.	Capacitor.....	33

CAPÍTULO III DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO. 34

3.1.	Diseño eléctrico del banco de pruebas.....	35
3.1.1.	Fuente regulable.....	36
3.1.2.	Tarjeta de control motor de pasos.....	43
3.1.3.	Cálculo para capacitor de arranque de un motor monofásico.....	56
3.1.4.	Cálculo para capacitor permanente de un motor monofásico.....	57
3.1.5.	Diseño de protecciones para banco de pruebas.....	59
3.2.	Construcción de la estructura metálica.....	64
3.3.	Secuencia de instalación de los equipos y elementos.....	71
3.4.	Secuencia de conexión eléctrica de los equipos y elementos.....	72
3.5.	Inventarios de equipos y accesorios.....	74
3.6.	Presupuesto.....	76

CAPÍTULO IV MANUAL DE PRÁCTICAS 78

4.1.	Guía de prácticas para pruebas del banco.....	78
4.2.	Práctica no. 1: mantenimiento y seguridad del banco.....	79
4.2.1.	Datos informativos.....	79
4.2.2.	Datos de la práctica.....	79
4.2.3.	Normas de seguridad de los elementos.....	81
4.2.4.	Normas de seguridad con los elementos eléctricos.....	92
4.2.5.	Normas de seguridad dentro del laboratorio.....	93
4.3.	Práctica no. 2: comprobación de funcionamiento de elementos.....	94
4.3.1.	Datos informativos.....	94
4.3.2.	Datos de la práctica.....	94
4.4.	Práctica no. 3: prueba en vacío motor monofásico de arranque por devanado auxiliar. ..	123
4.4.1.	Datos informativos.....	123
4.4.2.	Datos de la práctica.....	123
4.5.	Práctica no. 4: prueba en vacío a menor tensión de motor monofásico de arranque por capacitor.....	130
4.5.1.	Datos informativos.....	130
4.5.2.	Datos de la práctica.....	130
4.6.	Práctica no. 5: prueba en vacío a mayor tensión de motor monofásico de arranque por capacitor.....	139
4.6.1.	Datos informativos.....	139
4.6.2.	Datos de la práctica.....	139
4.7.	Práctica no. 6: prueba en vacío motor monofásico de arranque por capacitor permanente.....	148
4.7.1.	Datos informativos.....	148

4.7.2.	Datos de la práctica.	148
4.8.	Práctica no. 7: prueba en vacío y rotor bloqueado de motor de inducción de polo sombreados.	159
4.8.1.	Datos informativos.	159
4.8.2.	Datos de la práctica.	159
4.9.	Práctica no. 8: prueba en vacío motor universal de corriente alterna.	167
4.9.1.	Datos informativos.	167
4.9.2.	Datos de la práctica.	167
4.10.	Práctica no. 9: prueba en vacío de motor ventilador de tumbado.	176
4.10.1.	Datos informativos.	176
4.10.2.	Datos de la práctica.	176
4.11.	Práctica no. 10: prueba en vacío motor paso a paso unipolar.	187
4.11.1.	Datos informativos.	187
4.11.2.	Datos de la práctica.	187
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.		193
5.1.	Conclusiones.	193
5.2.	Recomendaciones.	194
ANEXOS		195
BIBLIOGRAFÍA.....		214

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1: Clasificación General de los Motores Monofásicos.....	4
Figura 2: Clasificación de los Motores Monofásicos de Inducción.....	4
Figura 3: Clasificación de los Motores Monofásicos con Conmutador.....	5
Figura 4: Clasificación de los Motores Monofásicos Sincrónicos.....	6
Figura 5: Vista de Corte de un Motor Monofásico de Arranque por Capacitor.....	6
Figura 6: Estator Laminado y Rotor Jaula de Ardilla de un Motor Monofásico de 1/4Hp.....	7
Figura 7: Interruptor centrífugo.....	8
Figura 8: Partes de un motor monofásico con conmutador.....	9
Figura 9: Representación esquemática de un motor serie de corriente alterna.....	9
Figura 10: Aplicación de un motor universal en un taladro eléctrico.....	10
Figura 11: Representación esquemática de un motor síncrono.....	11
Figura 12: Representación esquemática de un motor de arranque por devanado auxiliar.....	12
Figura 13: Curva característica de torsión vs velocidad.....	13
Figura 14: Representación esquemática de un motor de arranque por capacitor.....	14
Figura 15: Curva característica de torsión vs velocidad.....	14
Figura 16: Representación esquemática de un motor de arranque por capacitor permanente.....	15
Figura 17: Curva momento de torsión vs velocidad.....	16
Figura 18: Curva momento de torsión vs velocidad.....	17
Figura 19: Partes constitutivas de un motor de polos sombreados.....	17
Figura 20: Motor de polos sombreados del banco de pruebas.....	18
Figura 21: Polo del estator del motor de polo sombreado.....	18
Figura 22: Sentido de flujo del motor de polo sombreado.....	18
Figura 23: Partes de un motor universal.....	20
Figura 24: Partes que conforman un motor universal.....	20
Figura 25: Curva momento de torsión vs velocidad bajo carga.....	21
Figura 26: Rotor motor ventilador de tumbado.....	22
Figura 27: Bobinado principal y auxiliar de motor de tumbado.....	22
Figura 28: Diagrama eléctrico.....	23
Figura 29: Sentido de giro de un motor de pasos bifásico de imanes permanentes..	25
Figura 30: Curva momento de torsión vs velocidad.....	25
Figura 31: Motor de pasos unipolar.....	26
Figura 32: Variador de voltaje monofásico.....	27
Figura 33: Disyuntor.....	27
Figura 34: Interruptor de Fuerza.....	28
Figura 35: Selector de Mando 2P.4.....	28
Figura 36: Contactor.....	29
Figura 37: Relé Térmico.6.....	30
Figura 38: Luz Piloto.....	31
Figura 39: Amperímetro analógico AC.....	31

Figura 40: Amperímetro DC.....	32
Figura 41: Medidor de Energía.....	33
Figura 42: Capacitor de arranque.....	33
Figura 43: Diseño en Autocad del Banco de pruebas para motores monofásicos.	35
Figura 44: Esquemático fuente regulable.....	37
Figura 45: Visualización 3D elementos fuente regulable con voltímetro digital dc..	38
Figura 46: Circuito impreso fuente regulable.	39
Figura 47: Circuito esquemático voltímetro digital dc.	40
Figura 48: Datos del software de programación.	41
Figura 49: Programación voltímetro digital.....	42
Figura 50: Circuito esquemático tarjeta control motor de pasos.....	44
Figura 51: Visualización 3D elementos tarjeta control motor de pasos.....	45
Figura 52: Circuito impreso fuente regulable.	46
Figura 53: Programación tarjeta de control hoja 1.....	47
Figura 54: Programación tarjeta de control hoja 2.....	48
Figura 55: Programación tarjeta de control hoja 3.....	49
Figura 56: Programación tarjeta de control hoja 4.....	50
Figura 57: Programación tarjeta de control hoja 5.....	51
Figura 58: Programación tarjeta de control hoja 6.....	52
Figura 59: Programación tarjeta de control hoja 7.....	53
Figura 60: Programación tarjeta de control hoja 8.....	54
Figura 61: Programación tarjeta de control hoja 9.....	55
Figura 62: Plano mesa de trabajo.	65
Figura 63: Construcción base metálica para elementos.	66
Figura 64: Construcción mesa de trabajo.....	66
Figura 65: Estructura y mesa del banco de pruebas.....	67
Figura 66: Marcación de puntos y cortes en plancha metálica.	67
Figura 67: Perforaciones y calados en plancha metálica.	68
Figura 68: Plancha metálica perforada.....	68
Figura 69: Corrección de fallas en el banco.....	69
Figura 70: Mesa de trabajo, tablero de plywood y cuerina negra.	69
Figura 71: Estructura y mesa fondeada.....	70
Figura 72: Impresión en Vinil.....	70
Figura 73: Colocación de Vinil.....	71
Figura 74: Montaje de Elementos, Borneras y Acrílicos.	71
Figura 75: Montaje de Motores.....	72
Figura 76: Montaje de Canaletas.....	72
Figura 77: Conexión elementos de control.	73
Figura 78: Conexión tarjeta electrónica control de pasos.	73
Figura 79: Conexión distribuidor de carga, control y fuerza.	74
Figura 80: Conexión motores.....	74
Figura 81: Banco de pruebas para motores monofásicos.....	81
Figura 82: Alimentación eléctrica.....	81
Figura 83: Distribuidor de cargas para Control y Fuerza.....	82

Figura 84:	Disyuntor.	83
Figura 85:	Variador de tensión Monofásico.....	83
Figura 86:	Variador de tensión vista posterior.....	84
Figura 87:	Analizador de red.....	85
Figura 88:	Cableado analizador de red.....	85
Figura 89:	Interruptor de Fuerza.	86
Figura 90:	Interruptor de fuerza vista posterior.	86
Figura 91:	Arrancador.	87
Figura 92:	Amperímetro analógico AC.....	88
Figura 93:	Amperímetro DC.	88
Figura 94:	Distribuidor de carga vista frontal.	89
Figura 95:	Distribuidor de carga vista posterior.	89
Figura 96:	Capacitor de arranque.....	90
Figura 97:	Motor de fase partida.....	90
Figura 98:	Fuente regulable.	91
Figura 99:	Diagrama de control y fuerza.	127
Figura 100:	Diagrama de conexiones.....	128
Figura 101:	Diagrama fuerza.	134
Figura 102:	Diagrama de conexiones motor de arranque por capacitor a menor tensión.....	135
Figura 103:	Diagrama de conexiones motor de arranque por capacitor a menor tensión disminuyendo el valor del capacitor.....	136
Figura 104:	Diagrama de control y fuerza.	143
Figura 105:	Diagrama de conexiones motor de arranque por capacitor a mayor tensión y capacitor de placa.....	144
Figura 106:	Diagrama de conexiones motor de arranque por capacitor a mayor tensión e incrementando el valor del capacitor.....	145
Figura 107:	Diagrama de control y fuerza.	152
Figura 108:	Diagrama de conexiones motor de arranque por capacitor permanente de placa.....	153
Figura 109:	Diagrama de conexiones motor de arranque por capacitor permanente disminuyendo el valor del capacitor.	154
Figura 110:	Diagrama de conexiones motor de arranque por capacitor permanente aumentando el valor del capacitor.	155
Figura 111:	Diagrama de fuerza.....	163
Figura 112:	Diagrama de conexiones motor de inducción de polos sombreados. ..	164
Figura 113:	Diagrama de conexiones.....	171
Figura 114:	Diagrama de conexiones para invertir el giro.....	172
Figura 115:	Diagrama de conexiones.....	180
Figura 116:	Diagrama de conexiones.....	191
Figura 117:	Anexo - Ficha técnica de conectores banana 4mm.....	195
Figura 118:	Anexo - Ficha técnica de enchufes banana 4mm	196
Figura 119:	Anexo - Ficha técnica toma y enchufe 3P +T 32A.....	197
Figura 120:	Anexo - Ficha autotransformador variable de 3KVA 0-250V	198

Figura 121: Anexo - Ficha técnica analizador selec MFM384 - 1.....	199
Figura 122: Anexo - Ficha técnica analizador selec MFM384 - 2.....	200
Figura 123: Anexo - Ficha técnica contator - 1.....	201
Figura 124: Anexo - Ficha técnica relé térmico – 1.....	202
Figura 125: Anexo - Ficha técnica luz piloto.....	203
Figura 126: Anexo - Ficha técnica de disyuntor 16A-2P – 1.....	204
Figura 127: Anexo - Ficha técnica de disyuntor 16A-2P – 2.....	205
Figura 128: Anexo - Ficha técnica de disyuntor 6A-1P – 1.....	206
Figura 129: Anexo - Ficha técnica de disyuntor 6A-1P – 2.....	207
Figura 130: Anexo - Ficha técnica de disyuntor 2A-1P – 1.....	208
Figura 131: Anexo - Ficha técnica de disyuntor 2A-1P – 2.....	209
Figura 132: Anexo - Ficha técnica de transformador de corriente.....	210
Figura 133: Anexo - Ficha técnica de transistor TIP 31C - 1	211
Figura 134: Anexo - Ficha técnica de transistor TIP 31C - 2	212
Figura 135: Anexo - Ficha técnica de microcontrolador arduino	213

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Toma de Valores – Variador de tensión monofásico.....	97
Tabla 2: Toma de Valores – Analizador de Redes.....	98
Tabla 3: Toma de Valores - Borneras y Conectores.	100
Tabla 4: Toma de Valores – Transformador de Corriente.	101
Tabla 5: Toma de Valores –Cables de Prueba.	102
Tabla 6: Toma de Valores –Contactor.	103
Tabla 7: Toma de Valores – Relé Térmico.	104
Tabla 8: Toma de Valores – Luz Piloto.	105
Tabla 9: Toma de Valores – Estructura Mecánica.	106
Tabla 10: Toma de Valores – Clavija.	107
Tabla 11: Toma de Valores – Breaker monofásico 2P.	108
Tabla 12: Toma de Valores – Breaker monofásico 1P.	109
Tabla 13: Toma de Valores – Motor monofásico de arranque por devanado auxiliar.	110
Tabla 14: Toma de Valores – Motor monofásico de arranque por capacitor.....	112
Tabla 15: Toma de Valores – Motor monofásico de arranque por capacitor permanente.....	114
Tabla 16: Toma de Valores – Motor de inducción de polos sombreados.....	116
Tabla 17: Toma de Valores – Motor universal.	118
Tabla 18: Toma de Valores – Motor de ventilador de tumbado.	120
Tabla 19: Toma de Valores – Motor de paso a paso unipolar.	122
Tabla 20: Datos de placa motor monofásico de arranque por devanado auxiliar. ...	126
Tabla 21: Registro de pruebas práctica No. 3.	129
Tabla 22: Datos de placa motor de arranque por capacitor.....	133
Tabla 23: Registro de prueba 1 práctica No. 4.....	137
Tabla 24: Registro de prueba 2 práctica No. 4.....	138
Tabla 25: Datos de placa motor de arranque por capacitor.....	142
Tabla 26: Registro de prueba 1 práctica No. 5.....	146
Tabla 27: Registro de prueba 2 práctica No. 5.....	147
Tabla 28: Datos de placa motor monofásico de arranque por capacitor permanente.	151
Tabla 29: Registro de prueba 1 práctica No. 6.....	156
Tabla 30: Registro de prueba 2 práctica No. 6.....	157
Tabla 31: Registro de prueba 3 prácticas No. 6.	158
Tabla 32: Datos de placa motor de inducción de polos sombreados.	162
Tabla 33: Registro de prueba 1 práctica No. 7.....	165
Tabla 34: Registro de prueba 2 práctica No. 7.....	166
Tabla 35: Datos de placa motor universal de corriente alterna.	170
Tabla 36: Registro de prueba 1 práctica No. 8.....	173
Tabla 37: Registro de prueba 2 práctica No. 8.....	174
Tabla 38: Registro de prueba 3 práctica No. 8.....	175
Tabla 39: Datos de placa motor ventilador de tumbado.	179

Tabla 40: Registro de prueba 1 práctica No. 9.....	181
Tabla 41: Registro de prueba 2 práctica No. 9.....	182
Tabla 42: Registro de prueba 3 práctica No. 9.....	183
Tabla 43: Registro de prueba 4 práctica No. 9.....	184
Tabla 44: Registro de prueba 5 práctica No. 9.....	185
Tabla 45: Registro de prueba 6 práctica No. 9.....	186
Tabla 46: Datos de placa motor de pasos unipolar de corriente directa.....	190
Tabla 47: Registro de prueba práctica No. 10.....	192

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Velocidad síncrona.....	8
Ecuación 2: Voltaje del capacitor.	23
Ecuación 3: Cálculo para capacitor de arranque para motor monofásico.	56
Ecuación 4: Consideración para cálculo de potencia capacitor.	57
Ecuación 5: Potencia reactiva de capacitor.	57
Ecuación 6: Tensión de capacitor.	58
Ecuación 7: Cálculo para capacitor permanente para motor monofásico.	58
Ecuación 8: Corriente nominal del motor.	59
Ecuación 9: Capacidad de protección.	59
Ecuación 10: Corriente nominal del variador de voltaje.....	63

RESUMEN

Tema: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO PARA PRUEBAS DE MOTORES MONOFÁSICOS

Autores: Erick Alexander Cornejo Ponce, Jorge Oswaldo Tinajero Guerra.

Director de Tesis: Ing. Daniel Contreras Ramírez.

Palabras Claves: Banco, Motores Monofásicos, Dispositivos Eléctricos, Diagramas Eléctricos, Tipo de Arranques, Conexiones, Circuitos Eléctricos.

El presente proyecto de grado sirve como guía didáctica del laboratorio donde se muestran los distintos tipos de motores monofásicos más comunes para aplicaciones residenciales, comerciales e industriales.

El banco se conforma de una infraestructura metálica donde se instalan bloques de controles, protecciones y equipos de medición para analizar el funcionamiento en vacío de los motores; motor monofásico de fase partida o arranque por devanado auxiliar, motor monofásico de arranque por capacitor, motor monofásico de arranque por capacitor permanente, motor monofásico de inducción de polo sombreados, motor universal de corriente alterna aplicado a una licuadora de tres velocidades y los motores especiales; motor monofásico aplicado al ventilador de tumbado, y motor de paso a paso unipolar de corriente directa. Para explicar el principio de funcionamiento del motor de pasos se diseña fuente regulable y tarjeta de control. El diseño de las tarjetas se lo realiza con el software Proteus 8 Professional, además de Microcode Studio y Arduino para la programación de los dos tipos de microcontroladores.

El trabajo copila los cálculos de condensadores de arranque y permanente para verificar el comportamiento de los parámetros eléctricos del motor cuando se varía el valor del capacitor.

Finalmente se adiciona un manual con diez prácticas didácticas que incluyen protocolos de seguridad y mantenimiento.

ABSTRACT

Theme: DESIGN AND CONSTRUCTION OF A DIDACTIC TEST BENCH FOR SINGLE PHASE ENGINES

Authors: Erick Alexander Cornejo Ponce, Jorge Oswaldo Tinajero Guerra.

Thesis Director: Ing. Daniel Contreras Ramirez.

Keywords: Bank, Single Phase Motors, Electrical Devices, Electrical Diagrams, Type Starts, connections, electrical circuits.

This present project is used as laboratory didactic guide where the most common different types of single-phase engines for residential, commercial and industrial application are shown.

The bench is made up of a metal infrastructure where are installed the control blocks, protections and measurement equipment to analyze the empty operation of the motors; Split-phase single-phase engine, capacitor-start single-phase engine, permanent split-capacitor single-phase engine, shaded pole single-phase induction motor, universal motor of alternating current applied to blender of three speed and special motors; single-phase motor applied to a fan lying, and unipolar stepper engine of direct current. To explain the operating principle of the stepping engine is designed an adjustable power source and control board. The design is done with the Proteus 8 Professional software, Microcode Studio and Arduino for the programming of the two types of microcontrollers.

The work compiles the calculations of starting capacitors and permanent to verify the behavior of the electrical engine parameters when the value of the capacitor is varied.

Finally a manual with ten didactic practices that include safety protocols and maintenance is added.

INTRODUCCIÓN

En el presente documento se detalla todo lo relacionado al diseño, construcción, montaje y pruebas de funcionamiento que se han realizado al banco de pruebas para motores monofásicos.

En la fase del diseño electromecánico se realizaron los diagramas de conexiones que facilitaron el montaje de los equipos y accesorios.

Para el análisis de los principios de funcionamiento de los motores monofásicos, así como los dispositivos de control y protección, se revisaron textos técnicos como guía para reforzar conocimientos adquiridos sobre las máquinas eléctricas.

Una vez que se concluyó la parte física del banco, se procedió a realizar las pruebas que serán parte del Manual de Prácticas dirigido a los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, dentro del laboratorio de Máquinas Eléctricas.

Las prácticas fueron diseñadas en conjunto con el tutor guía y con los respectivos docentes de la materia de Máquinas Eléctricas, elaborando un producto final acorde al pensum académico.

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1. PROBLEMA.

El problema detectado es que en la actualidad el laboratorio de máquinas eléctricas de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, no dispone de módulos de pruebas para motores monofásicos. Esto limita las habilidades de los estudiantes para relacionar valores teóricos a través del diseño, versus; mediciones reales de parámetros eléctricos que intervienen en el principio de funcionamiento de cada máquina a estudiar. Al ser identificado este problema se plantea diseñar e implementar un banco de prueba para motores monofásicos.

1.2. JUSTIFICACIÓN.

Con la implementación de este proyecto los estudiantes podrán ampliar los conocimientos adquiridos en la materia de máquinas eléctricas, sobre las pruebas de funcionamiento que se realizan a los motores monofásicos de inducción y motores especiales. Mediante la interacción de la teoría con prácticas experimentales, este banco de pruebas nos muestra esquemáticamente los componentes de cada motor a estudiar.

Debido a la importancia que tienen los motores monofásicos usados ampliamente en el sector residencial, comercial e industrial, se plantean prácticas sobre las condiciones normales de operación que nos permiten evaluar el estado actual de la máquina.

Los motores a estudiar son seleccionados en base a las múltiples aplicaciones y accesibilidad para comprarlos en el mercado local. La aplicación de estos motores en un sistema de producción se la analiza entre otras por; bajo coste de instalación, mantenimiento, stock de repuestos.

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. OBJETIVO GENERAL.

Analizar el funcionamiento de motores monofásicos en corriente alterna y en corriente continua a fin de constatar los parámetros eléctricos de los motores propuestos.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Diseñar y construir un Banco didáctico para pruebas de motores monofásicos.
- Medir los parámetros eléctricos para los motores de fase partida: De arranque por devanado auxiliar, de arranque por capacitor y de arranque por capacitor permanente. Motor de inducción de polos sombreados. Motor universal de corriente alterna. Motores especiales: Motor de “Estator Giratorio” aplicado a ventiladores de tumbado en corriente alterna y motor de paso a paso en corriente continua.
- Dimensionar y seleccionar los dispositivos electromecánicos a implementarse en este banco.
- Elaborar un manual de prácticas para uso de los estudiantes. (Número de Prácticas 10, para todo el módulo presentado).

CAPÍTULO II FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

2.1. INTRODUCCIÓN A LOS MOTORES MONOFÁSICOS.

(Harper, 2004) Se han tomados definiciones principales para dar una introducción sobre la aplicación y clasificación de los motores monofásicos.

Existen 2 clases principales de máquinas en corriente alterna (las síncronas y las asíncronas) en sistema de potencia polifásico de estos tipos, los motores y generadores son los más utilizados en los escenarios comerciales e industriales. Sin embargo la mayoría de los hogares y pequeños negocios no disponen de una red trifásica, sino de un servicio de suministro monofásico, de ahí la importancia de contar con motores que permitan desarrollar un trabajo con una alimentación monofásica.

Los motores monofásicos de inducción se puede decir que tienen distintas aplicaciones; residencias, oficinas, comercio e industrias, de uso común en; compresores de aire, ventiladores, extractores de aire, bombas de vacío, bombas de agua, refrigeradores, lavadoras, aspiradoras, licuadoras, batidoras, máquinas herramientas, máquinas de coser, etc.

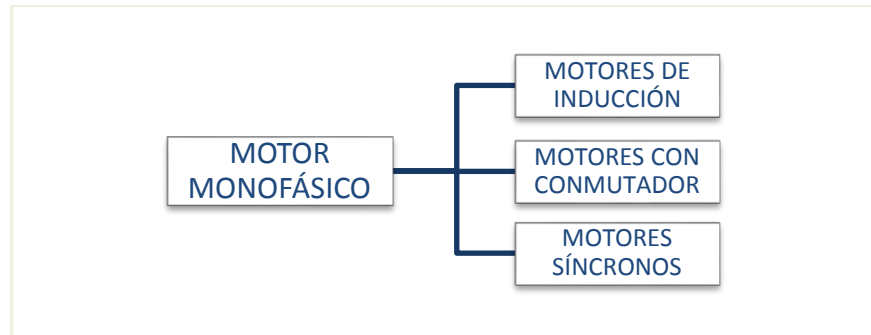
Su uso en las distintas aplicaciones que requieren de motores es tal vez más extensivo que el motor trifásico de inducción.

En nuestro proyecto estudiaremos los motores monofásicos asíncronos o de inducción. El principal problema asociado al diseño de estos motores es que el campo magnético permanece estacionario en posición y es pulsante con el tiempo, puesto que no hay campo magnético rotacional por tener una sola fase en el estator. Los motores de inducción convencionales no pueden funcionar y requieren de diseño especiales. Es por ello que se clasifican en función del método empleado para iniciar el giro del rotor (arranque).

2.2. CLASIFICACIÓN GENERAL.

En la figura 1, se aprecia la clasificación de los motores monofásicos de corriente alterna en tres clases generales:

Figura 1: Clasificación General de los Motores Monofásicos.

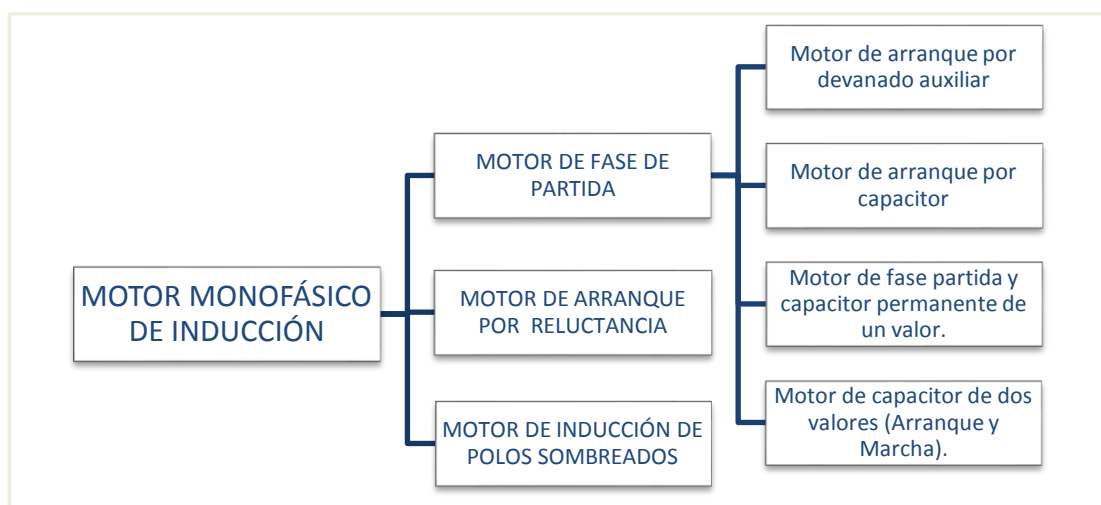


Fuente: Los Autores.

2.2.1. CLASIFICACIÓN MOTOR MONOFÁSICO DE INDUCCIÓN.

Los motores monofásicos de inducción o asíncrono, denominados inducción por no tener conexión física, entre la parte estática (estator) y la parte giratoria (rotor), pero si magnética y asíncrono porque la velocidad del rotor es menor que la velocidad del campo magnético del estator. En la figura 2 se puede apreciar la clasificación de este tipo de motor.

Figura 2: Clasificación de los Motores Monofásicos de Inducción.

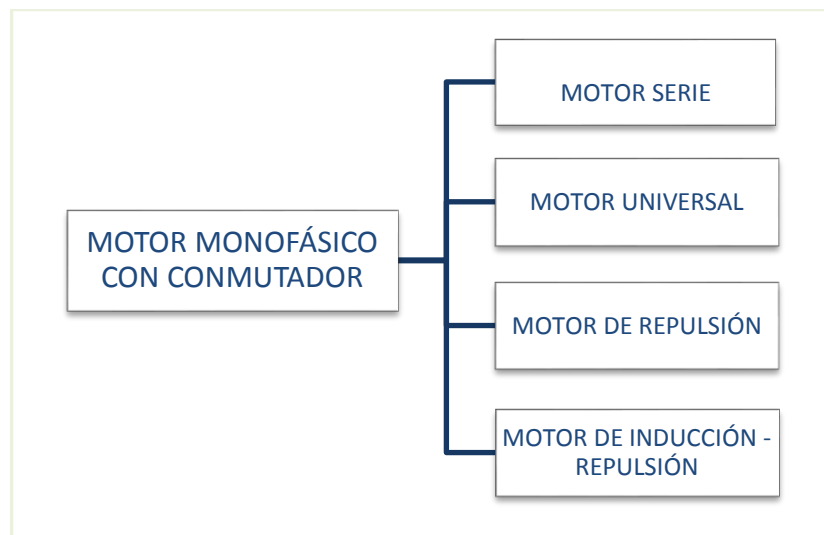


Fuente: Los Autores.

2.2.2. CLASIFICACIÓN MOTOR MONOFÁSICO CON CONMUTADOR.

Los motores monofásicos con conmutador se distinguen porque tienen el rotor bobinado equipado con un colector y escobillas. Su funcionamiento se basa en dos clases. Aquellos que funcionan según el principio de repulsión (motores de repulsión) en los que la energía se transfiere inductivamente desde el devanado de excitación estático hasta el rotor; y aquellos que funcionan según el principio del motor serie, en los que la energía es transportada por conducción, tanto al inducido rotórico como a la excitación estática monofásica conectada en serie.

Figura 3: Clasificación de los Motores Monofásicos con Conmutador.

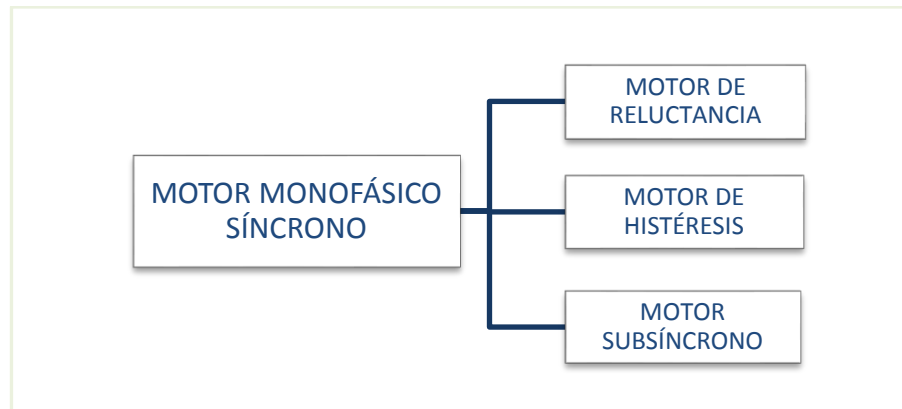


Fuente: Los Autores.

2.2.3. CLASIFICACIÓN MOTOR MONOFÁSICO SÍNCRONO.

Los motores monofásicos síncrono, se utilizan en ciertas aplicaciones especiales donde se requiera que la velocidad de giro, sea la misma que la del campo magnético. Estos motores difieren de los motores de inducción en la construcción del rotor pero utilizan los mismos diseños para el estator.

Figura 4: Clasificación de los Motores Monofásicos Sincrónicos.



Fuente: Los Autores.

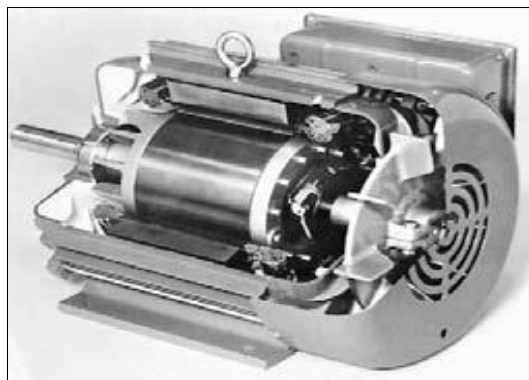
2.3. CONSTRUCCIÓN DE LOS MOTORES MONOFÁSICOS.

Los motores monofásicos, como otras máquinas eléctricas tipo rotatoria tienen aspectos constructivos similares o partes principales: la parte fija externa o estator y la parte móvil o rotor, y de ahí que presentan mínimas diferencias en el diseño de acuerdo al tipo de motor.

2.3.1. CONSTRUCCIÓN DE LOS MOTORES MONOFÁSICOS DE INDUCCIÓN.

Los motores de inducción monofásicos son similares a los motores de inducción trifásicos. Como se aprecia en la figura 5, el motor monofásico de inducción se compone básicamente de un rotor jaula de ardilla y de un estator (Wildi, 2007).

Figura 5: Vista de Corte de un Motor Monofásico de Arranque por Capacitor.



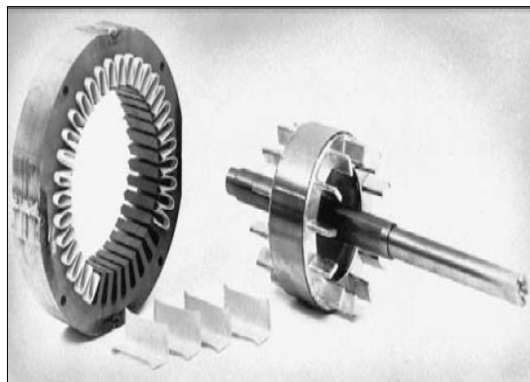
Fuente: Wildi, Theodore., Maquinas Eléctricas y Sistema de Potencia, 6ta Edición Prentice-Hall, México, 2007.

Debido a que los motores monofásicos de inducción no son capaces por si solos de generar par de arranque, se construyen con dos devanados: el marcha, trabajo o principal, y el auxiliar o de arranque. Los dos bobinados están distribuidos en ranuras espaciadas uniformemente alrededor del estator; pero las bobinas del devanado auxiliar se alojan en ranuras con orientación desplazada a 90° eléctricos con respecto del bobinado principal. Los 2 devanados tienen el mismo número de polos.

El devanado auxiliar solo opera durante el tiempo de arranque cuando el motor alcanza aproximadamente el 75% de la velocidad síncrona y es desconectado por el interruptor centrífugo. El interruptor centrífugo va instalado, según el tipo de motor monofásico que la aplicación o carga requiera.

En la figura 6, se muestra el estator de hierro laminado, en las ranuras se coloca papel aislante llamados forros de ranura.

Figura 6: Estator Laminado y Rotor Jaula de Ardilla de un Motor Monofásico de 1/4Hp.



Fuente: Wildi Theodore., Maquinas Eléctricas y Sistema de Potencia, 6ta Edición Prentice-Hall, México, 2007.

El interruptor centrífugo se encuentra en motores; de fase dividida de arranque por devanado auxiliar, arranque por capacitor, arranque por capacitor de dos valores (arranque y marcha); en la figura 7, se aprecia las partes de un interruptor centrífugo.

Figura 7: Interruptor centrífugo.



Recuperado de: http://es.made-in-china.com/co_ningbohongye/product_Centrifugal-Switch-L27-654S-1-_hugnrgnon.html

El interruptor centrífugo es un interruptor eléctrico normalmente cerrado, que actúa con la fuerza centrífuga creada en el eje de rotación. El interruptor se encarga de desconectar el bobinado auxiliar de arranque y/o capacitor de arranque cuando el motor alcanza aproximadamente el 75% de su velocidad síncrona.

La velocidad síncrona de todos los motores de inducción al igual que los motores trifásicos viene dada por la ecuación.

Ecuación 1: Velocidad síncrona.

$$N_s = \frac{120 f}{P}$$

Fuente: Wildi Theodore., Maquinas Eléctricas y Sistema de Potencia, 6ta Edición Prentice-Hall, México, 2007.

Donde:

N_s = Velocidad síncrona [rpm]

f = Frecuencia de la fuente en [Hz]

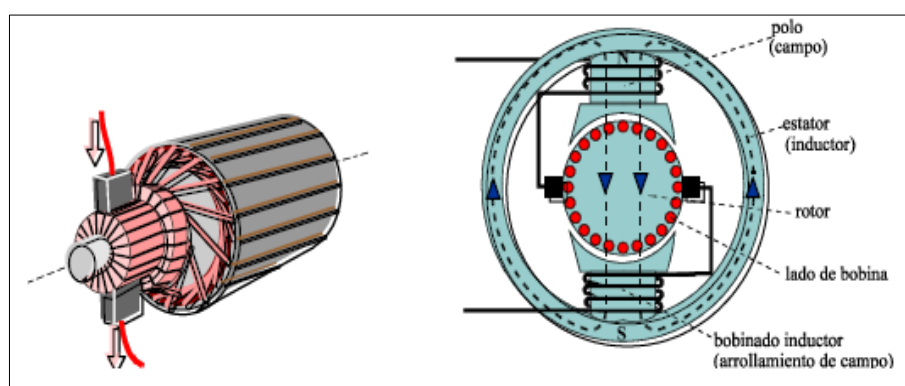
P = Números de polos

120 = Constante

2.3.2. CONSTRUCCIÓN DE LOS MOTORES MONOFÁSICOS CON CONMUTADOR.

Los motores monofásicos con conmutador o colector, se denominan así debido a que el rotor está equipado con colector y escobillas. Básicamente se componen: de un estator que contiene las bobinas de campo y de un rotor con colector. El funcionamiento de estos motores se pueden apreciar en dos clases: principio de funcionamiento motor de repulsión y principio de funcionamiento del motor serie. En la figura 8, se muestra las partes que conforman un motor con colector.

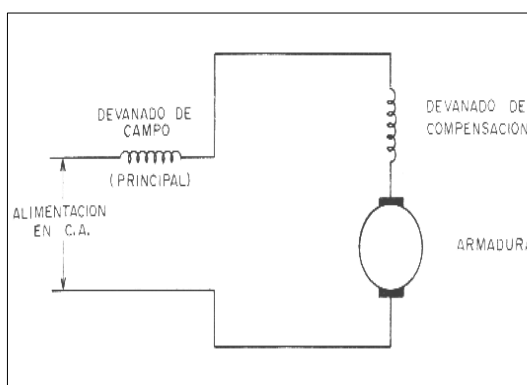
Figura 8: Partes de un motor monofásico con conmutador.



Recuperado de:

http://www.researchgate.net/publication/235752028_Motores_Monofasicos-conceptos_bsicos

Figura 9: Representación esquemática de un motor serie de corriente alterna.



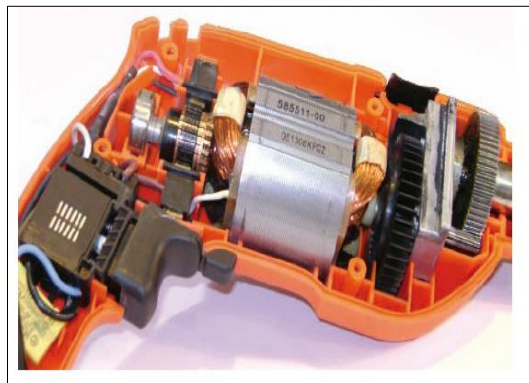
Fuente: Harper Gilberto, ABC de las Máquinas Eléctricas II, Limusa, México D.F., 2004.

En la figura 9, se observa una representación de un motor con conmutador donde el estator está formado por dos bobinas: bobina de campo (inductor) y bobina de

compensación. Las bobinas se conectan en serie con el devanado del rotor (inducido) a través de las delgas del conmutador con los carbones o escobillas.

De los motores con conmutador, el motor universal es uno de mayor aplicación puesto que estos motores, tienen mayor par de arranque y mayor velocidad que los motores de inducción de corriente alterna para un mismo tamaño. En la figura 10, se muestra una aplicación del motor universal.

Figura 10: Aplicación de un motor universal en un taladro eléctrico.



Recuperado de: <http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448173104.pdf>

El motor monofásico universal puede trabajar tanto en corriente alterna como en corriente directa y el par o momento de torsión y la velocidad, son aproximadamente los mismos en cada caso. Para reducir las pérdidas por corrientes parásitas, se construyen estos motores con todo el circuito magnético laminado (Wildi, 2007).

2.3.3. CONSTRUCCIÓN DE LOS MOTORES SÍNCRONOS.

(Fraile, 2003) Se ha tomado conceptos principales para mostrar las partes constructivas de los motores síncronos, lo siguiente:

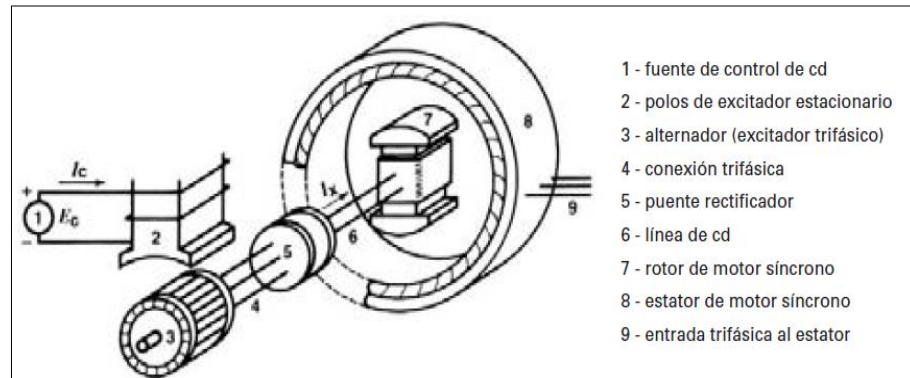
Las máquinas síncronas, son máquinas que se pueden utilizar para convertir potencia eléctrica en potencia mecánica y viceversa, es decir; los motores síncronos cumplen con el principio de reciprocidad. Estos motores se caracterizan principalmente porque trabajan a velocidad constante que depende solo de la frecuencia de la red y de otros aspectos constructivos de la máquina.

La construcción de los motores monofásicos es idéntica a la de los generadores de corriente alterna de polos salientes. Los motores síncronos están constituidos por dos devanados:

- Un devanado inductor, construido en forma de arrollamiento concentrado, conectado a una fuente de corriente continua, que da lugar a los polos de la máquina.
- Un devanado inducido distribuido formando un arrollamiento trifásico, recorrido por corriente alterna ubicado en el estator que está construido de un material ferromagnético, generalmente de chapas de acero al silicio.

El estator se compone de un núcleo magnético ranurado. La estructura del rotor puede ser en forma de polos salientes o de polos lisos. En la figura 11 se muestran las partes de un motor síncrono.

Figura 11: Representación esquemática de un motor síncrono.



Fuente: Wildi Theodore., Maquinas Eléctricas y Sistema de Potencia, 6ta Edición Prentice-Hall, México, 2007.

2.4. TEORÍA RELACIONADA SOBRE LOS MOTORES QUE CONFORMAN EL BANCO DE PRUEBAS.

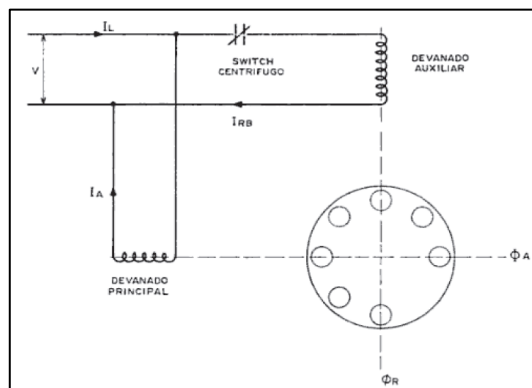
Se ha tomado conceptos principales de diferentes autores para explicar ciertas características de los motores seleccionados en el banco de pruebas para motores monofásicos.

2.4.1. MOTOR DE ARRANQUE POR DEVANADO AUXILIAR.

(Harper, 2004) Indica lo siguiente sobre el motor de arranque por devanado auxiliar.

Los motores monofásicos de inducción de fase partida con arranque por devanado auxiliar o denominado también motor de fase dividida con arranque por resistencia, se construyen con dos devanados en el estator (inductor); uno auxiliar o de arranque y el otro principal o de trabajo y que se encuentran con sus ejes desfasados 90° eléctricos entre sí. Estos motores son comúnmente utilizados en aplicaciones que requieran de potencia mecánica fraccionaria de caballo de fuerza con cargas de poca inercia y arranques poco frecuentes.

Figura 12: Representación esquemática de un motor de arranque por devanado auxiliar.

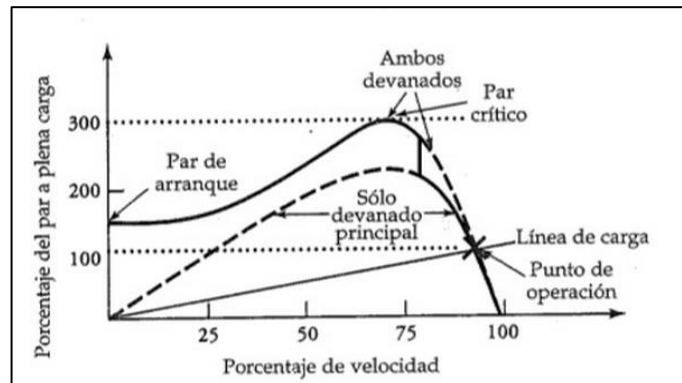


Fuente: Harper Gilberto, ABC de las Máquinas Eléctricas II, Limusa, México D.F., 2004.

El devanado auxiliar o de arranque tiene menos espiras y su calibre es por lo general fino por lo que tiene menor reactancia inductiva y mayor resistencia y en ocasiones se le conecta una resistencia externa para el arranque. Este devanado se desconecta a través del interruptor centrífugo cuando el motor alcanza aproximadamente el 75% de su velocidad síncrona. El devanado principal también denominado de marcha, contiene más vueltas de alambre (espiras) y su calibre es por lo general grueso para reducir las pérdidas por efecto Joule (RI^2), por lo que tiene menor resistencia eléctrica y mayor reactancia inductiva ante condiciones de rotor bloqueado. Este devanado conduce corriente y establece el flujo necesario a la velocidad especificada.

El par de arranque es por lo general de 150 a 200% del par a plena carga, obsérvese que en la curva característica cuando actúan los dos devanados se produce el par de arranque y cuando se desconecta el devanado auxiliar se produce una caída del par en el devanado principal. Este tipo de motores se pueden utilizar en aplicaciones como: bombas centrífugas, lavadoras, ventiladores.

Figura 13: Curva característica de torsión vs velocidad



Fuente: Guru & Hizioglu, Máquinas eléctricas y transformadores, Oxford & Alfaomega, México D.F., 2003.

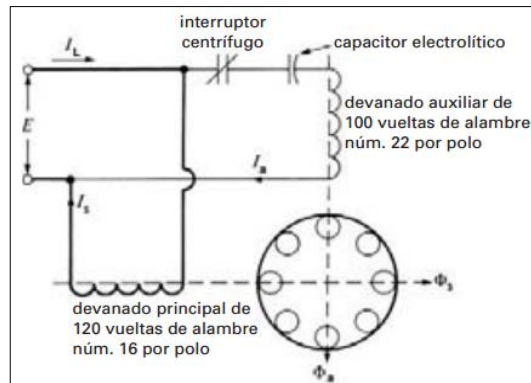
2.4.2. MOTOR DE ARRANQUE POR CAPACITOR.

(Wildi, 2007) El autor nos explica acerca de las características de este tipo de motor monofásico, lo siguiente:

El motor de arranque con capacitor es idéntico a un motor de fase partida, excepto que el devanado auxiliar tiene casi las mismas vueltas como el devanado principal.

Además, un capacitor y un interruptor centrífugo están conectados en serie al devanado auxiliar. En la figura 14 se observa los elementos que conforman el motor monofásico con Capacitor de arranque:

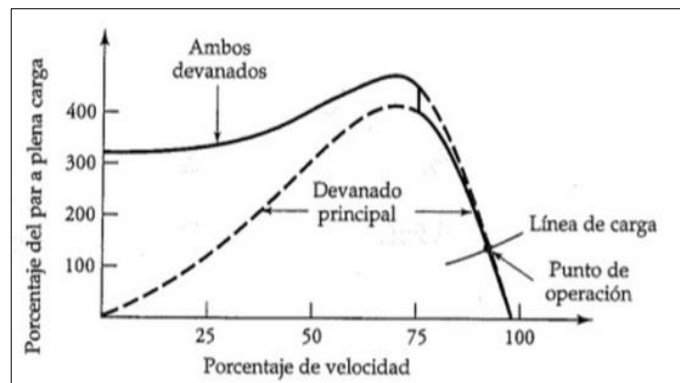
Figura 14: Representación esquemática de un motor de arranque por capacitor.



Fuente: Wildi, Theodore., Maquinas Eléctricas y Sistema de Potencia, 6ta Edición Prentice-Hall, México, 2007.

El capacitor ayuda que la corriente del devanado auxiliar (I_a) se adelante aproximadamente 80° respecto a I_s , Así pues, durante el periodo de arranque, el devanado auxiliar del motor con capacitor se calienta con menos rapidez y aparte ocasiona que con ayuda del capacitor incrementa el par de arranque tal como se aprecia en la curva característica.

Figura 15: Curva característica de torsión vs velocidad



Fuente: Guru & Hiziroglu, Máquinas eléctricas y transformadores, Oxford & Alfaomega, México D.F., 2003.

Los motores de arranque con capacitor se utilizan cuando se requiere un alto momento de torsión de arranque. Se construyen en tamaños que van de 120 W a 7.5 kW (~1/6 hp a 10 hp). Las cargas típicas son compresores, grandes ventiladores, bombas y cargas de alta inercia.

Los capacitores de arranque son de electrolíticos, mucho más pequeños y más baratos que los de papel. Sin embargo, los capacitores electrolíticos sólo se pueden utilizar durante periodos cortos en circuitos de corriente alterna. El uso extendido de los motores de arranque con capacitor es el resultado directo de la disponibilidad de capacitores electrolíticos pequeños, confiables y de bajo costo.

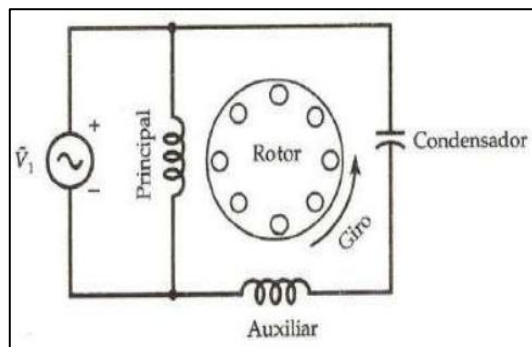
2.4.3. MOTOR DE ARRANQUE POR CAPACITOR PERMANENTE.

(Guru & Hiziroglu, 2003) En su predicción del libro detalla lo siguiente sobre el motor de arranque por capacitor permanente.

Los motores monofásicos de inducción de fase partida con arranque por capacitor permanente o denominado también motor de fase dividida permanente, los devanados auxiliar y principal son construidos con el mismo calibre y el mismo número de espiras, es decir son idénticos.

Los motores de este tipo arrancan y operan debido a la descomposición de la fase que producen los dos bobinados permanentes iguales pero desplazados en tiempo y espacio. Estos motores son comúnmente utilizados en aplicaciones que requieran de potencia mecánica hasta 7.5 de caballo de fuerza con mínimo par de arranque y puede ser usado en aplicaciones de arranques frecuentes.

Figura 16: Representación esquemática de un motor de arranque por capacitor permanente.

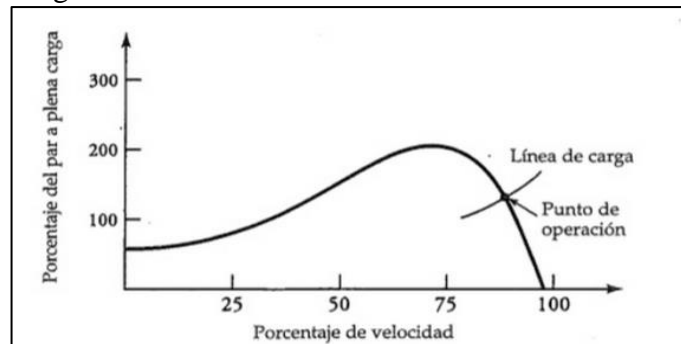


Fuente: Guru & Hiziroglu, Máquinas eléctricas y transformadores, Oxford & Alfaomega, México D.F., 2003.

Este motor es más barato en relación a los motores de arranque por capacitor, por no disponer de interruptor centrífugo el cual reduce la longitud del mismo, además el factor de potencia y eficiencia son mejorados debido a que estos motores se diseñan con un capacitor conectado en serie con el devanado auxiliar de forma permanente.

El capacitor se elige para obtener alta eficiencia a la velocidad de trabajo para un servicio continuo. El valor del capacitor se diseña pensando más en las condiciones de marcha optima, que en las de arranque.

Figura 17: Curva momento de torsión vs velocidad



Fuente: Guru & Hiziroglu, Máquinas eléctricas y transformadores, Oxford & Alfaomega, México D.F., 2003.

2.4.4. MOTOR DE INDUCCIÓN DE POLOS SOMBREADOS.

(Harper, 2004) Visto desde el punto de vista del autor nos indica las características específicas de este tipo de motor a continuación:

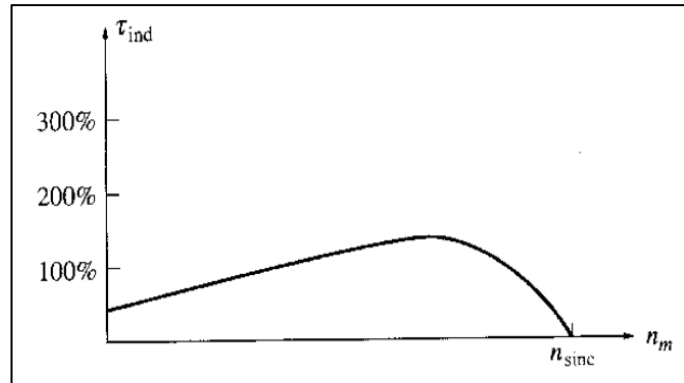
Este motor se utiliza en casos específicos, como el de accionamiento de ventiladores o sopladoras, las que requieren una potencia muy baja. Sus rangos de potencias está comprendido entre 0.0007hp hasta 1/4hp y la mayoría se fabrican de 1/100 a 1/20 hp. Una de las ventajas de estos motores es su simplicidad de construcción, confiabilidad, robustez y bajo costo. A diferencia de otros motores monofásicos no requieren de partes auxiliares o partes móviles, hace esto que su mantenimiento sea mínimo.

Las principales desventajas de los motores de polos sombreados son:

- Tiene un par de arranque bajo.

- Su eficiencia es muy baja.
- Su factor de potencia es muy pobre.

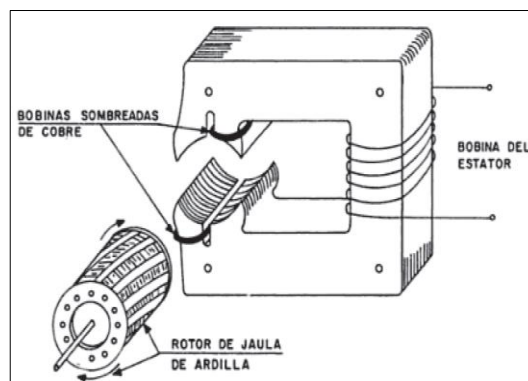
Figura 18: Curva momento de torsión vs velocidad



Fuente: Chapman, S. J., Maquinas Eléctricas 3era edición, MC GRAW HILL, Santa Fe, 2000

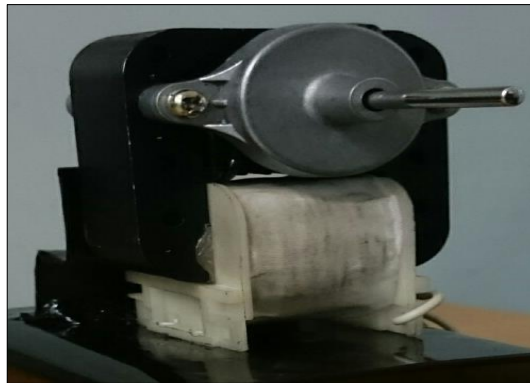
El motor monofásico de inducción de polos sombreados está construido con un rotor jaula de ardilla y un estator de polos salientes, en este tipo de motor el flujo magnético es diferente que los otros motores monofásicos de inducción (tienen dos devanados). En el Estator entre la cara del polo tiene incrustadas las espiras en corto circuito, y sobre el núcleo la bobina polar inductora. Las espiras que están en corto circuito en ocasiones se denominan espiras de Frager, colocadas a 180° grados. En la figura 19 se muestra las partes de un motor de polo sombreado.

Figura 19: Partes constitutivas de un motor de polos sombreados.



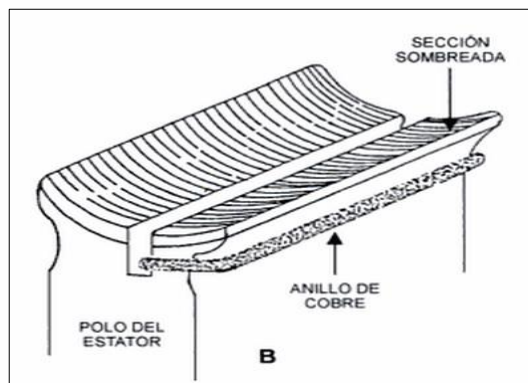
Fuente: Harper Gilberto, ABC de las Máquinas Eléctricas II, Limusa, México D.F., 2004.

Figura 20: Motor de polos sombreados del banco de pruebas.



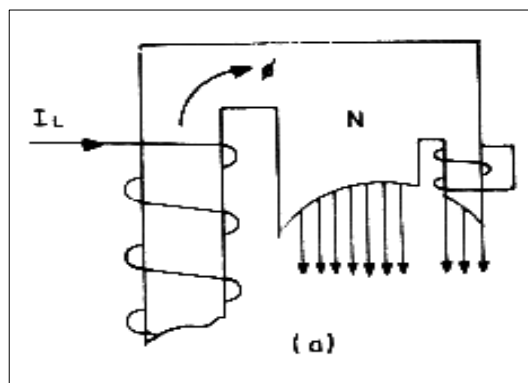
Fuente: Los autores.

Figura 21: Polo del estator del motor de polo sombreado.



Fuente: Harper, Gilberto Enríquez, Control de Motores Eléctricos, Limusa, México D.F., 2010.

Figura 22: Sentido de flujo del motor de polo sombreado.



Fuente: Harper Gilberto, ABC de las Máquinas Eléctricas II, Limusa, México D.F., 2004.

En la figura 22, se muestra el sentido de flujo cuando se alimenta al motor con corriente alterna, esta circula en el devanado de campo y produce un flujo alterno a través de cada polo. Las líneas de fuerza pasan a través de la cara de la pieza polar y cortan a través de la espira sombreada, se induce un voltaje en la espira. La corriente que resulta produce un campo opuesto a la del campo principal. Esto produce que el campo aumente de cero a 90° , alcanza su máximo valor, entonces las líneas de fuerza se paran y no se genera fuerza electromotriz en la espira. Como resultado, el campo principal se distribuye a través de los polos, bajo la influencia de este flujo en movimiento se desarrolla el par de arranque. Una vez que el rotor inicia su rotación bajo la influencia del par de arranque, se crea un par adicional por acción del motor de inducción, y el motor se acelera a una velocidad ligeramente debajo de la velocidad síncrona, y opera como un motor de inducción.

2.4.5. MOTOR UNIVERSAL.

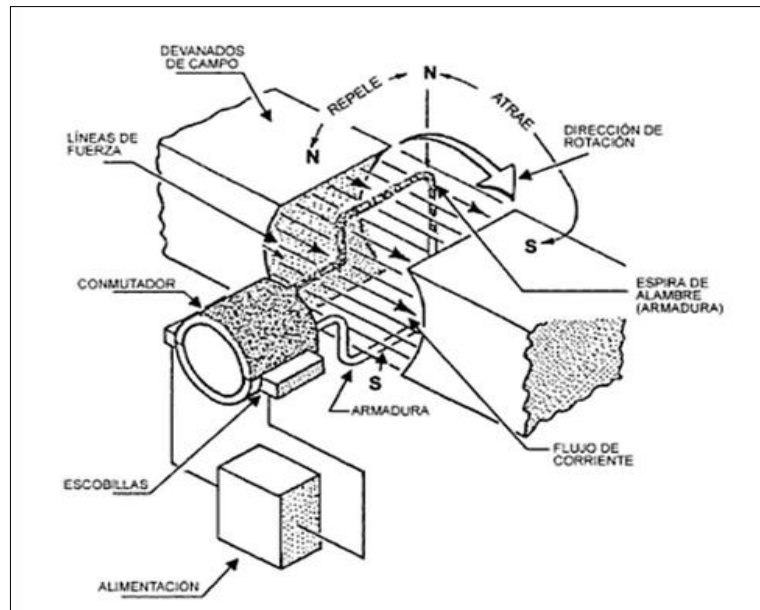
(Harper, 2010) Nos hace referencia de cómo está diseñado y cuál es el funcionamiento del motor universal conectado en ac y dc a continuación:

Los motores universales son pequeños motores con devanados en serie, que pueden operar a corriente continua o corriente alterna, se comportan de la misma manera. La construcción y diseño son de $3/4$ hp o menores, los de tipo fraccionario llegan a ser de $1/50$ hp o menores.

Los motores universales ac tienen casi la misma construcción que los de corriente directa ya que tiene un devanado de campo y una armadura con escobillas y conmutador.

La función de conmutador es mantener la armadura girando a través del campo magnético del devanado de campo, también cambia el flujo de corriente con relación del devanado de campo y la armadura. Esta acción está creada por los polos norte y sur de los devanados de campo y armadura.

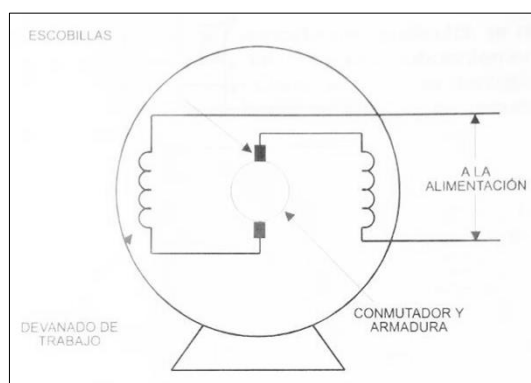
Figura 23: Partes de un motor universal.



Fuente: Harper, Gilberto Enríquez, Control de Motores Eléctricos, Limusa, México D.F., 2010.

El polo norte de los devanados de campo atrae al polo sur de la armadura, el conmutador y las escobillas cambian el flujo de corriente a través de la armadura, creando un polo norte en la espira. El polo norte del devanado de campo repele entonces al polo norte de la armadura. Esto produce la acción de giro de la armadura a través del campo magnético del devanado de campo, haciendo que el motor opere normalmente.

Figura 24: Partes que conforman un motor universal.

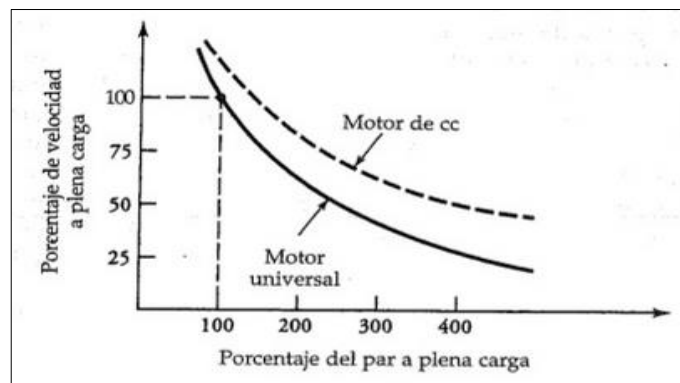


Fuente: Harper, Gilberto Enríquez, Control de Motores Eléctricos, Limusa, México D.F., 2010.

El motor universal cuando opera con corriente alterna, la corriente cambia constantemente de dirección en los devanados, tanto como el de campo y armadura invierten la corriente al mismo tiempo, el motor opera en forma similar a uno de inducción.

El motor universal es el indicado cuando se requiere de un motor que ajuste su velocidad de manera automática en condiciones de carga, es decir; su velocidad es alta cuando la carga es ligera y baja cuando la carga aumenta.

Figura 25: Curva momento de torsión vs velocidad bajo carga



Fuente: Guru & Hiziroglu, Máquinas eléctricas y transformadores, Oxford & Alfaomega, México D.F., 2003.

2.4.6. MOTOR VENTILADOR DE TUMBADO.

El motor de ventilador de tumbado es parte de los motores monofásicos de inducción o asíncronos, el estator está formado por 2 devanados; el devanado principal que está conectado a la alimentación directamente y el devanado auxiliar que está también conectado a la alimentación pero lleva en serie un capacitor de tipo de papel. El devanado de auxiliar tiene mayor número de vueltas y el alambre es de menor diámetro comparado con el principal.

El diseño y construcción del motor de tumbado es similar al motor monofásico de arranque con capacitor permanente, porque no posee un mecanismo electromecánico (Interruptor centrífugo) que desconecte el devanado auxiliar y el capacitor.

El motor ventilador de tumbado crea un efecto especial, se aprecia como que el estator gira por eso también se lo conoce como “motor de estator giratorio”. En realidad las dudas se aclaran cuando se abre el motor, como se muestra en la figura

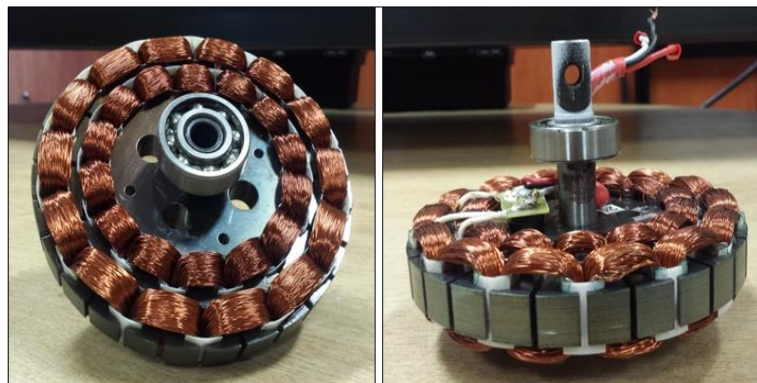
27, el estator permanece fijo en el centro y es acoplado a los rodamientos (AS y BS) a través del eje. El rotor jaula de ardilla (figura 26) se une a la carcasa por medio de los rodamientos. La carcasa es donde se instalan las aspas.

Figura 26: Rotor motor ventilador de tumbado.



Fuente: Los Autores.

Figura 27: Bobinado principal y auxiliar de motor de tumbado.



Fuente: Los Autores.

Este tipo de motor es fabricado para bajas velocidades, por tener un gran número de polos en ocasiones de 14, 16, 18 y 20 polos.

Para variar la velocidad de un motor ventilador de tumbado se usan reguladores que permiten maniobrar el nivel de voltaje nominal del motor de esta forma se obtiene la regulación de la velocidad. Los reguladores más comunes en el mercado son:

- Regulador resistivo.
- Regulador de ángulo de fase controlada.
- Regulador inductivo.
- Regulador capacitivo.

El banco de pruebas tiene un regulador capacitivo; a medida que se incrementa el valor del capacitor [C] disminuye su voltaje [V_c], esto ocasiona que el voltaje nominal del devanado de trabajo aumente y por consiguiente la velocidad del motor.

Ecuación 2: Voltaje del capacitor.

$$V_c = \frac{Q}{C}$$

Recuperado de:

http://www.dekielectronics.com/PDFs/Deki_Fan_Regulators_Feb_2012_web.pdf.

Donde:

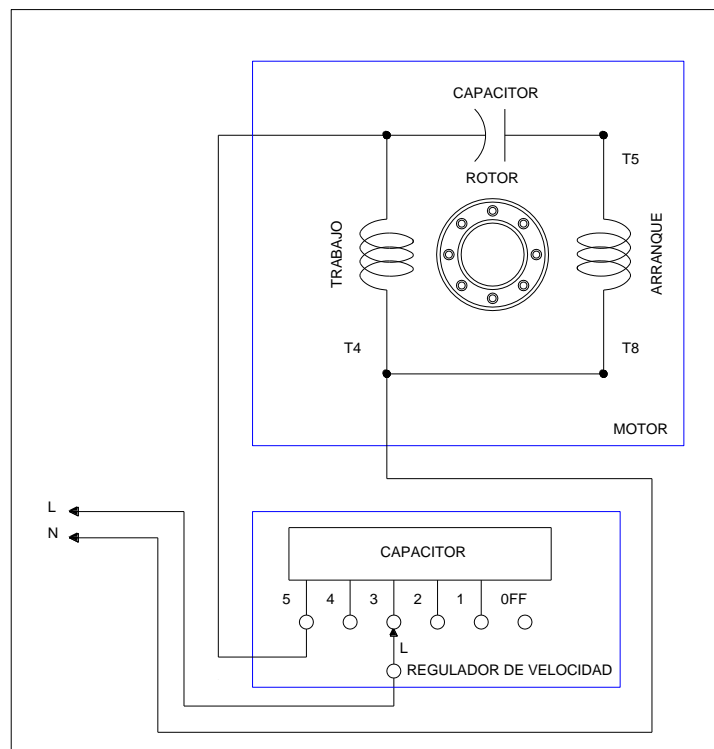
V_c = Voltaje del capacitor [V]

Q = Carga que atraviesa al capacitor [Culombios]

C = Capacitancia

En la figura 28 se muestra la conexión eléctrica de un motor ventilador de tumbado y un regulador capacitivo para velocidades.

Figura 28: Diagrama eléctrico.



Fuente: Los Autores.

2.4.7. MOTOR PASO A PASO UNIPOLAR

(Guru & Hiziroglu, 2003) Se ha tomado definiciones importantes para explicar el funcionamiento de los motores de pasos.

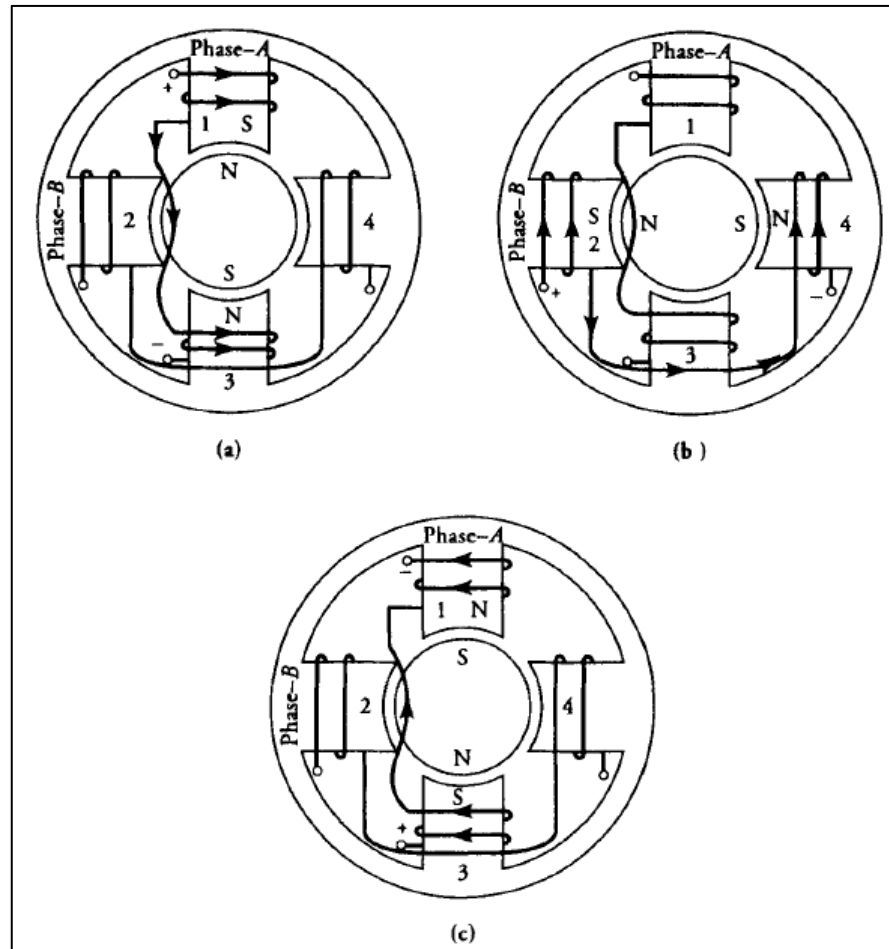
Los motores especiales de pasos o de velocidad gradual, también les conoce como stepping motor o stepper, son utilizados cuando el movimiento y la posición se tienen que controlar con precisión. Cuando el estator recibe un tren de pulsos rectangular, el rotor responde girando en grados de acuerdo al número de pulsos del tren que ha recibido, por lo que no necesitan lazos de retroalimentación ni sensores para controlarlos.

Dependiendo de su diseño, un motor de pasos puede avanzar desde $1,80^\circ$ hasta 90° . En consecuencia, el número neto de pasos se conoce con exactitud en todo momento. Entre los motores de velocidad gradual encontramos; de reluctancia variable, de imanes permanentes e híbridos.

Estos motores se los pueden encontrar en; control de discos duros, impresoras, robótica, flexibles, máquinas herramientas de control numérico.

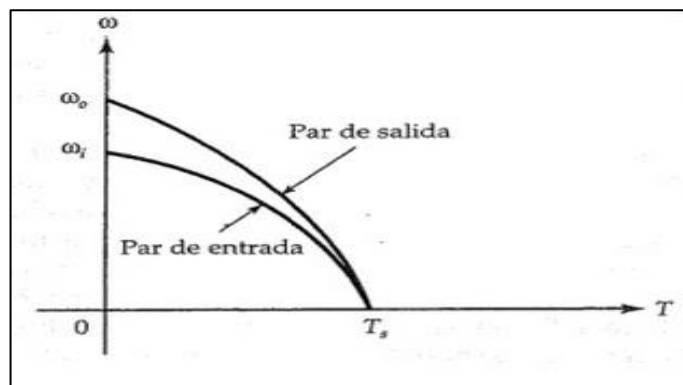
En la figura 29(a) se muestra el sentido de giro cuando se alimenta el devanado de la fase A, el diente 1 actúa como polo sur y se alinea con el polo norte del rotor de imán permanente, luego la fase A se desactiva y se activa el devanado B ocasionando un desplazamiento de 90° (figura 29b), el diente 2 actúa como polo sur y se alinea con el polo norte del rotor. Si se invierte la polaridad de la corriente aplicada y se alimenta nuevamente al devanado de la fase A como se muestra en la figura 9c, el rotor se desplaza 90° ocasionando que el diente 3 (polo sur) se alinee con el polo norte del rotor; es decir el motor ha girado 180° en sentido contrario a las manecillas del reloj. Para completar los 360° basta seguir el orden de activación y desactivación de los devanados.

Figura 29: Sentido de giro de un motor de pasos bifásico de imanes permanentes.



Fuente: Guru & Hizioglu, Máquinas eléctricas y transformadores, Oxford & Alfaomega, México D.F., 2003.

Figura 30: Curva momento de torsión vs velocidad



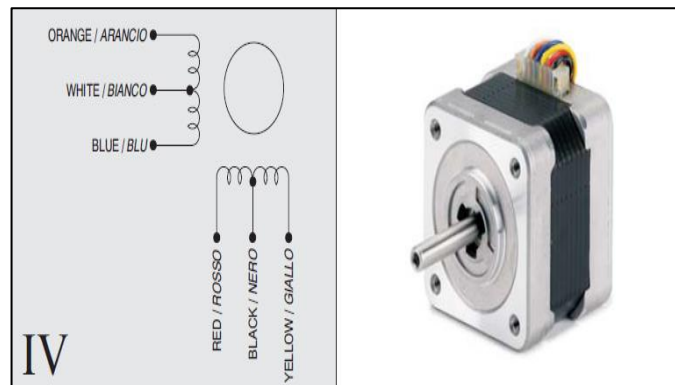
Fuente: Guru & Hizioglu, Máquinas eléctricas y transformadores, Oxford & Alfaomega, México D.F., 2003.

Puesto que los motores de pasos giran cuando se les aplican una serie de pulsos a sus devanados, la duración de estos pulsos debe ser lo suficientemente larga para que el

motor gire de forma precisa, si la duración del tren de pulsos es demasiado breve el rotor perderá los pasos y el motor será incapaz de seguir los pulsos aplicados de manera precisa. De acuerdo a la curva característica de par vs velocidad, es posible cargar al motor hasta cierto límite, el cual está definido por la curva del par de salida cuando el motor trabaja a estado estable con W_o . Pasado de este nivel de par, el motor comienza a perder pasos y por consiguiente velocidad.

De los más utilizados en aplicaciones de precisión se dispone en el mercado dos tipos de motores de pasos de imán permanente; unipolar y bipolar. Para nuestro proyecto se utiliza un motor de pasos unipolar de 6 terminales 1,8 deg/step 2.5Vdc 2.1Amp.

Figura 31: Motor de pasos unipolar.



Recuperado de: <http://pdf.directindustry.com/pdf/rta/the-general-catalogue-sanyo-denki-stepping-motors/20651-50655.html#>

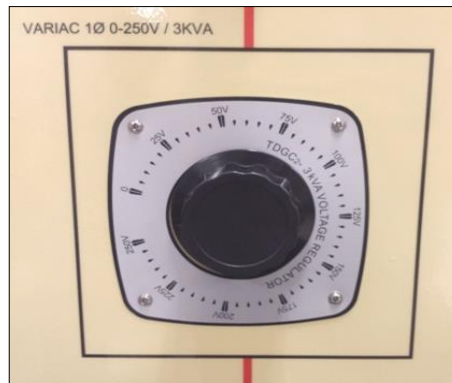
2.5. DISPOSITIVOS ELECTROMECAÑICOS DEL BANCO.

2.5.1. VARIADOR DE VOLTAJE.

Variador de voltaje o variac es un autotransformador variable de forma toroidal, su función es controlar el voltaje para obtener una salida requerida.

El variador utilizado en el banco de pruebas es monofásico, entrada bifásica y su salida controlada de 0Vac a 250Vac.

Figura 32: Variador de voltaje monofásico.



Fuente: Los Autores

2.5.2. DISYUNTOR.

Es un dispositivo de protección contra sobre corrientes y cortocircuito, se encarga de interrumpir manualmente o automáticamente el fluido de la corriente a través de las conexiones para proteger a las personas, equipo o instalaciones cuando ocurra una falla.

El banco tiene diferentes capacidades de disyuntores para proteger equipos de control y de fuerza.

Figura 33: Disyuntor.



Fuente: Los Autores

2.5.3. SECCIONADOR BAJO CARGA.

El seccionador o interruptor de fuerza tiene como función principal conectar, desconectar o direccionar el flujo de corriente que pasa a través de un circuito.

Figura 34: Interruptor de Fuerza.



Fuente: Los Autores

2.5.4. SELECTOR.

El selector es un conmutador con dos o más posiciones estables y permanece así tras su accionamiento, en operación son similares a los interruptores y conmutadores monoestable (pulsadores); aunque para su accionamiento debe llevar, palanca, llave.

Figura 35: Selector de Mando 2P.4



Fuente: Los Autores

2.5.5. CONTACTOR.

(Leiva, 2007, pág. 33) Nos sostiene el autor que el contactor es un interruptor accionado a distancia por medio de un electroimán.

Ventajas de su uso:

- Automatización en el arranque y paro de motores.
- Maniobra completamente una carga, desde varios puntos y estaciones.
- Se maniobra circuitos sometidos a corrientes muy altas, mediante corrientes muy pequeñas.
- Seguridad del personal, dado las maniobras se realizan a desde lugares alejados.
- Ahorro de tiempos al realizar maniobras prolongadas.

Criterios para su selección son:

- Tipo de corriente, tensión de la bobina y frecuencia.
- Potencia nominal de carga.
- Condiciones de servicio: ligera, normal, dura y extrema.
- Frecuencia de maniobras.
- Si es para circuito de potencia o de mando y el número de contactos auxiliares que se necesitan.
- Por la categoría de empleo.

Figura 36: Contactor.



Fuente: Los Autores

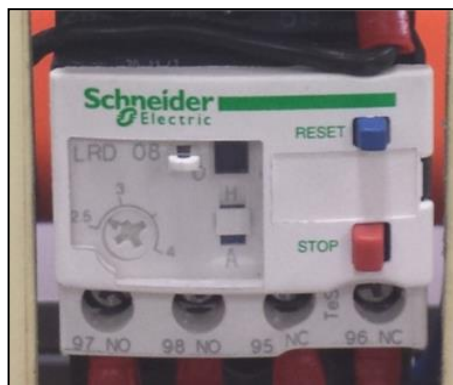
2.5.6. RELÉ TÉRMICO.

(Viloria, 2009, pág. 32) Es un aparato cuya función es la protección de circuitos y receptores contra corrientes de sobrecarga (Sobre intensidades), que superan la intensidad nominal asignada.

Características que definen al relé térmico:

- Intensidad Nominal
- Campo o zona de protección
- Contactos auxiliares accionados
- Tamaño constructivo

Figura 37: Relé Térmico.6



Fuente: Los Autores

2.5.7. LUZ PILOTO.

(Leiva, 2007, pág. 86) Como elemento de señalización el autor señala el siguiente concepto:

Son aquellos dispositivos cuya función es indicar o llamar la atención sobre el correcto funcionamiento o paros anormales, aumentando así la seguridad del personal y facilitando el control y mantenimiento de las máquinas y equipos. En el banco de pruebas se colocaron luz piloto para indicar la alimentación de las barras, correcto funcionamiento de motores y posibles fallas.

Figura 38: Luz Piloto.



Fuente: Los Autores

2.5.8. AMPERÍMETRO ANALÓGICO.

Instrumento de medición de corriente que se conecta en serie al ramal que se quiere medir, muestra el valor con ayuda de una aguja en su pantalla.

Los amperímetros utilizados son con sobre escala para medir las corrientes de arranques de los motores en el banco de pruebas, se realiza mediciones ac y dc.

Figura 39: Amperímetro analógico AC.



Fuente: Los Autores.

Figura 40: Amperímetro DC.



Fuente: Los Autores.

2.5.9. MEDIDOR DE ENERGÍA.

Es un instrumento de medición en el cual se puede visualizar diferentes parámetros que se presentan en un sistema eléctrico, se pueden verificar problemas o consumos ajenos que se encuentran conectados a la red y poder corregir a tiempo.

Con ayuda de este dispositivo podemos observar los siguientes parámetros eléctricos:

- Tensiones de Líneas (V)
- Tensiones de Fases (V)
- Corrientes de Líneas (A)
- Factor de Potencias (Fp)
- Frecuencias (Hz)
- Potencias Activa (Kw)
- Potencias Reactivas (Kvar)
- Potencia Aparente (Kva)
- Demanda mínimas y máximas

El banco de pruebas dispone de un medidor de energía marca SELEC MFM384 para visualizar el comportamiento de todas las pruebas a realizar.

Figura 41: Medidor de Energía.

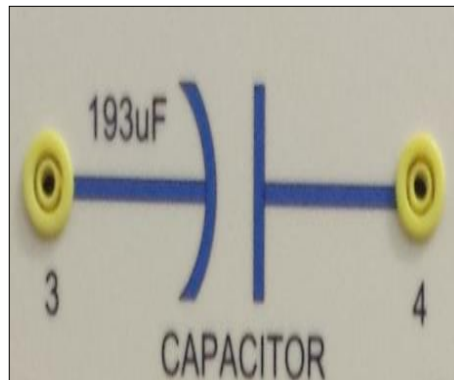


Fuente: Los Autores.

2.5.10. CAPACITOR

(Leiva, 2007, pág. 89) Son elementos que introducen capacitancia en un circuito. Existirá un capacitor siempre que un material aislante, separe dos conductores que tengan una diferencia de potencial entre sí, según su aplicación y las condiciones del circuito, existen diferentes tipos de condensadores: condensadores fijos y variables.

Figura 42: Capacitor de arranque.



Fuente: Los Autores.

CAPÍTULO III DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO.

Como primer paso se revisó conjuntamente con el tutor y los docentes del área, los equipos y dispositivos electromecánicos que deberían implementarse en el banco de pruebas para que se optimicen los recursos y brinde facilidades en la realización de las prácticas como producto esperado.

Toda vez que se corrigieron todas las observaciones, fue aprobado el diseño final del módulo como se muestra en la figura 43, el mismo que consistía en un banco didáctico en el que se montaron los elementos con los que el estudiante tendrá contacto durante las prácticas. El tablero donde están instalados los equipos, se encuentra sujeto a una mesa metálica para facilitar el trabajo.

En este capítulo se detalla el diseño del banco de pruebas, en dos partes; el diseño eléctrico y mecánico. El diseño eléctrico hace énfasis al dimensionamiento y características los equipos utilizados como por ejemplo el diseño de las tarjetas electrónicas, diseño de capacitores.

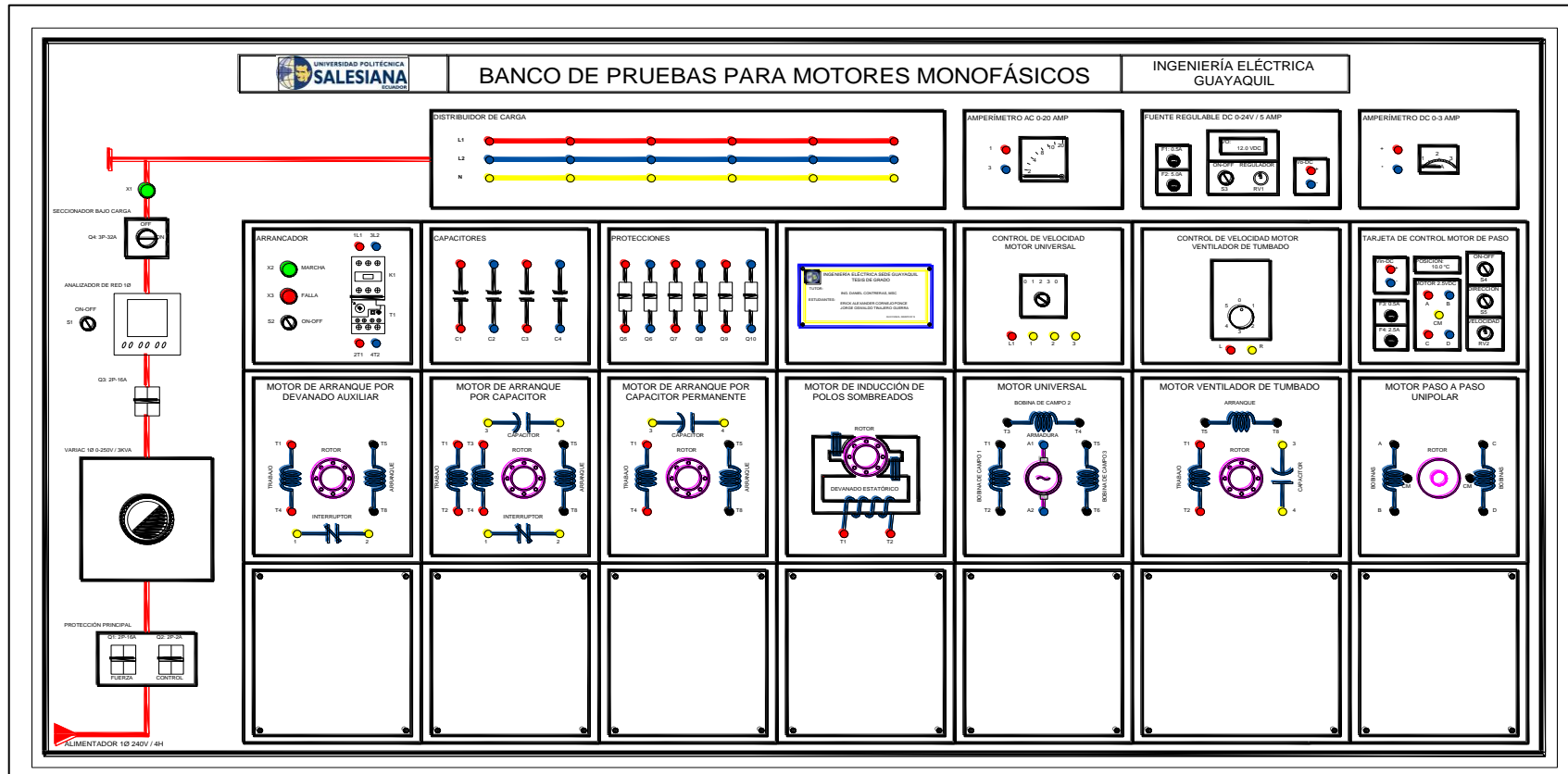
En referencia al diseño mecánico comprende la construcción metalmecánica y montaje de equipos.

Finalmente se detallarán los equipos instalados en el banco de acuerdo al presupuesto total de este proyecto.

Para realizar determinadas prácticas y visualizar el comportamiento de los parámetros eléctricos, se presentan el diseño de las tarjetas electrónicas y cálculos de capacitores de arranque y permanente.

3.1. DISEÑO ELÉCTRICO DEL BANCO DE PRUEBAS.

Figura 43: Diseño en Autocad del Banco de pruebas para motores monofásicos.



Fuente: Los Autores.

El banco cuenta con los elementos necesarios para realizar las prácticas de funcionamiento a vacío de los motores seleccionados. En la figura 43, se aprecian los bloques de elementos como: protecciones, arrancador directo, banco de capacitores, equipos de medición, tarjetas electrónicas, juego de barras de voltaje regulado, diagrama de elementos de los motores seleccionados.

3.1.1. FUENTE REGULABLE.

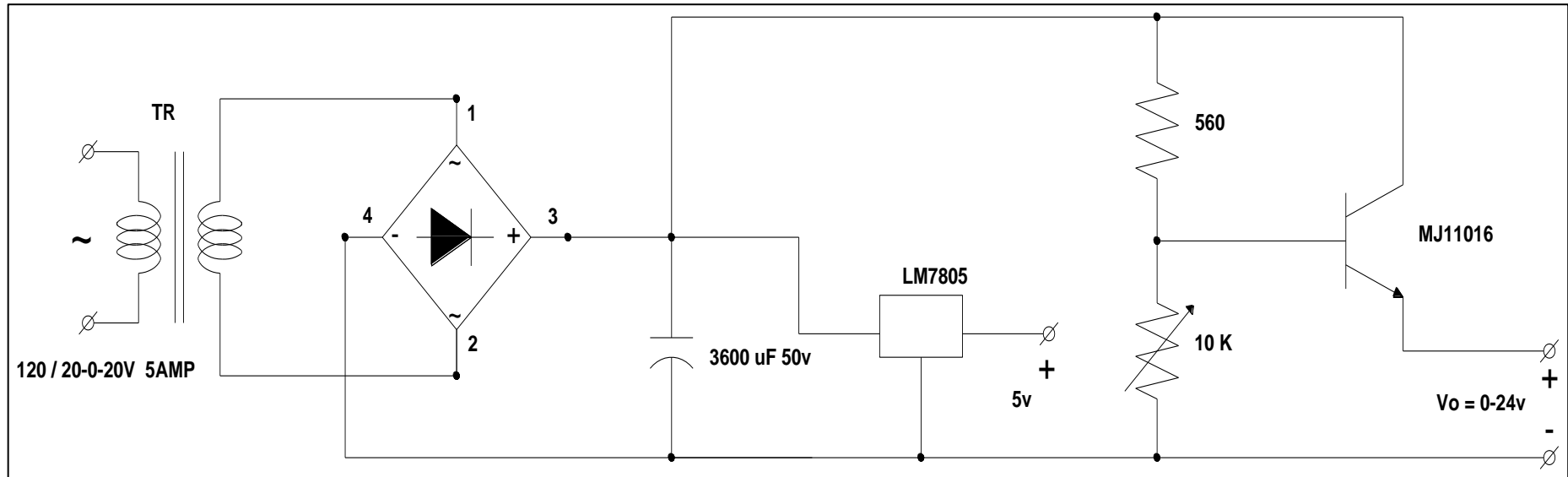
La fuente regulable de corriente directa, es la que alimenta a los microprocesadores de las tarjetas de la fuente y tarjeta de control y potencia, es decir; la fuente tiene una salida de voltaje fijo y una salida de voltaje regulado. Su principal función es suministrar la potencia necesaria para que la tarjeta de control accione al motor de pasos.

Según características técnicas del motor de pasos unipolar, tiene un consumo de 2,1Amperios a 2,5Vdc, por tal motivo se diseña la fuente para 5 amperios con voltaje de salida ajustable desde 0Vdc hasta los 24Vdc, también se dispone de dos salidas de voltaje fijo de 5Vdc.

Para medir y visualizar el voltaje de salida que necesita el motor, se incorpora un voltímetro Dc. El voltímetro se realiza con el microprocesador PIC16F877A programado con el software MicroCode Studio versión 1.0 y se visualiza mediante una pantalla Led de 2 filas x 16 caracteres.

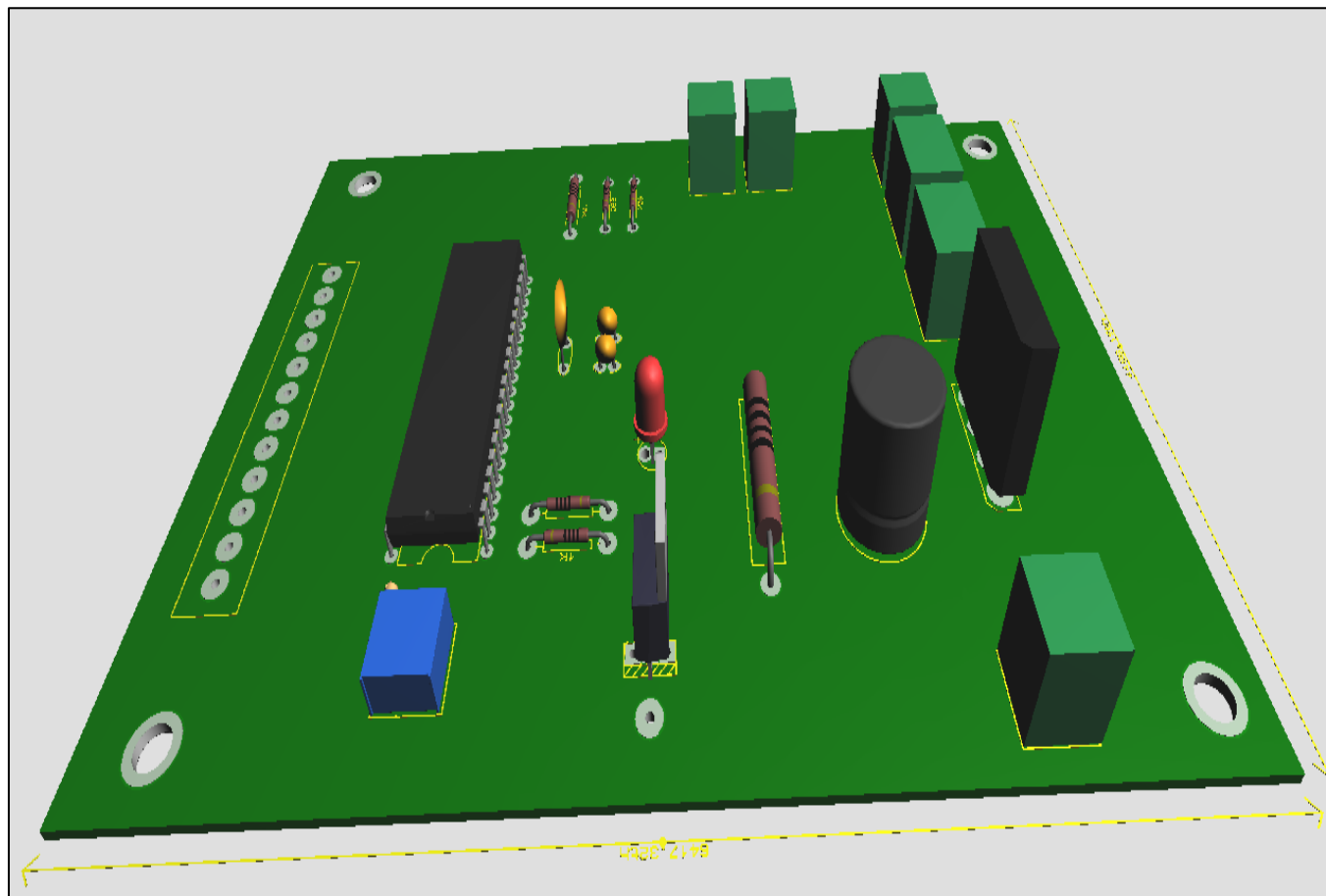
El diseño de la tarjeta para la fuente regulable e incluye al voltímetro digital, se realiza con el software Proteus 8 Professional versión 8.1. La pista tiene 16 x 12 cm aproximadamente. Para simular el funcionamiento del voltímetro digital DC conforme circuito esquemático, se debe cargar los datos de programación en el PIC16F877A.

Figura 44: Esquemático fuente regulable.



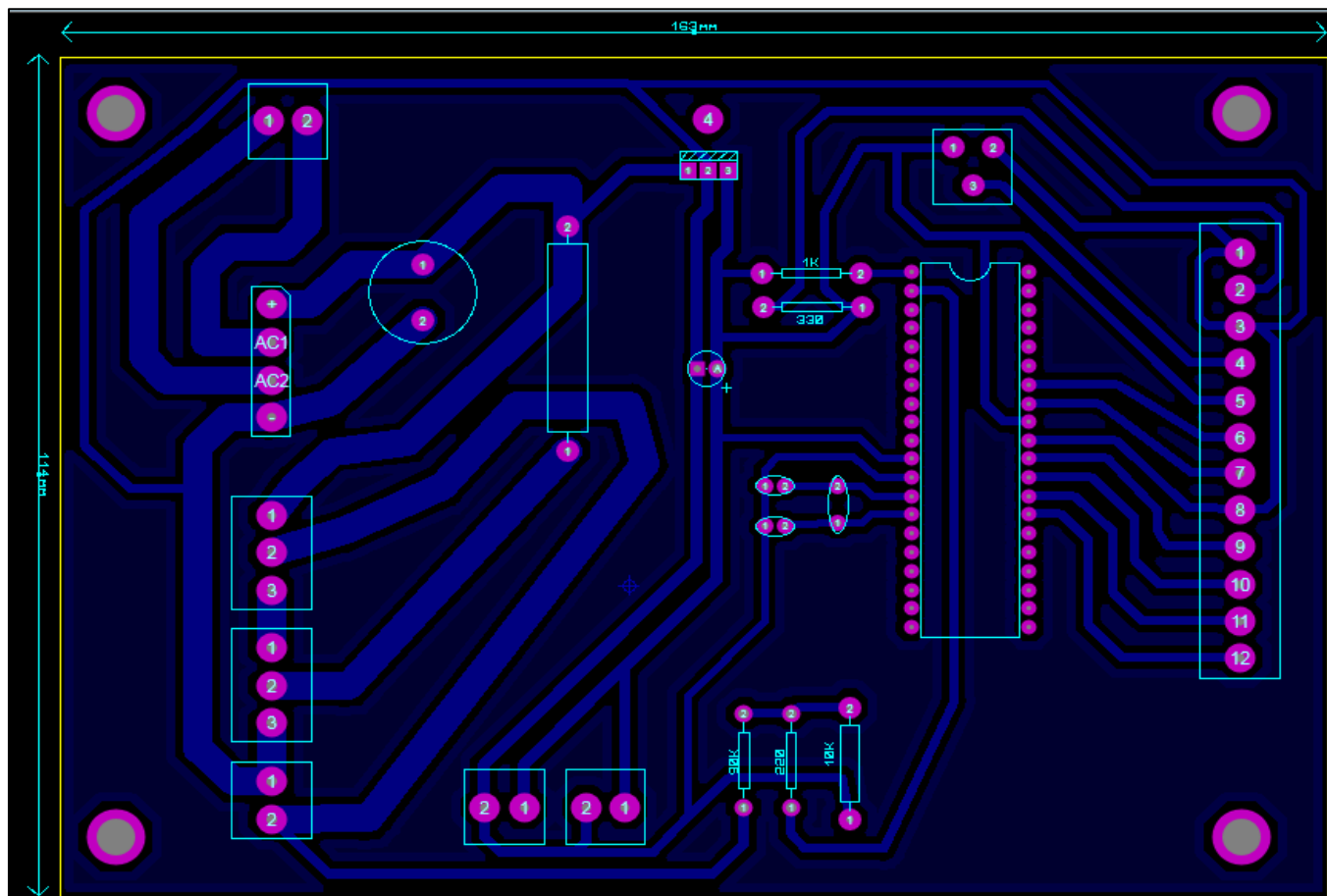
Fuente: Los autores.

Figura 45: Visualización 3D elementos fuente regulable con voltímetro digital dc.



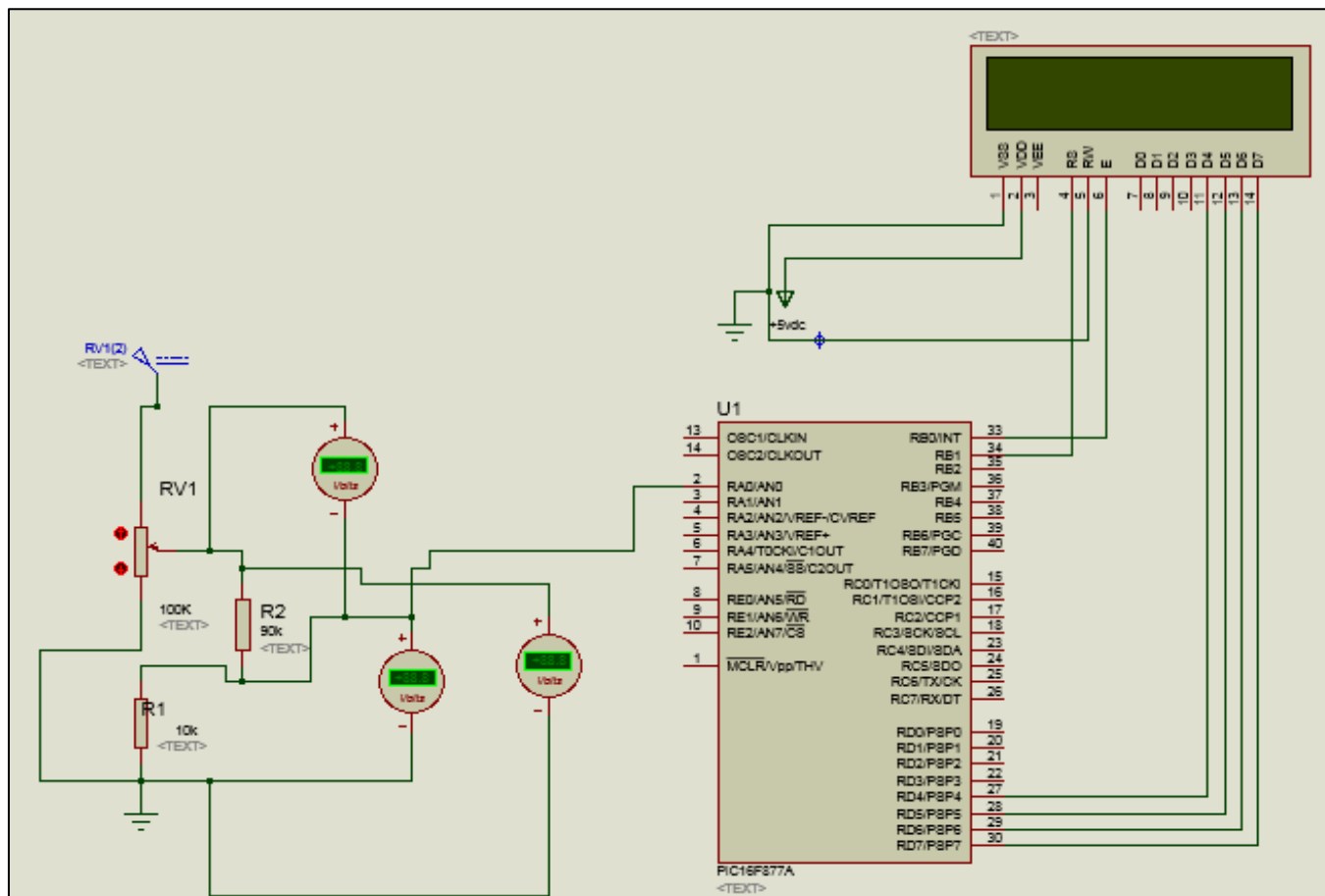
Fuente: Los autores.

Figura 46: Circuito impreso fuente regulable.



Fuente: Los autores.

Figura 47: Circuito esquemático voltímetro digital dc.



Fuente: Los autores.

La programación del voltímetro digital se realiza con el software MicroCode Studio versión 1.0, la figura 48 contiene el registro de inicio de la programación.

Figura 48: Datos del software de programación.

```
*****  
'* Name      : UNTITLED.BAS                               *  
'* Author    : [select VIEW...EDITOR OPTIONS]           *  
'* Notice    : Copyright (c) 2015 [select VIEW...EDITOR *  
'*           : All Rights Reserved                       *  
'* Date      : 28/02/2015                                 *  
'* Version   : 1.0                                       *  
'* Notes     :                                           *  
'*           :                                           *  
*****
```

Fuente: Los autores.

MicroCode nos permite generar el archivo .hex el cual debe guardarse en la misma ruta o disco que contiene la carpeta PBP247, por lo general el disco c. La carpeta PBP247 es la que contiene todos los modelos de microprocesadores.

En la figura 49 se muestra la programación del voltímetro digital, para copiar se pulsa la tecla F9, si no hay errores, inmediatamente se puede cargar la programación en el PIC16F877A y simular su funcionamiento en el Proteus 8 Professional.

Figura 49: Programación voltímetro digital.

```

DEFINE LCD_DREG PORTD ; Definición para utilizar 4 bits del puerto d para
                        ; transmisión de datos
DEFINE LCD_BITS 4      ; EL BUS SERA DE 4 BITS.
DEFINE LCD_DBIT 4      ; desde el BIT D.4 hasta el D.7

DEFINE LCD_RSREG PORTB ; Definición para utilizar el registro de control/datos
                        ; en el puerto B
DEFINE LCD_RSBIT 1     ; en el BIT B.3
DEFINE LCD_EREG PORTB ; Definición para utilizar el enable en el puerto B
DEFINE LCD_EBIT 0      ; en el BIT B.2
DEFINE LCD_LINES 2

DEFINE ADC_BITS 8 ; DEFINE LA CONVERSION A/D A 8 BITS
DEFINE ADC_CLOCK 3 ; USAR CLOCK RC DEL AD
DEFINE ADC_SAMPLEUS 50 ; TIEMPO DE MUESTREO EN EL CONVERSOR A/D ES 50uS

A VAR WORD ; DECLARACION DE VARIABLE TIPO BYTE
v VAR WORD
ADCON1 = %00000000 ; CONFIGURA EL REGISTRO ADCON1
LCDOUT $fe, 1 ; limpia la lcd

Inicio:
ADCIN 0 , A; inicia la conversion y almacena el resultado en a
v = A*500
v = DIV32 255

LCDOUT $fe, 2 ; posiciona el cursor en el inicio
LCDOUT " VOLTAJE FUENTE : " ; muestra el mensaje en la linea 1
LCDOUT $fe,$c2," ",DEC v DIG 2,DEC v DIG 1,".",DEC v DIG 0," DC "
PAUSE 100
GOTO Inicio ; salta a inicio
END

```

Fuente: Los autores.

A continuación se detalla el listado de materiales utilizados en la fuente regulable.

- 1 transformador de voltaje 120 / 12-0-12 Vac
- 1 transistor darlington MJ11016
- 1 mica para encapsulado TO-3
- 1 puente rectificador 6 amperios
- 1 capacitor 3600uF 50V
- 1 regulador de voltaje L7805
- 1 disipador para transistor darlington
- 1 potenciómetro 10KΩ

- 1 potenciómetro 1K Ω tipo pastilla
- 1 resistencia 560 Ω 5w
- 1 pantalla led 2x16
- 3 terminal 3 pines
- 4 terminal 2 pines
- 1 PIC16F877A
- 1 cristal de cuarzo de 20MHz
- 1 perilla para potenciómetro
- 20 espadín macho

3.1.2. TARJETA DE CONTROL MOTOR DE PASOS.

La tarjeta de control es la que permite el funcionamiento del motor de pasos de acuerdo a las características técnicas, con capacidad para maniobrar hasta 3 Amperios a 2,5Vdc.

Se instalan fusibles de vidrio de 0,5 y 2,5 amperios, para protección del microprocesador Arduino y de la etapa de potencia, respectivamente.

A diferencia de la fuente regulada que tiene el microprocesador PIC16F877A, la tarjeta de control utiliza el microprocesador Arduino con su propio lenguaje de programación Arduino 1.0.5.

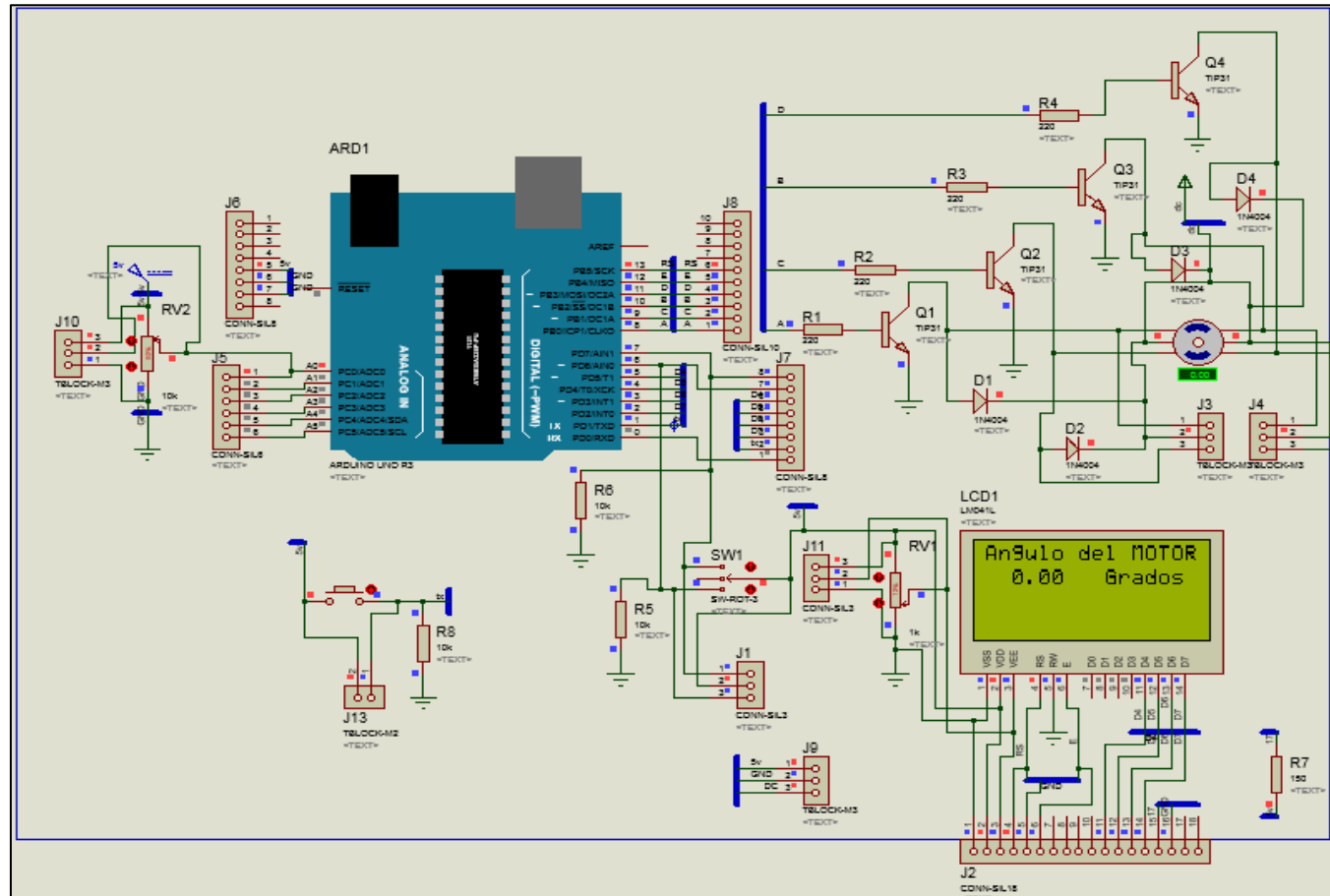
El encendido y cambio de giro se lo realiza con selectores 22 mm de dos y tres posiciones.

Con el potenciómetro se regula la velocidad de grados que debe girar el motor y los resultados se visualizan en la pantalla Led.

El diseño de la tarjeta se realiza con el software Proteus 8 Professional versión 8.1.

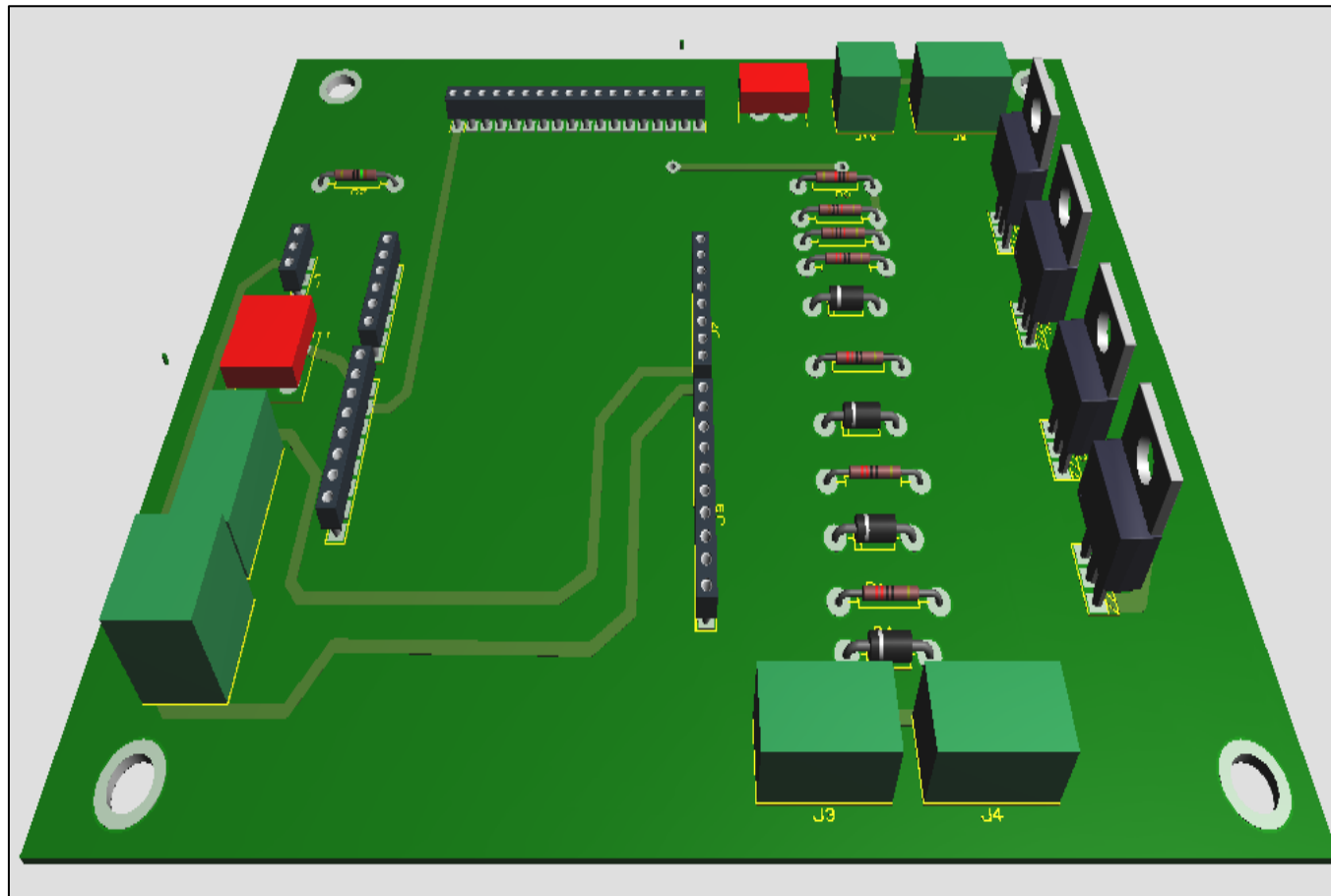
En el software Proteus se desarrollan los circuitos esquemáticos, circuitos impresos, perspectivas en 3D, facilitando las tareas de diseño de la pista. La pista tiene 15 x 11 cm aproximadamente.

Figura 50: Circuito esquemático tarjeta control motor de pasos.



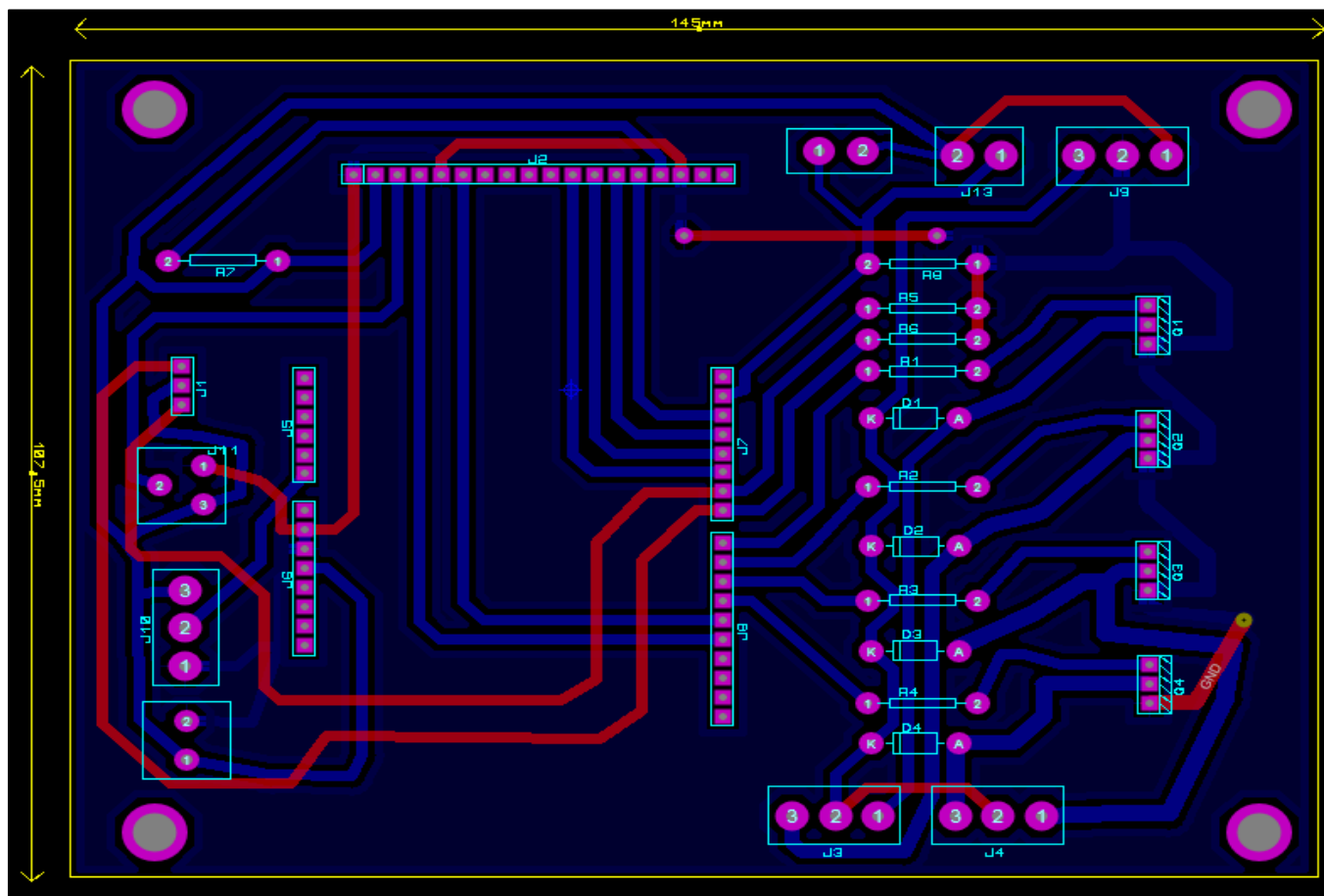
Fuente: Los autores.

Figura 51: Visualización 3D elementos tarjeta control motor de pasos.



Fuente: Los autores.

Figura 52: Circuito impreso fuente regulable.



Fuente: Los autores.

La programación de la tarjeta de control para el motor de pasos tipo unipolar se realiza con el software Arduino versión 1.0.5., como abajo se detallada.

Figura 53: Programación tarjeta de control hoja 1.

```
// Prueba 2
#include <LiquidCrystal.h>
#include <EEPROM.h>

LiquidCrystal lcd(13, 12, 5, 4, 3, 2);

#define Motorpin1 8// D1, devanado 1 del motor, pin 8
#define Motorpin2 9// D2, devanado 2 del motor, pin 9
#define Motorpin3 10// D3, devanado 3 del motor, pin 10
#define Motorpin4 11// D4, devanado 4 del motor, pin 11

#define swhorario 7// SW0 pulsador, pin 7
#define swantihorario 6//SW1 pulsador, pin 6
#define resetdato 1// inicio en cero el amgulo
// Entrada analógica potenciómetro en pin 0.

int v = 10 ;// variar velocidad
byte x ;
byte address =0;
float a = 0 ;
float deg = 1.8;// 1.8 7.5
float z = 200;// 200 48

void setup() {

  lcd.begin(16,2);
  x =EEPROM.read(address);

  pinMode(swhorario, INPUT);
  pinMode(swantihorario, INPUT);

  pinMode(Motorpin1, OUTPUT);
  pinMode(Motorpin2, OUTPUT);
  pinMode(Motorpin3, OUTPUT);
  pinMode(Motorpin4, OUTPUT);

  // inicia con todas las bobinas apagadas
```

Fuente: Los autores.

Figura 54: Programación tarjeta de control hoja 2.

```
    digitalWrite(Motorpin1, 0);
    digitalWrite(Motorpin2, 0);
    digitalWrite(Motorpin3, 0);
    digitalWrite(Motorpin4, 0);
lcd.clear();
lcd.setCursor(2,0);
lcd.print("UNIVERSIDAD");
lcd.setCursor(2,1);
lcd.print("POLITECNICA");
    delay (2000);
    lcd.clear();
lcd.setCursor(3,0);
lcd.print("SALESIANA");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(".");
    delay (200);
lcd.print(".");
delay (200);
lcd.print(".");
delay (200);
lcd.print(".");
delay (200);
lcd.print(".");
delay (200);
lcd.print(".");
delay (200);
lcd.print(".");
delay (200);
lcd.print(".");
delay (200);
lcd.print(".");
delay (200);
lcd.print(".");
delay (200);
lcd.print(".");
delay (200);
lcd.print(".");
delay (200);
lcd.print(".");
delay (200);
lcd.print(".");
delay (200);
```

Fuente: Los autores.

Figura 55: Programación tarjeta de control hoja 3.

```
lcd.print(".");
delay (200);
lcd.print(".");
delay (200);
lcd.print(".");
delay (200);
lcd.print(".");
delay (2000);
lcd.clear();
}

void loop() {

lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Angulo del MOTOR");
lcd.setCursor(9,1);
lcd.print("Grados");
  if (digitalRead(swhorario) == HIGH)
  {
    x = x + 1;
    a = x * deg;
    if (x >= z)
    {
      x = 0;
    }

EEPROM.write(address, x);

    lcd.setCursor(2,1);
    lcd.print(a);
    digitalWrite(Motorpin1, 1);
    digitalWrite(Motorpin2, 0);
    digitalWrite(Motorpin3, 0);
    digitalWrite(Motorpin4, 0);
    delay(analogRead(0)/4 + v); // pin analógico 0, entrada pot.

    digitalWrite(Motorpin1, 1);
    digitalWrite(Motorpin2, 0);
```

Fuente: Los autores.

Figura 56: Programación tarjeta de control hoja 4.

```
digitalWrite(Motorpin3, 1);
digitalWrite(Motorpin4, 0);
delay(analogRead(0)/4 + v);

x = x + 1;
a = x * deg;
if (x >= z)
{
x = 0;
}

EEPROM.write(address, x);

lcd.setCursor(2,1);
lcd.print(a);
digitalWrite(Motorpin1, 0);
digitalWrite(Motorpin2, 0);
digitalWrite(Motorpin3, 1);
digitalWrite(Motorpin4, 0);
delay(analogRead(0)/4 + v);

digitalWrite(Motorpin1, 0);
digitalWrite(Motorpin2, 1);
digitalWrite(Motorpin3, 1);
digitalWrite(Motorpin4, 0);
delay(analogRead(0)/4 + v);

x = x + 1;
a = x * deg;
if (x >= z)
{
x = 0;
}

EEPROM.write(address, x);

lcd.setCursor(2,1);
lcd.print(a);
```

Fuente: Los autores.

Figura 57: Programación tarjeta de control hoja 5.

```
digitalWrite(Motorpin1, 0);
digitalWrite(Motorpin2, 1);
digitalWrite(Motorpin3, 0);
digitalWrite(Motorpin4, 0);
delay(analogRead(0)/4 + v);

digitalWrite(Motorpin1, 0);
digitalWrite(Motorpin2, 1);
digitalWrite(Motorpin3, 0);
digitalWrite(Motorpin4, 1);
delay(analogRead(0)/4 + v);

x = x + 1;
a = x * deg;
if (x >= z)
{
x = 0;
}

EEPROM.write(address, x);

lcd.setCursor(2,1);
lcd.print(a);
digitalWrite(Motorpin1, 0);
digitalWrite(Motorpin2, 0);
digitalWrite(Motorpin3, 0);
digitalWrite(Motorpin4, 1);
delay(analogRead(0)/4 + v);

digitalWrite(Motorpin1, 1);
digitalWrite(Motorpin2, 0);
digitalWrite(Motorpin3, 0);
digitalWrite(Motorpin4, 1);
delay(analogRead(0)/4 + v);

}

if (digitalRead(swantihorario) == HIGH)
```

Fuente: Los autores.

Figura 58: Programación tarjeta de control hoja 6.

```
{
  if (x <= 0)
  {
    x = z;
  }
  x = x - 1;
  a = x * deg;

  EEPROM.write(address, x);

  lcd.setCursor(2,1);
  lcd.print(a);
  digitalWrite(Motorpin1, 1);
  digitalWrite(Motorpin2, 0);
  digitalWrite(Motorpin3, 0);
  digitalWrite(Motorpin4, 1);
  delay(analogRead(0)/4 + v);

  digitalWrite(Motorpin1, 0);
  digitalWrite(Motorpin2, 0);
  digitalWrite(Motorpin3, 0);
  digitalWrite(Motorpin4, 1);
  delay(analogRead(0)/4 + v);

  if (x <= 0)
  {
    x = z;
  }
  x = x - 1;
  a = x * deg;

  EEPROM.write(address, x);

  lcd.setCursor(2,1);
  lcd.print(a);
  digitalWrite(Motorpin1, 0);
  digitalWrite(Motorpin2, 1);
```

Fuente: Los autores.

Figura 59: Programación tarjeta de control hoja 7.

```
digitalWrite(Motorpin3, 0);
digitalWrite(Motorpin4, 1);
delay(analogRead(0)/4 + v);

digitalWrite(Motorpin1, 0);
digitalWrite(Motorpin2, 1);
digitalWrite(Motorpin3, 0);
digitalWrite(Motorpin4, 0);
delay(analogRead(0)/4 + v);

if (x <= 0)
{
  x = z;
}
x = x - 1;
a = x * deg;

EEPROM.write(address, x);

lcd.setCursor(2,1);
lcd.print(a);
digitalWrite(Motorpin1, 0);
digitalWrite(Motorpin2, 1);
digitalWrite(Motorpin3, 1);
digitalWrite(Motorpin4, 0);
delay(analogRead(0)/4 + v);

digitalWrite(Motorpin1, 0);
digitalWrite(Motorpin2, 0);
digitalWrite(Motorpin3, 1);
digitalWrite(Motorpin4, 0);
delay(analogRead(0)/4 + v);

if (x <= 0)
{
  x = z;
}
x = x - 1;
```

Fuente: Los autores.

Figura 60: Programación tarjeta de control hoja 8.

```
a = x * deg;

EEPROM.write(address, x);

lcd.setCursor(2,1);
lcd.print(a);
digitalWrite(Motorpin1, 1);
digitalWrite(Motorpin2, 0);
digitalWrite(Motorpin3, 1);
digitalWrite(Motorpin4, 0);
delay(analogRead(0)/4 + v);

digitalWrite(Motorpin1, 1);
digitalWrite(Motorpin2, 0);
digitalWrite(Motorpin3, 0);
digitalWrite(Motorpin4, 0);
delay(analogRead(0)/4 + v);

}

if (digitalRead(swhorario) == LOW &&digitalRead(swantihorario) ==
{

lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Angulo del MOTOR");
lcd.setCursor(9,1);
lcd.print("Grados");
a = x * deg;

lcd.setCursor(2,1);
lcd.print(a);
delay (100);

digitalWrite(Motorpin1, 0);
digitalWrite(Motorpin2, 0);
digitalWrite(Motorpin3, 0);
digitalWrite(Motorpin4, 0);
```

Fuente: Los autores.

Figura 61: Programación tarjeta de control hoja 9.

```
    if (digitalRead(resetdato) == HIGH) {  
        lcd.clear();  
        x=0;  
    }  
  
    }  
  
}
```

Fuente: Los autores.

A continuación se detalla el listado de materiales utilizados en la tarjeta de control para motor de pasos unipolar.

- 4 transistor TIP31
- 4 disipador para transistor TIP
- 4 mica para transistor TIP
- 1 potenciómetro 1K Ω tipo pastilla
- 1 potenciómetro 10K Ω
- 5 resistencia 10K Ω 1/2w
- 5 resistencia 220 Ω 1/2w
- 3 resistencia 330 Ω 1/2w
- 3 resistencia 150 Ω 1/2w
- 4 diodos IN4005
- 1 pantalla led 2x16
- 4 terminal 3 pines
- 2 terminal 2 pines
- 1 pulsador 2 pines
- 1 microprocesador Arduino
- 1 cristal de cuarzo de 20MHz
- 1 perilla para potenciómetro
- 20 espadín macho
- 2 portafusible
- 1 fusible 0,5 amperios
- 1 fusible 2,5 amperios
- 1 selector 3 posiciones 22mm
- 1 selector 2 posiciones 22mm

3.1.3. CÁLCULO PARA CAPACITOR DE ARRANQUE DE UN MOTOR MONOFÁSICO.

Para realizar el cálculo de un capacitor de arranque de un motor monofásico se requiere la corriente de arranque del devanado auxiliar.

La corriente de arranque se la puede obtener mediante tablas normalizadas o de manera práctica, energizando el motor y proceder con la medición de la corriente utilizando el amperímetro.

Ecuación 3: Cálculo para capacitor de arranque para motor monofásico.

$$C = \frac{10^6 \times I_{ARR. AUX.}}{2\pi F \times E} \text{ [uF]}$$

Fuente: Roberto José Oviedo Díaz, marzo 2009, Manual para participante devanado de motor monofásico, inatec.

Donde:

C = Capacidad del capacitor de arranque en microfaradios.

E = Tensión nominal del motor en voltios.

I = Corriente de arranque del devanado auxiliar.

Para comprobar el diseño del valor del capacitor del motor de arranque por capacitor del banco de pruebas se ingresa los datos en la ecuación 3, tomando como referencia los datos de placa del motor detallada en la tabla 22 y tabla 23 del manual de prácticas (Págs. 133 y 137).

$$C = \frac{10^6 \times (4.4A)}{2\pi(60HZ) \times (110V)} \text{ (uF)}$$

$$C = \frac{4.4 \times 10^6}{41469.02} \text{ (uF)}$$

$$C = 106.10 \text{ uF}$$

El valor del capacitor 106.10uf es un valor aproximado donde el motor puede funcionar en parámetros normales para su aplicación y no tenga algún inconveniente al romper la inercia para poder girar. Este valor es similar al capacitor original del motor.

3.1.4. CÁLCULO PARA CAPACITOR PERMANENTE DE UN MOTOR MONOFÁSICO.

Debido a los distintos criterios de diseño que tienen los fabricantes de motores monofásicos para el cálculo del capacitor permanente se han tomado formulas sobre notas técnicas de constructores de capacitores, donde se expone una idea cercana del valor del capacitor. Por ello es importante aplicar los criterios establecidos por el fabricante.

Para determinar el valor del capacitor se puede considerar que por cada CV de potencia, un motor de arranque por capacitor permanente requiere aproximadamente 1 KVAR, mediante la ecuación 4 determinaremos la potencia reactiva del capacitor:

Ecuación 4: Consideración para cálculo de potencia capacitor.

$$Q_c = 1.35 \times P \text{ [Kvar]}$$

Recuperado de: http://www.lifasa.es/descargas/es/not_tec_motor_e.pdf

Donde:

Q_c = Potencia del capacitor en Kvar.

P = Potencia del motor en Kw.

Como la potencia reactiva de un capacitor viene dada por:

Ecuación 5: Potencia reactiva de capacitor.

$$Q_c = U_c^2 \times 2\pi \times F \times C \times 10^{-9} \text{ [Kvar]}$$

Recuperado de: http://www.lifasa.es/descargas/es/not_tec_motor_e.pdf

Donde:

U_c = Tensión del capacitor en V.

C = Capacidad del condensador en uF.

La tensión en bornes del capacitor se puede calcular mediante la corriente del devanado de arranque.

Ecuación 6: Tensión de capacitor.

$$U_C^2 = \frac{I_A^2 \times 10^6}{2\pi F \times C} \quad [V]$$

Recuperado de: http://www.lifasa.es/descargas/es/not_tec_motor_e.pdf

Donde:

I_A = Corriente nominal del devanado auxiliar.

La ecuación 6 se reemplaza en la ecuación 5 y se despeja el C que es la capacidad del condensador permanente que se requiere en el cálculo y queda de la siguiente forma:

Ecuación 7: Cálculo para capacitor permanente para motor monofásico.

$$C = \frac{I_A^2 \times 10^3}{2\pi F \times Q_C} \quad (\text{uf})$$

Recuperado de: http://www.lifasa.es/descargas/es/not_tec_motor_e.pdf

Para el diseño del valor del capacitor del motor de arranque por capacitor permanente del banco de pruebas, se toman como referencia los datos de placa del motor detallada en la tabla 28 y los datos de pruebas de las tablas 29 y 30 (Págs. 151, 156 y 157).

Se calcula potencia reactiva del capacitor

$$Q_C = 1.35 \times (0.373 \text{Kw})$$

$$Q_C = 1.35 \times (0.373 \text{Kw})$$

$$Q_C = 0.5 \text{Kvar}$$

Se reemplaza el valor encontrado de la potencia reactiva en la ecuación

$$C = \frac{(0.69A)^2 \times 10^3}{2\pi(60) \times 0.5 \text{Kvar}}$$

$$C = \frac{(0.69A)^2 \times 10^3}{2\pi(60) \times 0.5Kvar}$$

$$C = 3.66\mu F$$

El valor del capacitor 3.66uf, está en el mínimo valor en que el motor puede funcionar.

3.1.5. DISEÑO DE PROTECCIONES PARA BANCO DE PRUEBAS.

- **CÁLCULO DE BLOQUE DE PROTECCIONES PARA LOS MOTORES.**

Se toma conceptos y ecuaciones principales para realizar el diseño de las protecciones de cada motor de acuerdo a la placa de datos. Si no se indica en la placa de datos la corriente nominal hay que realizar el respectivo cálculo con la siguiente ecuación:

Ecuación 8: Corriente nominal del motor.

$$I_{NOMINAL} = \frac{W}{V} \quad [A]$$

Fuente: Autores.

Dónde:

I= Corriente nominal del motor.

W= Potencia activa del motor en vatios.

V= Voltaje que se energiza la maquina en voltios.

La corriente nominal se multiplica por un valor de 1.15 que se muestra en la ecuación 9. El valor 1.15 es un factor de servicio que significa que el motor puede sobrecargarse continuamente operando al 115% de carga continua sin dañarse.

Ecuación 9: Capacidad de protección.

$$Cp = I_{NOMINAL} \times Fs$$

Fuente: Autores.

Donde:

C_p = Capacidad de protección

F_s = Factor de servicio constante 1.15

- **PROTECCIÓN DE MOTOR DE ARRANQUE POR DEVANADO AUXILIAR.**

Se toma el valor de corriente nominal 2.7A de la placa de datos tabla 20 (ver página 126) y se tiene:

$$C_p = 2.7A \times 1.15$$

$$C_p = 3.105A \approx 4A$$

La protección que debe conectarse en el motor es un disyuntor de 1P – 4A.

- **PROTECCIÓN DE MOTOR DE ARRANQUE POR CAPACITOR.**

Como este motor se puede energizar a 110v y 220v se debe calcular 2 protecciones diferentes.

- Cuando trabaja a 110v se toma el valor de corriente nominal 5A de la placa de datos tabla 22 (ver página 133) y se tiene:

$$C_p = 5A \times 1.15$$

$$C_p = 5.75A \approx 6A$$

La protección que debe conectarse en el motor es un disyuntor de 1P – 6A.

- Cuando trabaja a 220v se toma el valor de corriente nominal 2.5A de la placa de datos tabla 25 (ver página 142) y se tiene:

$$C_p = 2.5A \times 1.15$$

$$C_p = 2.875A \approx 4A$$

La protección que debe conectarse en el motor es un disyuntor de 1P – 4A.

- **PROTECCIÓN DE MOTOR DE ARRANQUE POR CAPACITOR PERMANENTE.**

Se toma el valor de corriente nominal 2.5A de la placa de datos tabla 28 (ver página 151) y se tiene:

$$Cp = 2.5A \times 1.15$$

$$Cp = 2.875A \approx 4A$$

La protección que debe conectarse en el motor es un disyuntor de 1P – 4A.

- **PROTECCIÓN DE INDUCCIÓN DE POLOS SOMBREADOS.**

Se toma el valor de corriente nominal 2.5A de la placa de datos tabla 32 (ver página 162) y se tiene:

$$I_{NOMINAL} = \frac{20W}{115V}$$

$$I_{NOMINAL} = 0.17A$$

Por lo tanto la protección se obtiene:

$$Cp = 0,17A \times 1.15$$

$$Cp = 0.2 \approx 1A$$

La protección que debe conectarse en el motor es un disyuntor de 1P – 1A.

- **PROTECCIÓN DE MOTOR UNIVERSAL.**

Se toma los valores de la placa de datos tabla 35 (ver página 170), se obtiene la corriente nominal:

$$I_{NOMINAL} = \frac{500W}{110V}$$

$$I_{NOMINAL} = 4.55A$$

Calculando la protección:

$$Cp = 4.55 \times 1.15$$

$$Cp = 5.22 \approx 6A$$

La protección que debe conectarse en el motor es un disyuntor de 1P – 6A.

- **PROTECCIÓN DE VENTILADOR DE TUMBADO.**

Se usa los valores de la placa de datos tabla 39 (ver página 179), se calcula la corriente nominal:

$$I_{NOMINAL} = \frac{75W}{110V}$$

$$I_{NOMINAL} = 0.68A$$

Calculando la protección:

$$Cp = 0.68 \times 1.15$$

$$Cp = 0.78 \approx 1A$$

La protección que debe conectarse en el motor es un disyuntor de 1P – 1A.

- **PROTECCIÓN MOTOR PASO A PASO UNIPOLAR.**

Se toma el valor de corriente nominal 2.1A de la placa de datos tabla 46 (ver página 190) y se tiene:

$$Cp = 2.1A \times 1.15$$

$$Cp = 2.415 A \approx 2.5A$$

La protección que debe conectarse fusible de 2.5A.

- **PROTECCIÓN PRINCIPAL PARA VARIADOR DE VOLTAJE.**

Se requiere la corriente nominal del equipo que suministra la potencia eléctrica al banco de pruebas. Esta corriente se la obtiene con la siguiente ecuación:

Ecuación 10: Corriente nominal del variador de voltaje.

$$I_n = \frac{VA}{V} \quad [A]$$

Fuente: Autores.

Donde:

I_n = Corriente nominal.

VA= capacidad generada o suministrada en voltios amperios.

V= voltaje que se energiza la maquina en voltios.

La corriente que se calcula y se reemplaza en la ecuación 10, para el valor de la protección a elegir.

$$I = \frac{3000VA}{250v}$$

$$I = 12A$$

Calculando la protección:

$$C_p = 12A \times 1.15$$

$$C_p = 13.8A \quad \approx \quad 16A$$

La protección que debe conectarse al variador de voltaje es un disyuntor de 2P – 16A.

- **ARRANCADOR DIRECTO.**

El arrancador directo se considera para realizar las prácticas con los motores de fase partida de mayor consumo. El arrancador incluye: 1 luz piloto verde para indicar encendido, 1 luz piloto roja para indicar falla térmica, 1 selector para encendido y apagado, 1 contactor de 18 amperios y 1 relé térmico.

El relé térmico se dimensiona con la corriente nominal de 2.7 amperios.

$$Cp = 2.7A \times 1.25$$

$$Cp = 3,37A \approx 4A$$

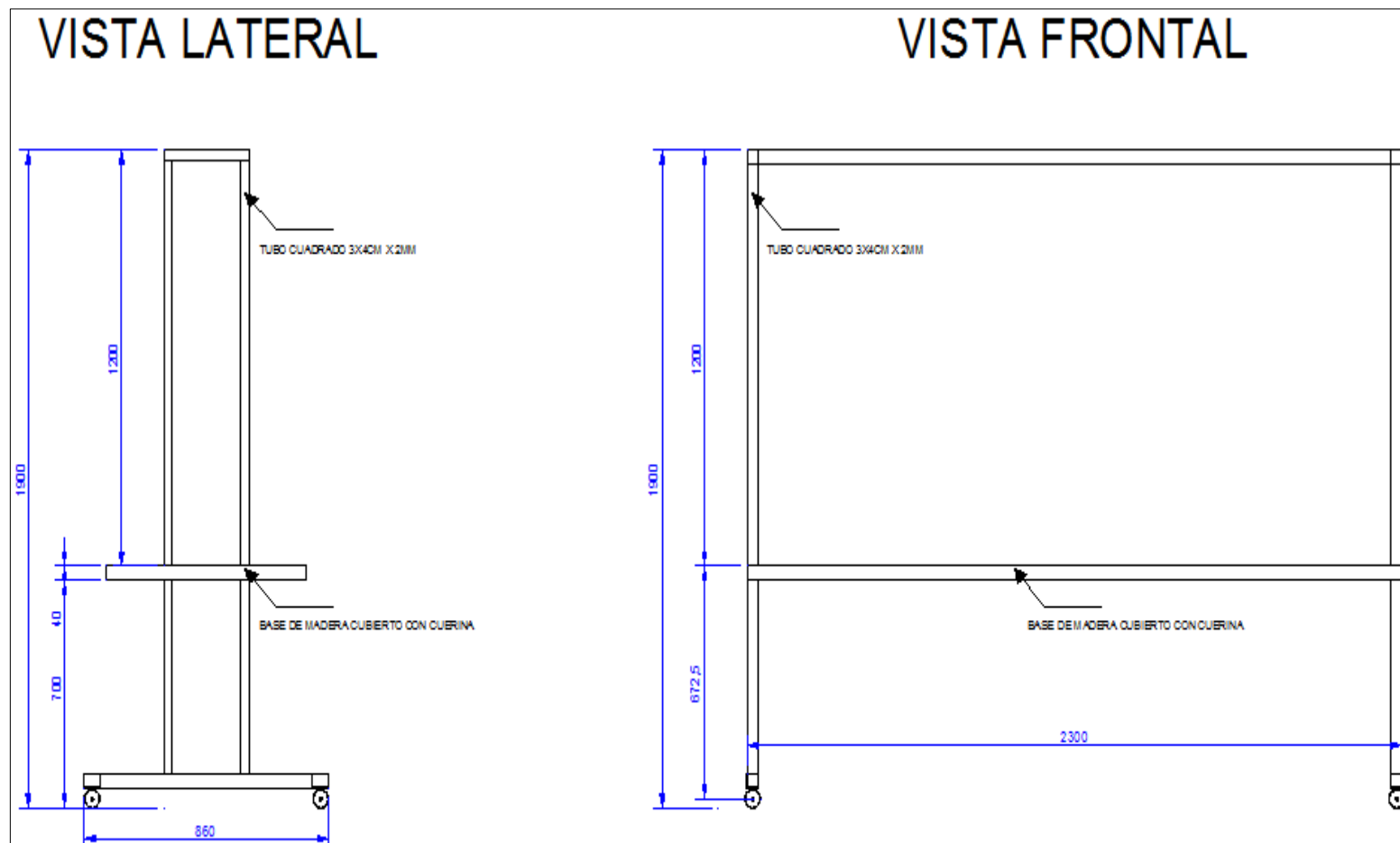
La protección que debe conectarse al arrancador es relé térmico de 2.5 – 4 amperios.

3.2. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Toda vez que se aprobó el diseño eléctrico del proyecto con la colaboración del tutor y docentes de la carrera de ingeniería eléctrica, se procede a la construcción mecánica de la base y mesa de trabajo, como se muestra en la figura 62.

La estructura metálica se realiza en taller ubicado en la Ciudad de Durán, es decir; se da forma a la base de soporte de los elementos y mesa de trabajo. Para unificar la estructura del tablero con respecto a la mesa de trabajo se usa pernos hexagonales de 4" x 5/16" a fin de que el banco sea desmontable y de fácil transportación.

Figura 62: Plano mesa de trabajo.



Fuente: Los Autores.

A continuación se describe los materiales:

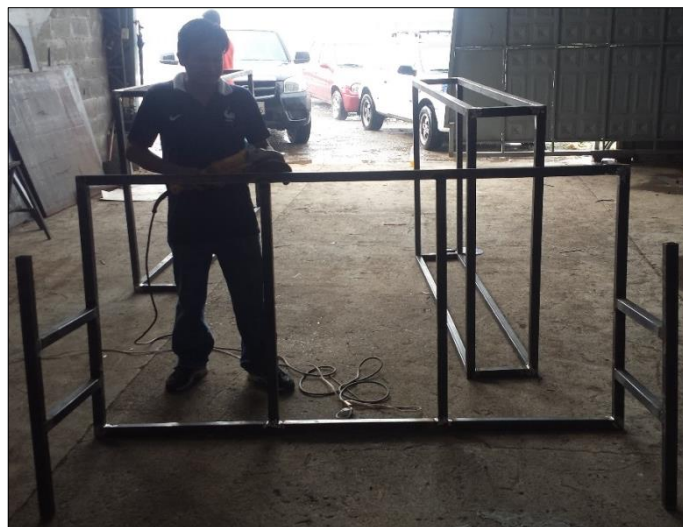
- Plancha metálica de hierro negro de ancho=230cm x alto= 120cm x espesor= 3mm.
- Tubo cuadrado de hierro negro de 1/1/2" x espesor= 2mm.
- Tubo cuadrado de hierro negro de 3/4" x espesor= 2mm.
- Soldadura 6011.

Figura 63: Construcción base metálica para elementos.



Fuente: Los Autores.

Figura 64: Construcción mesa de trabajo.



Fuente: Los Autores.

Figura 65: Estructura y mesa del banco de pruebas.



Fuente: Los Autores.

La lámina se imprime en material de lona a escala 1:1. Esta lona es de guía y se adjunta a la base metálica a fin de marcar las perforaciones y calados necesarios para ubicar los elementos.

Figura 66: Marcación de puntos y cortes en plancha metálica.



Fuente: Los Autores.

En la marcación se usa puntero y martillo, los puntos quedan inscritos en la plancha y se procede a verificar con escuadra la posición y medidas de cada elemento. Con taladro y caladora se realiza las perforaciones y cortes tal como se aprecia en la figura 67.

Figura 67: Perforaciones y calados en plancha metálica.



Fuente: Los Autores.

Figura 68: Plancha metálica perforada.



Fuente: Los Autores.

Se acopla soportes elaborados con platina de $\frac{1}{2}$ " x 3mm, soldados a la plancha metálica. Estos soportes sirven para sujetar breakers riel din, arrancador, analizador, control de velocidad y demás elementos.

La masilla plástica roja sirve para corregir fallas por soldadura y virutas. Una vez que se corrigen las fallas nuevamente se aplica fondo sintético.

Figura 69: Corrección de fallas en el banco.



Fuente: Los Autores.

Figura 70: Mesa de trabajo, tablero de plywood y cuerina negra.



Fuente: Los Autores.

Figura 71: Estructura y mesa fondeada.



Fuente: Los Autores.

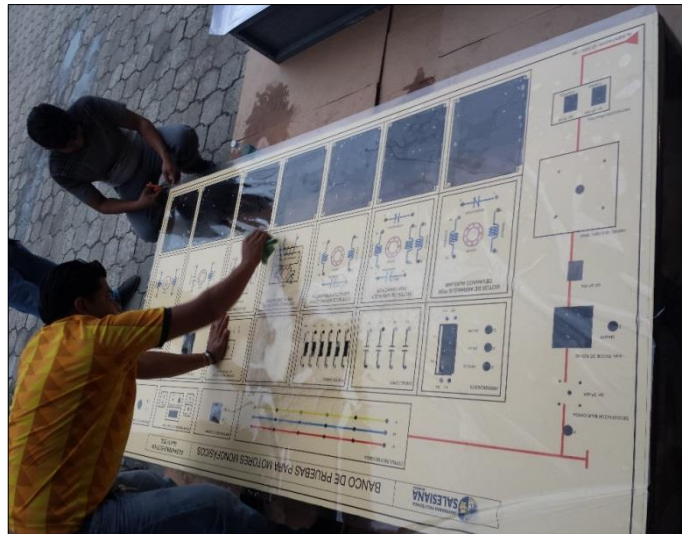
Para terminar la construcción del banco se imprime en material vinil el plano del proyecto a escala real para adherir al tablero, el vinil lleva colocado los nombres de los equipos a instalar, capacidad, nomenclatura, simbología, líneas de conexiones, etc. En la figura 73 podemos observar la instalación del vinil con ayuda de agua con jabón.

Figura 72: Impresión en Vinil.



Fuente: Los Autores.

Figura 73: Colocación de Vinil.



Fuente: Los Autores.

3.3. SECUENCIA DE INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS Y ELEMENTOS.

Después de terminar la parte de construcción de la estructura se procede a realizar la colocación de elementos y equipos.

Figura 74: Montaje de Elementos, Borneras y Acrílicos.



Fuente: Los Autores.

Figura 75: Montaje de Motores.



Fuente: Los Autores.

Figura 76: Montaje de Canaletas.



Fuente: Los Autores.

3.4. SECUENCIA DE CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LOS EQUIPOS Y ELEMENTOS.

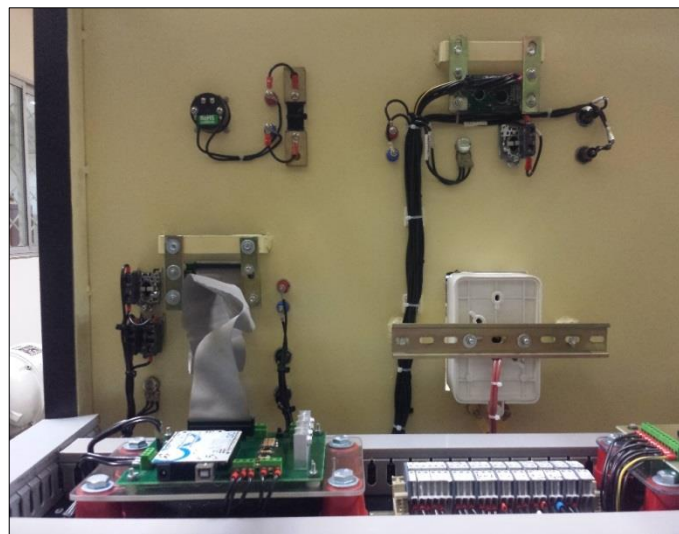
La conexión eléctrica de: alimentación principal, equipos de control, fuerza, tarjetas electrónicas, se realiza de acuerdo a los diagramas de conexiones y manuales de equipos.

Figura 77: Conexión elementos de control.



Fuente: Los Autores.

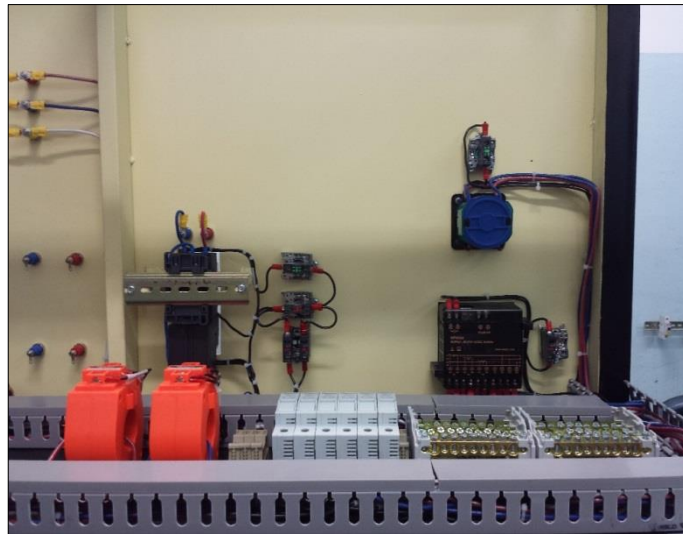
Figura 78: Conexión tarjeta electrónica control de pasos.



Fuente: Los Autores.

Para facilitar las conexiones eléctricas de las tarjetas electrónicas se utilizan borneras de riel din y cable flexible THHN # 18 AWG. Los cables se machinan con terminales tipo; ojo, punta y pin.

Figura 79: Conexión distribuidor de carga, control y fuerza.



Fuente: Los Autores.

Figura 80: Conexión motores.



Fuente: Los Autores.

3.5. INVENTARIOS DE EQUIPOS Y ACCESORIOS.

Se detallan los elementos y accesorios que se colocaron para construir el banco de pruebas de motores monofásicos a continuación:

CANT.	EQUIPOS	CANT.	EQUIPOS
1	Analizador de red	2	Transformador de corriente 30:5A
3	Distribuidor de carga 4P-125A	1	Amperímetro analógico 0-10Aac
1	Variac monofásico 3KVA 0-250Vac	1	Amperímetro analógico 0-3Adc
4	Selector 22mm 2 posiciones	1	Fuente Regulable 0-24VDC
1	Selector 22mm 3 posiciones	1	Tarjeta de control de motor de paso
1	Seccionador bajo carga 3P-32 A	1	Control de velocidad Motor Universal
2	Luz piloto 22mm color verde	1	Control de Velocidad Motor de tumbado
1	Luz piloto 22mm color rojo	1	Motor monofásico de arranque por devanado auxiliar
1	Contactador 18A bobina 220V	1	Motor monofásico de arranque por capacitor
1	Relé térmico 2,4-4A	1	Motor monofásico de arranque por capacitor permanente
1	Capacitor de marcha	1	Motor monofásico de polos sombreados
1	Capacitor de marcha	1	Motor universal
1	Capacitor permanente	1	Motor monofásico de ventilador de tumbado
1	Capacitor permanente	1	Motor de paso a paso unipolar 2,5V 2,1Adc 1,8°
2	Breaker de 2P-16A	18	Conector Jack banana 4mm negro
1	Breaker de 2P-2A	4	Canaleta ranurada 40x40mm
1	Breaker de 1P-2A	1	Canaleta ranurada 60x40mm
2	Breaker de 1P-1A	10	Aislador de barra 30x45mm
1	Breaker de 1P-2A	1	Funda de espiral transparente 8mm
2	Breaker de 1P-4A	1	Funda de base adhesiva 18x18mm
1	Breaker de 1P-6A	2	Funda de terminal de ojo amarillo
6	Base de fusible 32A 10x38mm	2	Funda de terminal puntero azul
6	Fusible 1A 10x38mm	2	Funda de terminal puntero amarillo
2	Fusible de cristal 0,5A	1	Funda de terminal u azul

1	Fusible de cristal dc 5A		40	Borneras 3,31mm ²
1	Fusible de cristal dc 2,5A		40	Borneras 5,26mm ²
38	Conector Jack banana 4mm rojo		4	Funda de amarras plásticas 10cm
26	Conector Jack banana 4mm azul		300	Tornillo punta de broca 1/4" x 1/2"
21	Conector Jack banana 4mm amarillo		1	Toma industrial sobrepuesta 4P-32A

3.6. PRESUPUESTO.

CANT.	UNID.	DESCRIPCIÓN	P.U.	P.T.
1	U	ESTRUCTURA METÁLICA	700,00	700,00
1	U	MESA DE TRABAJO	300,00	300,00
2	U	BREAKER RIEL DIN 2 POLOS 16 AMPERIOS	21,12	42,24
1	U	BREAKER RIEL DIN 2 POLOS 2 AMPERIOS	31,58	31,58
2	U	BREAKER RIEL DIN 1 POLOS 1 AMPERIOS	11,48	22,96
2	U	BREAKER RIEL DIN 1 POLOS 2 AMPERIOS	11,48	22,96
2	U	BREAKER RIEL DIN 1 POLOS 4 AMPERIOS	11,48	22,96
1	U	VARIAC MONOFÁSICO 0-250 VOLTIOS 3KVA	350,00	350,00
1	U	ANALIZADOR DE RED	435,50	435,50
1	U	AMPERÍMETRO ANALÓGICO 0-10 AAC	20,00	20,00
1	U	AMPERÍMETRO ANALÓGICO 0-3 ADC	20,00	20,00
1	U	INTERRUPTOR DE FUERZA 2 POLOS 32 AMPERIOS	40,67	40,67
3	U	LUZ PILOTO VERDE 22MM 220V	21,41	64,23
1	U	LUZ PILOTO ROJA 22MM 220V	21,41	21,41
3	U	SELECTOR 2 POSICIONES 22MM	16,24	48,72
1	U	CONTACTOR 9 AMPERIOS BOBINA 220V	26,42	26,42
1	U	RELÉ TÉRMICO	36,72	36,72
1	U	POTENCIÓMETRO 5K	12,00	12,00
4	U	CAPACITORES 220V VARIAS CAPACIDADES	15,00	60,00
1	U	CONTROL DE TRES VELOCIDADES PARA MOTOR DE LICUADORA	30,00	30,00
1	U	CONTROL DE VELOCIDAD MOTOR VENTILADOR DE TUMBADO	28,00	28,00
1	U	FUENTE REGULABLE 0-24VDC 10 AMPERIOS	161,38	161,38
1	U	TARJETA DE CONTROL PARA MOTOR DE PASO	290,00	290,00
1	U	MOTOR DE ARRANQUE POR DEVANADO AUXILIAR	140,00	140,00
1	U	MOTOR DE ARRANQUE POR CAPACITOR	80,00	80,00
1	U	MOTOR DE ARRANQUE POR CAPACITOR PERMANENTE	80,00	80,00
1	U	MOTOR DE POLO SOMBREADO	40,00	40,00
1	U	MOTOR UNIVERSAL	70,00	70,00
1	U	MOTOR VENTILADOR DE TUMBADO	120,00	120,00
1	U	MOTOR DE PASO	200,00	200,00

120	U	CONECTOR BANANA MACHO Y HEMBRA	2,50	300,00
50	MTS	CABLE FLEXIBLE # 10 THHN 600V	0,80	40,00
100	MTS	CABLE FLEXIBLE # 12 THHN 600V	0,70	70,00
100	MTS	CABLE FLEXIBLE # 14 THHN 600V	0,48	48,00
100	MTS	CABLE FLEXIBLE # 18 THHN 600V	0,35	35,00
3	U	CANAleta RANURADA 60X60MM	9,56	28,68
100	U	TERMINAL DE OJO PARA CABLE # 10-12	0,12	12,00
100	U	TERMINAL TIPO U PARA CABLE # 10-12	0,12	12,00
200	U	TERMINAL TIPO U PARA CABLE #18	0,12	24,00
100	U	AMARRAS PLÁSTICAS	0,10	10,00
100	U	BASES ADHESIVAS	0,12	12,00
2	U	FUNDA DE ESPIRAL TRANSPARENTE 8MM	8,12	16,24
3	U	CINTA AISLANTE 3M 20Y	1,25	3,75
1	U	CLAVIJA INDUSTRIAL SOBREPUESTA (TOMACORRIENTE) 3 POLOS 32 AMP	14,00	14,00
1	U	CLAVIJA INDUSTRIAL EXTENSIÓN (ENCHUFE) 3 POLOS 32 AMP	14,00	14,00
1	U	ACCESORIOS	120,57	120,57
			SUBTTA:	4277,99
			IVA 12%:	513,36
			TOTAL:	4791,34

CAPÍTULO IV MANUAL DE PRÁCTICAS

4.1. GUÍA DE PRÁCTICAS PARA PRUEBAS DEL BANCO.

PRÁCTICA 1: Mantenimiento y seguridad del banco.

PRÁCTICA 2: Comprobación de funcionamiento de elementos.

PRÁCTICA 3: Prueba a vacío motor monofásico de arranque por devanado auxiliar.

PRÁCTICA 4: Prueba a vacío a menor tensión de motor monofásico de arranque por capacitor.

PRÁCTICA 5: Prueba a vacío a mayor tensión de motor monofásico de arranque por capacitor.

PRÁCTICA 6: Prueba a vacío motor monofásico de arranque por capacitor permanente.

PRÁCTICA 7: Prueba a vacío y rotor bloqueado de motor de inducción de polo sombreados.

PRÁCTICA 8: Prueba a vacío motor universal de corriente alterna.

PRÁCTICA 8: Prueba a vacío de motor ventilador de tumbado.

PRÁCTICA 10: Prueba a vacío motor paso a paso unipolar.

4.2. PRÁCTICA NO. 1: MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DEL BANCO.

4.2.1. DATOS INFORMATIVOS.

- **MATERIA:** Máquinas Eléctricas
- **PRÁCTICA N° 1**
- **NÚMERO DE ESTUDIANTES:** 20
- **NOMBRE DOCENTE:**
- **TIEMPO ESTIMADO:** 2 Horas

4.2.2. DATOS DE LA PRÁCTICA.

- **TEMA:** Normas de seguridad del Banco de pruebas para motores monofásicos.
- **OBJETIVO GENERAL:**

Identificar las normas de seguridad que se deben considerar para la manipulación de los equipos y elementos del Banco de pruebas para motores monofásicos.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Implementar normas de seguridad para el buen uso de los elementos instalados en el Banco de pruebas para motores monofásicos.

Verificar el buen funcionamiento de los elementos instalados en el Banco de pruebas de motores monofásicos.

- **MARCO TEÓRICO.**

Principio de funcionamiento de los elementos que se encuentran en el Banco de pruebas para motores monofásicos.

- **MARCO PROCEDIMENTAL.**

Verificar mediante inspección visual, el estado de todos los elementos que conforman en el Banco de pruebas para motores monofásicos.

Comprobar el funcionamiento de los elementos del Banco de pruebas para motores monofásicos por medio de los parámetros de operación y normas de seguridad que se describen en este capítulo.

Tomar las medidas de seguridad en caso que falle algún dispositivo o equipo del banco de pruebas.

- **CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO.**

Introducción al funcionamiento del banco de pruebas.

Conocer las aplicaciones posibles del banco de pruebas para motores monofásicos.

Conocer las normas de seguridad para este banco.

Seleccionar los dispositivos a implementar de acuerdo a la práctica asignada.

Aplicar los conocimientos adquiridos en las materias de especialidad a fin de reconocer los equipos, símbolos, diagramas eléctricos.

- **RECURSOS UTILIZADOS.**

Banco de pruebas para motores monofásicos.

Equipos de medición: Multímetro y Amperímetro del laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales y resultados.

Cables banana de 4mm.

Fuente de alimentación del laboratorio.

Figura 81: Banco de pruebas para motores monofásicos.



Fuente: Los Autores.

4.2.3. NORMAS DE SEGURIDAD DE LOS ELEMENTOS

- **ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA.**

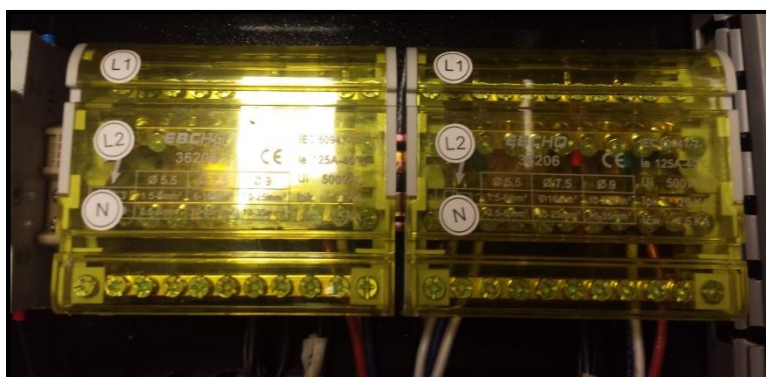
La alimentación eléctrica se realiza mediante toma y enchufe industrial, estandarizado para los laboratorios de máquinas; 4 polos 32 amperios. En la figura 82, se muestra una toma industrial, instalado estratégicamente para energizar el Banco de pruebas, este accesorio suministra la energía para el accionamiento de los diversos equipos y dispositivos de control y fuerza del banco.

Figura 82: Alimentación eléctrica.



Fuente: Los Autores.

Figura 83: Distribuidor de cargas para Control y Fuerza



Fuente: Los Autores.

Normas de seguridad para la operación del equipo:

- La conexión de la alimentación eléctrica se la debe realizar con los disyuntores principales de fuerza y de control en posición off.
- Si la toma industrial, conductor, interruptor u cualquier elemento de la acometida de alimentación y del banco en general que presenten averías en el aislamiento, se debe eliminar la falla para evitar descargas eléctricas y accidentes.
- Evitar el contacto físico con los terminales de conexión de los distribuidores de carga.

- **DISYUNTORES.**

Los disyuntores o interruptores automáticos se encargan de la protección contra sobre corrientes y cortocircuito cuando ocurra una falla, de tal forma que protejan a las personas, equipos e instalaciones eléctricas del banco.

El banco tiene diferentes capacidades de disyuntores para protección principal de los circuitos de control y fuerza, variac, motores, arrancador, juego de barras de conexión, tarjetas electrónicas.

Figura 84: Disyuntor.



Fuente: Los Autores

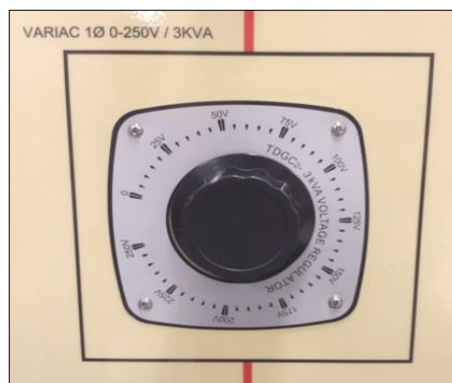
Normas de seguridad para la operación del equipo:

- La conexión de las cargas se deben realizar con los disyuntores en posición off.
- Si al momento de conectar una carga, el breaker se tripea o no cierra, se debe verificar si existe alguna falla, antes de reintentar el cierre.

- **VARIADOR DE TENSIÓN MONOFÁSICO.**

El autotransformador monofásico variable tipo toroidal o comercialmente conocido como variac, es el que suministra la potencia y voltaje de trabajo de forma regulada para cada práctica.

Figura 85: Variador de tensión Monofásico.



Fuente: Los Autores.

Figura 86: Variador de tensión vista posterior



Fuente: Los Autores

Normas de seguridad para la operación del equipo:

- Verificar en la parte posterior de banco, que los conductores y terminales de conexión estén en buen estado.
- Comprobar el nivel de voltaje de salida, con en el analizador de red y con el multímetro de laboratorio.
- Verificar que no exista ningún cable suelto ya que esto podría ocasionar accidentes.

- **ANALIZADOR DE RED.**

Este equipo sirve para medir los distintos parámetros eléctricos como; voltajes, corrientes, frecuencia, potencias, factor de potencia, energía.

El analizador SELEC MFM384 está programado para una red monofásica de forma que las señales de corriente las adquiere por medio de 2 transformadores de corriente de 30:5A. Las señales de voltajes están protegidas por fusibles tipo cartucho de acción rápida.

Figura 87: Analizador de red.



Fuente: Los Autores.

Figura 88: Cableado analizador de red.



Fuente: Los Autores.

Normas de seguridad para la operación del equipo:

- Verificar que los fusibles de protección del equipo estén en buen estado.
- Verificar en la parte posterior de banco, que los conductores y terminales de conexión estén en buen estado.

- **SECCIONADOR BAJO CARGA.**

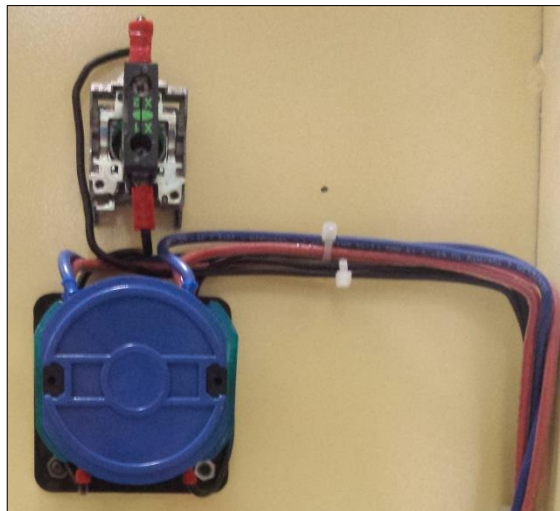
El seccionador o interruptor de fuerza suministra potencia eléctrica al juego de barras, donde se conectan las respectivas cargas. Cuando el interruptor cierra, la luz indicadora se enciende para señalar la presencia de voltaje en las barras.

Figura 89: Interruptor de Fuerza.



Fuente: Los Autores

Figura 90: Interruptor de fuerza vista posterior.



Fuente: Los Autores.

Normas de seguridad para la operación del equipo:

- Verificar el buen funcionamiento de los cables y terminales, a fin de evitar falso contacto y como consecuencia se dañen las cargas conectadas.
- Comprobar los valores de tensión de entrada y de salida del dispositivo.
- Verificar conexiones y funcionamiento de las luces piloto.
- Verificar el nivel de tensión antes de manipular los terminales y conductores de la parte posterior.

- **ARRANCADOR DIRECTO.**

El arrancador directo está conformado, por un contactor, relé térmico, luces piloto, selector de posición. Este conjunto permite la conexión de los motores monofásicos de mayor potencia.

Figura 91: Arrancador.



Fuente: Los Autores.

Normas de seguridad para la operación del equipo:

- Verificar en la parte posterior de banco, que los conductores y terminales de conexión estén en buen estado.
- Comprobar el buen funcionamiento de los elementos del control.
- Verificar conexiones y funcionamiento de las luces piloto.

- **AMPERÍMETRO ANALÓGICO.**

Se implementa dos amperímetros analógicos para mediciones de corrientes en AC y DC.

Figura 92: Amperímetro analógico AC



Fuente: Los Autores.

Figura 93: Amperímetro DC.



Fuente: Los Autores.

Normas de seguridad para la operación del equipo:

- Verificar en la parte posterior de banco, que los conductores y terminales de conexión estén en buen estado.
- Verificar el buen funcionamiento de los conectores banana, a fin de evitar falso contacto que dañe el equipo.

- **JUEGO DE BARRAS DE VOLTAJE REGULADO L1-L2 + N.**

El juego de barras sirve para alimentar todos los dispositivos del banco de pruebas. El voltaje variable que suministra el variac se conecta internamente con las líneas L1

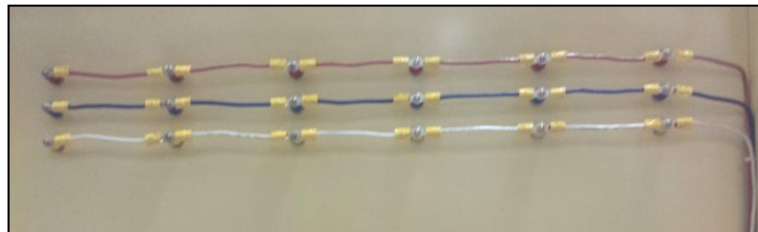
y L2 del juego de barras, siendo el N el neutro del sistema. Todas las borneras tienen continuidad y están listas para hacer utilizadas.

Figura 94: Distribuidor de carga vista frontal.



Fuente: Los Autores.

Figura 95: Distribuidor de carga vista posterior.



Fuente: Los Autores.

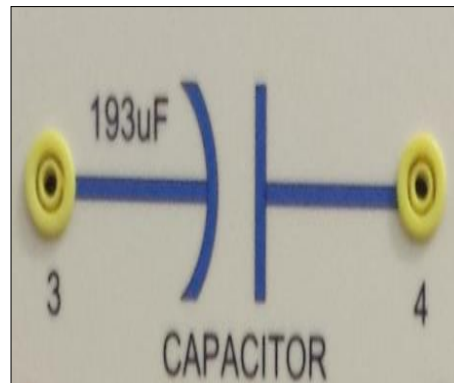
Normas de seguridad para la operación del equipo:

- Verificar en la parte posterior de banco, que los conductores y terminales de conexión estén en buen estado.
- Verificar el buen funcionamiento de los conectores banana, a fin de evitar falso contacto que dañe el equipo.
- Evitar conexiones eléctricas en la parte posterior de banco, si las barras están energizadas.

- **CAPACITOR.**

El banco dispone de capacitores tipos; permanente y de arranque para las distintas aplicaciones de los motores propuestos.

Figura 96: Capacitor de arranque.



Fuente: Los Autores.

Normas de seguridad para la operación del equipo:

- Verificar en la parte posterior de banco, que los conductores y terminales de conexión estén en buen estado.
- Descargar los capacitores antes de cualquier contacto físico. Los capacitores son almacenadores de voltaje que pueden ocasionar quemaduras.

- **MOTORES.**

Para las prácticas el banco dispone de 7 motores monofásicos. Como medida de seguridad los motores están aislados con un protector acrílico de 4mm.

Figura 97: Motor de fase partida.



Fuente: Los Autores.

Normas de seguridad para la operación del equipo:

- Verificar en la parte posterior de banco, que los conductores y terminales de conexión estén en buen estado y conectados.
- Verificar que el acrílico de protección este en buen estado.
- No tocar el eje cuando el motor este energizado.
- Cuando el motor esté funcionando en un sentido este debe parar totalmente para realizar la inversión de giro de este motor.

- **TARJETAS ELECTRÓNICAS.**

Para las prácticas con el motor de paso a paso unipolar, se dispone de una tarjeta electrónica donde se arma la circuitería para una fuente de voltaje 0-24Vdc. También se cuenta con una tarjeta de control del motor de pasos.

Figura 98: Fuente regulable.



Fuente: Los Autores

Normas de seguridad para la operación del equipo:

- Verificar en la parte posterior de banco, que los conductores y terminales de conexión estén en buen estado y conectados.
- No tocar los dispositivos electrónicos cuando esté en funcionamiento las respectivas tarjetas, todo esto debe ser supervisado por el docente.

- Verificar el estado de los fusibles de protección.

4.2.4. NORMAS DE SEGURIDAD CON LOS ELEMENTOS ELÉCTRICOS

- Antes de manipular los equipos y elementos del banco de pruebas tome todas las medidas de precaución que el docente el indique.
- No utilice cables de conexión en mal estado.
- No manipule los equipos y elementos que le indique el docente.
- Si algún cable de los dispositivos esta suelto indique al docente.
- Antes de energizar el banco de pruebas asegúrese que todo este correctamente conectado.
- Nunca manipule ninguno de los elementos del banco de pruebas para motores monofásicos con las manos mojadas o húmedas.
- No utilice cables empalmados o rotos, ya que podría haber accidentes durante las pruebas.
- Verifique que los distribuidores de carga y borneras no estén golpeadas ni rotas.
- No tocar la parte posterior del variador de voltaje si esta energizado ya que podría sufrir una descarga.
- Antes de comenzar a realizar prácticas en el banco de pruebas primero revisar circuitos de control y fuerza.
- Si va a realizar cambios a un circuito hágalo cuando el disyuntor este en la posición off.
- Si ve que en algún elemento comienza a salir humo, baje los disyuntores inmediatamente e informar al docente.

- En caso de falla, se accionan los breakers tanto el del banco de pruebas como el del panel de distribución.
- Si no entiende la conexión de algún elemento pedir ayuda al docente.

4.2.5. NORMAS DE SEGURIDAD DENTRO DEL LABORATORIO

- No ingresar alimentos y bebidas al laboratorio.
- No ingresar personas que no sean de la materia de máquinas eléctricas.
- No manipular equipos del laboratorio si el docente no le autoriza.

- **CRONOGRAMA/CALENDARIO.**

De acuerdo a la planificación de cada docente.

- **CUESTIONARIO.**

¿Indique que seguridad debe tener con los equipos y dispositivos del banco?

¿Qué elemento es más utilizado a nivel industrial para la protección de motores eléctricos y explique su funcionamiento?

¿Indique que se debe hacer si sale humo de uno de los equipos del banco?

¿Por qué no se debe usar cables empalmados?

¿Cuáles son las normas básicas de seguridad industrial?

¿Qué es una descarga eléctrica y explique si esto se puede dar en el laboratorio?

4.3. PRÁCTICA NO. 2: COMPROBACIÓN DE FUNCIONAMIENTO DE ELEMENTOS.

4.3.1. DATOS INFORMATIVOS

- **MATERIA:** Máquinas Eléctricas
- **PRÁCTICA N° 2**
- **NÚMERO DE ESTUDIANTES:** 20
- **NOMBRE DOCENTE:**
- **TIEMPO ESTIMADO:** 2 Horas

4.3.2. DATOS DE LA PRÁCTICA

- **TEMA:** Comprobación de funcionamiento de elementos del banco de pruebas para motores monofásicos.
- **OBJETIVO GENERAL:**

Conocer el funcionamiento de los equipos y elementos del banco de pruebas para motores monofásicos.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Identificar los bloques de elementos que forman el banco de pruebas.

Energizar cada uno de los elementos y verificar su correcto funcionamiento.

- **MARCO TEÓRICO**

Funcionamiento de cada dispositivo.

Normas de seguridad de un laboratorio.

Normas de procedimientos para un laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales.

Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.

- **MARCO PROCEDIMENTAL.**

Revisar y analizar el correspondiente diagrama del banco de pruebas.

Identificar cada uno de los elementos que forman el banco de pruebas.

Verificar el correcto funcionamiento de cada uno de los elementos, Utilizando el correspondiente protocolo de pruebas.

Tomar las mediciones indicadas y completar las respectivas tablas de pruebas.

Establecer observaciones, comentarios y conclusiones de la práctica.

- **CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO.**

Verificar la operatividad de todos los elementos, dispositivos, accesorios del banco de pruebas para motores monofásicos, verificar continuidad en todas las borneras, verificar que no existan cables dañados, elementos y dispositivos en mal estado.

- **RECURSOS**

Banco de pruebas para motores monofásicos.

Instrumentos de medición.

Formatos para registro de valores experimentales y resultados.

Cables de prueba.

- **CRONOGRAMA/CALENDARIO**

De acuerdo a la planificación de cada docente.

- **CUESTIONARIO**

¿Por qué es importante mantener en buen estado físico y mecánico los equipos del banco?

¿Por qué se debe realizar pruebas de funcionamiento antes de realizar las prácticas en el banco de pruebas?

- **TABLAS DE REGISTROS DE RESULTADOS.**

Protocolo de operatividad de fuentes de alimentación.

Protocolo de operatividad de analizador de red.

Protocolo de operatividad de borneras y conectores.

Protocolo de operatividad de transformador de corriente.

Protocolo de operatividad de cables de pruebas.

Protocolo de operatividad de contactor.

Protocolo de operatividad de relé térmico.

Protocolo de operatividad de luces pilotos.

Protocolo de operatividad de pulsadores.

Protocolo de operatividad de estructura mecánica

Protocolo de operatividad de clavija.

Protocolo de operatividad de protecciones.

Protocolo de operatividad del motor de arranque por devanado auxiliar.

Protocolo de operatividad del motor de arranque por capacitor.

Protocolo de operatividad del motor de arranque por capacitor permanente.


Protocolo de operatividad del motor de polos sombreados.

Protocolo de operatividad del motor universal.

Protocolo de operatividad del motor de ventilador de tumbado.


Protocolo de operatividad del motor de paso a paso unipolar.

Tabla 1: Toma de Valores – Variador de tensión monofásico.

					
INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS					
PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
EQUIPO / VARIADOR DE TENSIÓN MONOFÁSICO TDG C2					FECHA :
PRUEBA REALIZADA : TOMA DE VALORES DE VOLTAJE A DIFERENTES PORCENTAJES CON MULTÍMETRO FLUKE 374					
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNOSTICO	OBSERVACIONES
1	V L1-L2 (V) IN		14%		
2	V L1-N (V) IN		14%		
3	V L2-N (V) IN		14%		
4	V L1-L2 (V) OUT 100%		14%		
5	V L1-N (V) OUT 100%		14%		
6	V L2-N (V) OUT 100%		15%		
7	ESTRUCTURA METÁLICA	ACCEPTABLE	15%		
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNOSTICO:		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :

Fuente: Los Autores.


Tabla 2: Toma de Valores – Analizador de Redes.

						
INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS						
PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
INSTRUMENTACIÓN / ANALIZADOR DE RED / SELEC MODELO: MFM384				FECHA :		
PRUEBA REALIZADA :						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	VL1-L2 (V)		8%			
2	VL1-N (V)		8%			
3	VL2-N (V)		8%			
4	IR (A)		8%			
5	IL1 (A)		8%			
6	IL2 (A)		8%			
7	P 1Φ (W)		8%			
8	Q1Φ (VAR)		8%			
9	S1Φ (VA)		9%			
10	Fp1Φ		9%			
11	TC-30/5A	ACEPTABLE	9%			
12	OTROS	ACEPTABLE	9%			

RECOMENDACIONES:	PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:	REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO:	RECIBIDO POR:	APROBADO POR :


Fuente: Los Autores.

Tabla 3: Toma de Valores - Borneras y Conectores.

						
INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS						
PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
ELEMENTOS / BORNERAS Y CONECTORES / SERIE : AMERICANA					FECHA :	
PRUEBA REALIZADA : CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Y ESFUERZO MECÁNICO						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	SOPORTE	2 TUERCAS	20%			
2	AISLADOR EXTERNO DE BORNERA	FIJO	20%			
3	AISLADOR DE TERMINAL	FIJO	20%			
4	MACHINADO DE TERMINAL	ACEPTABLE	20%			
5	OTROS	ACEPTABLE	20%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :	
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO:		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :	


Fuente: Los Autores.

Tabla 4: Toma de Valores – Transformador de Corriente.

						
INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS						
PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / PROTECCIONES / : TRANSFORMADOR DE CORRIENTE / SERIE: CAMSCO RELACIÓN 30/5					FECHA :	
PRUEBA REALIZADA : TRANSFORMACIÓN DE CORRIENTE						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 376		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	LÍNEA	ACEPTABLE	50%			
2	OTROS	ACEPTABLE	50%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :	
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO:		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :	

Fuente: Los Autores.

Tabla 5: Toma de Valores –Cables de Prueba.

						
INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS						
PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
ELEMENTOS / CABLES DE PRUEBA / SERIE : SC1						FECHA :
PRUEBA REALIZADA : CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Y CONDICIÓN EXTERNA						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	CONDUCTIVIDAD (OHMS)	0	25%			
2	AISLAMIENTO DE PLUG	ACEPTABLE	25%			
3	AGARRE DEL CABLE	ACEPTABLE	25%			
4	OTROS	ACEPTABLE	25%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:				REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO:		RECIBIDO POR :				APROBADO POR :

Fuente: Los Autores.

Tabla 6: Toma de Valores –Contactor.

						
INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS						
PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / CONTACTOR / SCHNEIDER / SERIE :					FECHA :	
PRUEBA REALIZADA : PRUEBA DE BOBINA Y CONTACTOS (CONTINUIDAD)						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	BOBINAS DEL CONTACTOR	220V	20%			
2	CONTACTOS DE FUERZA	ACEPTABLE	20%			
3	CONTACTOS AUX NC	ACEPTABLE	20%			
4	CONTACTOS AUX NO	ACEPTABLE	20%			
5	OTROS	ACEPTABLE	20%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :	
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO:		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :	

Fuente: Los Autores.

Tabla 7: Toma de Valores – Relé Térmico.

					
INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS					
PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
EQUIPO / PROTECCIONES / : RELÉ TÉRMICO / SERIE: SCHNEIDER					FECHA :
PRUEBA REALIZADA : DISPARO POR SOBRE CORRIENTE					
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
1	CONTACTOS DE FUERZA	ACCEPTABLE	33%		RANGO: 2.5 AMP - 4 AMP
2	CONTACTO AUX NC	ACCEPTABLE	33%		
3	CONTACTO AUX NO	ACCEPTABLE	34%		
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO:		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :


Fuente: Los Autores.

Tabla 8: Toma de Valores – Luz Piloto.

						
INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS						
PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPOS / LUZ PILOTO / SCHNEIDER / SERIE :					FECHA :	
PRUEBA REALIZADA : ENCENDIDO Y APAGADO						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN/FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	CONTACTO X1	ACEPTABLE	33%			
2	CONTACTO X2	ACEPTABLE	33%			
3	OTROS	120-240V	34%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :	
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO:		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :	


Fuente: Los Autores.

Tabla 9: Toma de Valores – Estructura Mecánica.

						
INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS						
PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / ESTRUCTURA MECÁNICA					FECHA :	
PRUEBA REALIZADA : CHEQUEO DE ESTADO DE ESTRUCTURA						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 376		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	NIVEL HORIZONTAL	ACEPTABLE	14%			
2	NIVEL VERTICAL	ACEPTABLE	14%			
3	PERFIL DE PROTECCIÓN	ACEPTABLE	14%			
4	COBERTURA DE AMORTIGUACIÓN	ACEPTABLE	14%			
5	SOLDADURA	ACEPTABLE	14%			
6	PINTURA	ACEPTABLE	15%			
7	OTROS	ACEPTABLE	15%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DE LA ESTRUCTURA:			REALIZADO POR :	
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO:		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :	

Fuente: Los Autores.

Tabla 10: Toma de Valores – Clavija.

					
INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS					
PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
EQUIPOS / CLAVIJA / LEGRAND / SERIE :					FECHA :
PRUEBA REALIZADA : VERIFICACIÓN DE LÍNEAS DE VOLTAJE					
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
1	TOMA FUENTE FIJA	ACEPTABLE	50%		
2	OTROS	ACEPTABLE	50%		
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO:		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :


Fuente: Los Autores.

Tabla 11: Toma de Valores – Breaker monofásico 2P.

						
INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS						
PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / PROTECCIONES / : BREAKER 2Ø / SERIE: ABB					FECHA :	
PRUEBA REALIZADA : CIERRE Y APERTURA						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	CONTACTOS 1,3	ACEPTABLE	30%			
2	CONTACTOS 2,4	ACEPTABLE	30%			
3	OTROS	ACEPTABLE	30%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :	
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO:		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :	


Fuente: Los Autores.

Tabla 12: Toma de Valores – Breaker monofásico 1P.

						
INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS						
PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / PROTECCIONES / : BREAKER 1Ø / SERIE: ABB					FECHA :	
PRUEBA REALIZADA : CIERRE Y APERTURA						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	CONTACTOS 1,2	ACEPTABLE	50%			
3	OTROS	ACEPTABLE	50%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :	
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO:		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :	

Fuente: Los Autores.

Tabla 13: Toma de Valores – Motor monofásico de arranque por devanado auxiliar.

						
INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS						
PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / MOTOR DE ARRANQUE POR DEVANADO AUXILIAR / SERIE : G.E.					FECHA :	
PRUEBA REALIZADA : ARRANQUE DIRECTO 120VAC						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	V_{1-2}		6%			
2	V_{2-3}		6%			
3	V_{3-1}		6%			
4	$V_{DEV-ARR.}$		6%			
5	$V_{DEV-TRAB.}$		6%			
6	$I_{ARR. AUX}$		6%			
7	$I_{ARR. PRI.}$		6%			
8	$I_{DEV-ARR.}$		6%			
9	$I_{DEV-TRAB.}$		6%			
10	I_N		6%			
11	KW		6%			
12	KVA		6%			
13	KVAR		6%			
14	FP		6%			

15	R _{DEV-ARR.}		6%			
16	R _{DEV-TRAB..}		5%			
17	INTERRUPTOR	ACEPTABLE	5%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :	
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO:		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :	

Fuente: Los Autores.

Tabla 14: Toma de Valores – Motor monofásico de arranque por capacitor.

						
INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS						
PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / MOTOR DE ARRANQUE POR CAPACITOR / SERIE : WEG					FECHA :	
PRUEBA REALIZADA : ARRANQUE DIRECTO 120 - 240VAC						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	V_{1-2}		5%			
2	V_{2-3}		5%			
3	V_{3-1}		5%			
4	$V_{DEV-ARR.}$		5%			
5	$V_{DEV-TRAB.1}$		5%			
6	$V_{DEV-TRAB.2}$		5%			
7	$I_{ARR. AUX}$		5%			
8	$I_{ARR. PRI.}$		5%			
9	$I_{DEV-ARR.}$		5%			
10	$I_{DEV-TRAB.}$		5%			
11	I_N		5%			
12	KW		5%			
13	KVA		5%			
14	KVAR		5%			

15	FP		5%			
16	R _{DEV-ARR.}		5%			
17	R _{DEV-TRAB 1.}		5%			
18	R _{DEV-TRAB 2.}		5%			
19	INTERRUPTOR	ACEPTABLE	5%			
20	CAPACITOR		5%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR:	
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO:		RECIBIDO POR:			APROBADO POR:	

Fuente: Los Autores.


Tabla 15: Toma de Valores – Motor monofásico de arranque por capacitor permanente.

						
INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS						
PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / MOTOR DE ARRANQUE POR CAPACITOR PERMANENTE / SERIE :					FECHA :	
HYDROLLO						
PRUEBA REALIZADA : ARRANQUE DIRECTO 120VAC						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	V_{1-2}		6%			
2	V_{2-3}		6%			
3	V_{3-1}		6%			
4	$V_{DEV-ARR.}$		6%			
5	$V_{DEV-TRAB}$		6%			
6	$I_{ARR. AUX}$		6%			
7	$I_{ARR. PRI.}$		6%			
8	$I_{DEV-ARR.}$		6%			
9	$I_{DEV-TRAB.}$		6%			
10	I_N		6%			
11	KW		6%			
12	KVA		6%			
13	KVAR		6%			
14	FP		6%			

15	R _{DEV-ARR.}		6%			
16	R _{DEV-TRAB}		6%			
17	CAPACITOR		6%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :	
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO:		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :	

Fuente: Los Autores.


Tabla 16: Toma de Valores – Motor de inducción de polos sombreados.

						
INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS						
PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / MOTOR DE INDUCCIÓN DE POLOS SOMBREADOS / SERIE : READY GENUINE PARTS					FECHA :	
PRUEBA REALIZADA : ARRANQUE DIRECTO 120VAC						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	V_{1-2}		8%			
2	V_{2-3}		8%			
3	V_{3-1}		8%			
4	$V_{DEV-POLAR.}$		8%			
5	$I_{DEV-POLAR.}$		8%			
6	$I_{ARR.}$		8%			
7	I_N		8%			
8	KW		8%			
9	KVA		8%			
10	KVAR		8%			
11	FP		10%			
12	$R_{DEV-POLAR.}$		10%			

RECOMENDACIONES:	PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:	REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO:	RECIBIDO POR :	APROBADO POR :

Fuente: Los Autores.


Tabla 17: Toma de Valores – Motor universal.

						
INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS						
PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / MOTOR UNIVERSAL / SERIE : OSTER					FECHA :	
PRUEBA REALIZADA : ARRANQUE DIRECTO 120VAC						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	V_{1-2}		6%			
2	V_{2-3}		6%			
3	V_{3-1}		6%			
4	$V_{DEV-CAMP.1}$		6%			
5	$V_{DEV-CAMP.2}$		6%			
6	$V_{DEV-CAMP.3}$		6%			
7	I_N		6%			
8	$I_{ARR.}$		6%			
9	$I_{ARMADURA}$		6%			
10	KW		6%			
11	KVA		6%			
12	KVAR		6%			
13	FP		7%			
14	$R_{DEV-CAMP.1}$		7%			

15	R _{DEV-CAMP.2}		7%			
16	R _{DEV-CAMP.3}		7%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:				REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO:		RECIBIDO POR :				APROBADO POR :

Fuente: Los Autores.


Tabla 18: Toma de Valores – Motor de ventilador de tumbado.

						
INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS						
PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / MOTOR DE VENTILADOR DE TUMBADO / SERIE : SKUTT					FECHA :	
PRUEBA REALIZADA : ARRANQUE DIRECTO 120VAC						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	V_{1-2}		6%			
2	V_{2-3}		6%			
3	V_{3-1}		6%			
4	$V_{DEV-ARR.}$		6%			
5	$V_{DEV-TRAB}$		6%			
6	$I_{ARR. AUX}$		6%			
7	$I_{ARR. PRI.}$		6%			
8	$I_{DEV-ARR.}$		6%			
9	$I_{DEV-TRAB.}$		6%			
10	I_N		6%			
11	KW		6%			
12	KVA		6%			
13	KVAR		6%			
14	FP		6%			

15	R _{DEV-ARR.}		6%			
16	R _{DEV-TRAB}		5%			
17	CAPACITOR		5%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :	
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO:		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :	

Fuente: Los Autores.

Tabla 19: Toma de Valores – Motor de paso a paso unipolar.

						
INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS						
PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / MOTOR DE PASO A PASO UNIPOLAR / SERIE : SANYO					FECHA :	
PRUEBA REALIZADA : ARRANQUE DIRECTO 2.5VDC – 2.1AMP						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	$V_{FUENT.REG.-DC}$		11%			
2	$V_{DEV-AYB.}$		11%			
3	$V_{DEV-CYD.}$		11%			
4	$I_{ARR.}$		11%			
5	I_N		11%			
6	$I_{DEV-AYB.}$		11%			
7	$I_{DEV-CYD.}$		11%			
8	$R_{DEV-AYB.}$		11%			
9	$R_{DEV-CYD.}$		12%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :	
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO:		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :	

Fuente: Los Autores.

4.4. PRÁCTICA NO. 3: PRUEBA EN VACÍO MOTOR MONOFÁSICO DE ARRANQUE POR DEVANADO AUXILIAR.

4.4.1. DATOS INFORMATIVOS.

- **MATERIA:** Máquinas Eléctricas
- **PRÁCTICA N° 1**
- **NÚMERO DE ESTUDIANTES:** 20
- **NOMBRE DOCENTE:**
- **TIEMPO ESTIMADO:** 2 Horas

4.4.2. DATOS DE LA PRÁCTICA.

- **TEMA:** Prueba a vacío motor monofásico de arranque por devanado auxiliar.
- **OBJETIVO GENERAL:**

Conocer las características de funcionamiento y condiciones de arranque de un motor monofásico de arranque por devanado auxiliar utilizando los diagramas de conexiones correspondientes.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Verificar la corriente de arranque que se genera al momento de energizar los devanados del motor.

Verificar los parámetros eléctricos con el analizador de redes y comprobar si el motor está en condiciones normales de operación.

Utilizar los instrumentos de medición a fin de constatar los resultados con el analizador de redes.

Identificar los bloques de elementos que conforma la práctica.

- **MARCO TEÓRICO.**

Principio de funcionamiento de los elementos que se encuentran en el Banco de pruebas para motores monofásicos.

Fundamentos teóricos (capítulo 2, pág. 12).

Datos de placa.

Diagramas de control y fuerza.

Diagrama de conexiones.

Normas de seguridad de un laboratorio.

Normas de procedimientos para un laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales.

Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.

- **MARCO PROCEDIMENTAL.**

Tomar las medidas de seguridad en caso que falle algún dispositivo o equipo del banco de pruebas.

Comprobar el funcionamiento de los elementos a implementar en la práctica.

Analizar los diagramas de conexiones, control y fuerza.

Revisar el protocolo de pruebas.

Tomar las lecturas indicadas y completar las respectivas tablas de registro de práctica.

Establecer observaciones, comentarios y conclusiones de la práctica.

- **CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO.**

Alimentar el banco de pruebas con la conexión de la toma industrial clavija y la fuente local del laboratorio.

Cerrar los disyuntores principales de control y fuerza.

Regular el voltaje de trabajo de acuerdo a los datos de placa del motor.

Cerrar el disyuntor de protección de respaldo del variador de tensión y el interruptor de fuerza.

Comprobar los niveles de voltajes de salida del variador de tensión y juego de barras con el analizador de redes y el multímetro digital en escala de voltios.

Realizar las conexiones de acuerdo a los diagramas eléctricos.

Llenar la tabla de registro de práctica.

- **RECURSOS UTILIZADOS.**

Banco de pruebas para motores monofásicos.

Equipos de medición: Multímetro y Amperímetro del laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales y resultados.

Cables banana de 4mm.

Fuente de alimentación del laboratorio.

- **CRONOGRAMA/CALENDARIO.**

De acuerdo a la planificación de cada docente.

- **CUESTIONARIO.**

¿Qué ventajas y desventajas poseen los motores de fase partida de arranque por devanado auxiliar?

¿Cuál es la función que cumple el interruptor centrífugo?

¿Por qué el factor de potencia es bajo en este tipo de motores?

¿Cuáles son las características que diferencian al bobinado principal del bobinado de arranque?

¿Qué finalidad tiene el arrancador en el banco de pruebas?

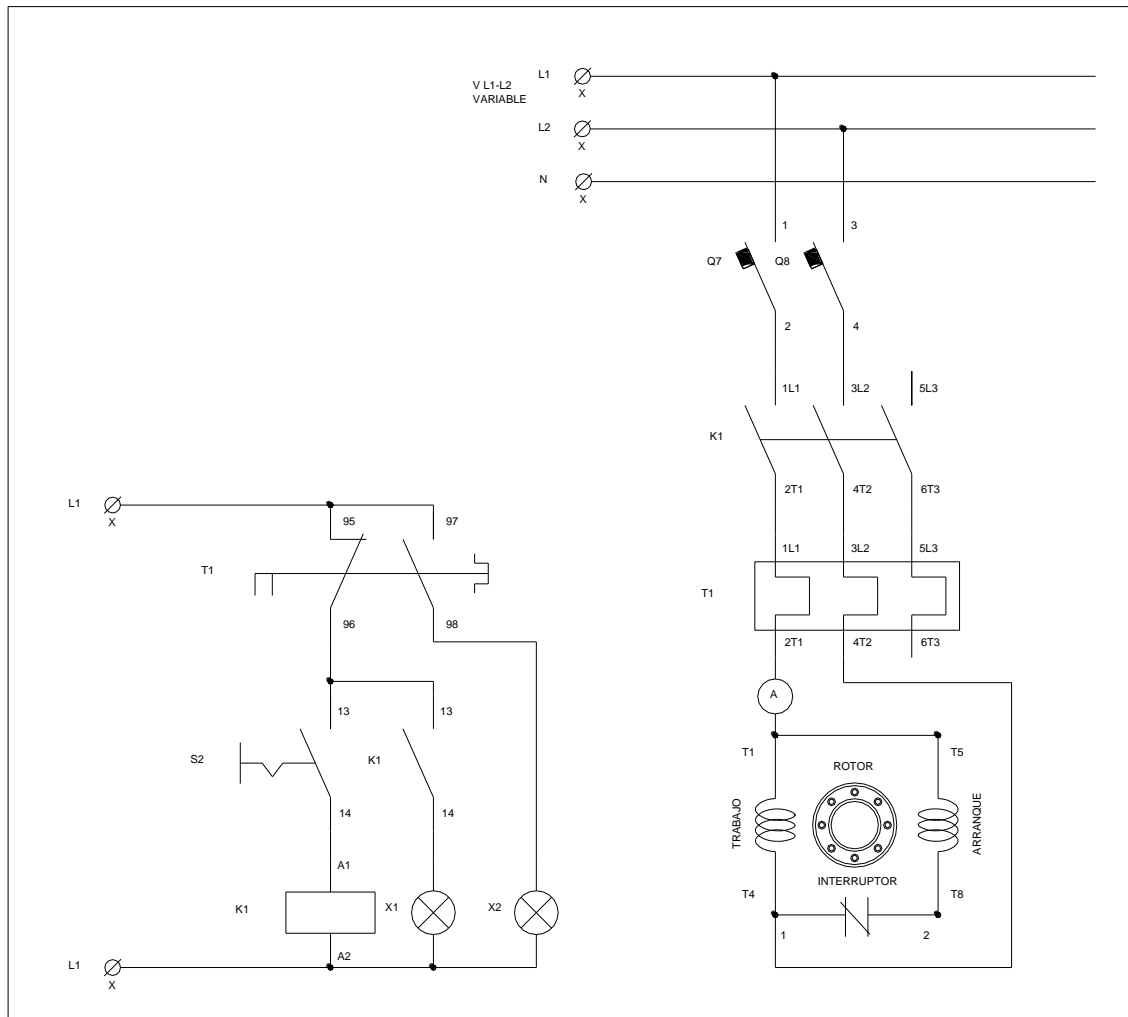
¿Conclusiones de esta práctica?

Tabla 20: Datos de placa motor monofásico de arranque por devanado auxiliar.

DATOS DE PLACA MOTOR DE ARRANQUE POR DEVANADO AUXILIAR	
MARCA:	GENERAL ELECTRIC
MODELO:	5KH35GN231BT
FASES:	1
POTENCIA:	1/4 HP
VOLTAJE:	230 V
CORRIENTE:	2.7 A
FRECUENCIA:	60 Hz
RPM:	1725
FS:	1

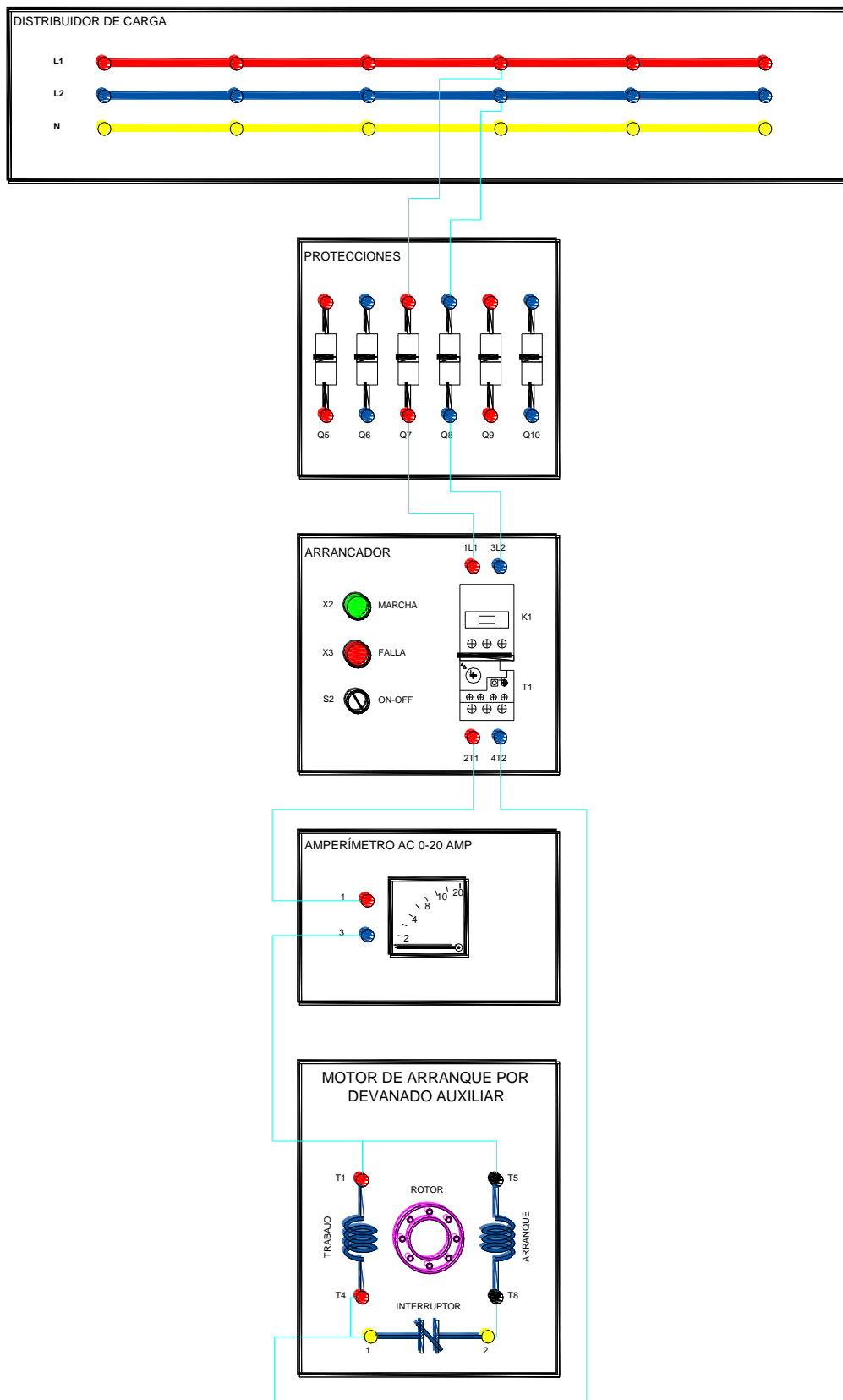
Fuente: Los Autores.

Figura 99: Diagrama de control y fuerza.



Fuente: Los Autores.

Figura 100: Diagrama de conexiones.



Fuente: Los Autores

Tabla 21: Registro de pruebas práctica No. 3.

REGISTRO PRACTICA No. 3: PRUEBA A VACIO MOTOR MONOFÁSICO DE ARRANQUE POR DEVANADO AUXILIAR.					
ANALIZADOR (SELEC MFM384)		AMPERÍMETRO ANALÓGICO		MULTÍMETRO DIGITAL	
NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS
V_{1-2}	229.8V	$I_{ARR. (DEV-ARR.)}$	5A	$V_N (DEV-ARR.)$	0V
V_{2-3}	124.4V	$I_{ARR. (DEV-TRAB.)}$	5.4A	$V_N (DEV-TRAB.)$	228.4V
V_{3-1}	136.6V	$I_{ARR.(MOTOR)}$	>20A	$I_N (DEV-ARR.)$	0A
I_N	2.25A	$I_{N(MOTOR)}$	2.20A	$I_N (DEV-TRAB.)$	2.18A
KW	0.172			$I_{N(MOTOR)}$	2.18A
KVA	0.407			$R_{DEV-ARR.}$	23.7 Ω
KVAR	0.379			$R_{DEV-TRAB.}$	7.3 Ω
FP	0.33				

Fuente: Los Autores.

4.5. PRÁCTICA NO. 4: PRUEBA EN VACÍO A MENOR TENSIÓN DE MOTOR MONOFÁSICO DE ARRANQUE POR CAPACITOR.

4.5.1. DATOS INFORMATIVOS.

- **MATERIA:** Máquinas Eléctricas
- **PRÁCTICA N° 4**
- **NÚMERO DE ESTUDIANTES:** 20
- **NOMBRE DOCENTE:**
- **TIEMPO ESTIMADO:** 2 Horas

4.5.2. DATOS DE LA PRÁCTICA.

- **TEMA:** Prueba a vacío a menor tensión de motor monofásico de arranque por capacitor.
- **OBJETIVO GENERAL:**

Conocer las características de funcionamiento y condiciones de arranque de un motor monofásico de arranque por capacitor que trabaja a menor tensión (110V) utilizando los diagramas de conexiones correspondientes.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Verificar la corriente de arranque que se genera al momento de energizar a menor tensión los devanados del motor.

Visualizar el comportamiento del motor cuando arranca conectado con su capacitor nominal o de fábrica.

Visualizar el comportamiento del motor cuando arranca conectado a un capacitor de menor capacidad al nominal.

Verificar los parámetros eléctricos con el analizador de redes cuando se realiza los 2 cambios de capacitores y comprobar las condiciones de operación del motor.

Utilizar los instrumentos de medición a fin de constatar los resultados con el analizador de redes.

- **MARCO TEÓRICO.**

Principio de funcionamiento de los elementos que se encuentran en el Banco de pruebas para motores monofásicos.

Fundamentos teóricos (capítulo 2 y 3, págs. 13 y 56).

Datos de placa.

Diagramas de control y fuerza.

Diagrama de conexiones

Normas de seguridad de un laboratorio.

Normas de procedimientos para un laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales.

Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.

- **MARCO PROCEDIMENTAL.**

Tomar las medidas de seguridad en caso que falle algún dispositivo o equipo del banco de pruebas.

Comprobar el funcionamiento de los elementos a implementar en la práctica.

Analizar los diagramas de conexiones, control y fuerza.

Revisar el protocolo de pruebas.

Tomar las lecturas indicadas y completar las respectivas tablas de registro de práctica.

Establecer observaciones, comentarios y conclusiones de la práctica.

- **CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO.**

Alimentar el banco de pruebas con la conexión de la toma industrial clavija y la fuente local del laboratorio.

Cerrar los disyuntores principales de control y fuerza.

Regular el voltaje de trabajo de acuerdo a los datos de placa del motor.

Cerrar el disyuntor de protección de respaldo del variador de tensión y el interruptor de fuerza.

Comprobar los niveles de voltaje de salida del variador de tensión y juego de barras con el analizador de redes y el multímetro digital en escala de voltios.

Realizar las conexiones de acuerdo a los diagramas eléctricos.

Llenar la tabla de registro de práctica.

- **RECURSOS UTILIZADOS.**

Banco de pruebas para motores monofásicos.

Equipos de medición: Multímetro y Amperímetro del laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales y resultados.

Cables banana de 4mm.

Fuente de alimentación del laboratorio.

- **CRONOGRAMA/CALENDARIO.**

De acuerdo a la planificación de cada docente.

- **CUESTIONARIO.**

¿Qué efecto se produce en este tipo de motor cuando se reemplaza capacitor por uno de menor capacidad?

¿Qué pasa en el motor si el interruptor centrifugo no se desconecta debido por una falla del mismo?

¿En qué tipo de trabajos estos motores son más utilizados por su configuración?

¿Cuál es la diferencia entre el motor de arranque de devanado auxiliar y el motor de arranque por capacitor?

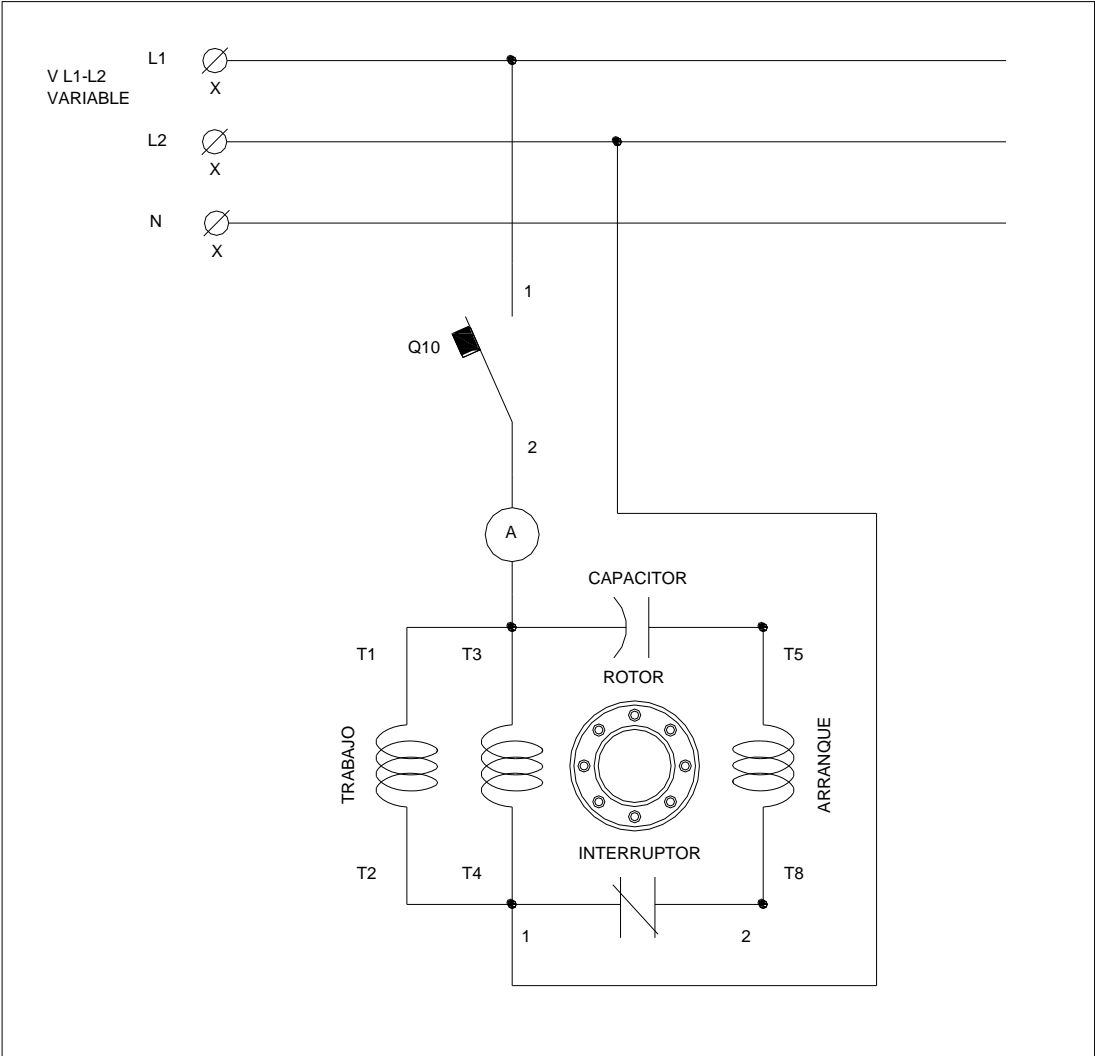
¿Conclusiones de esta práctica?

Tabla 22: Datos de placa motor de arranque por capacitor

DATOS DE PLACA MOTOR DE ARRANQUE POR CAPACITOR	
MARCA:	WEG
MODELO:	MO01C0X0X0000300752
FASES:	1
POTENCIA:	1/4 HP
VOLTAJE:	110/220 V
CORRIENTE:	5/2.5 A
FRECUENCIA:	60 Hz
RPM:	1730
FS:	1.35
CAPACITOR INSTALADO	
MARCA:	SIEMENS EPCOS
MODELO:	MOTOR START
CAPACITANCIA:	161...193 uF
FRECUENCIA:	50/60 Hz
VOLTAJE:	127 Vac

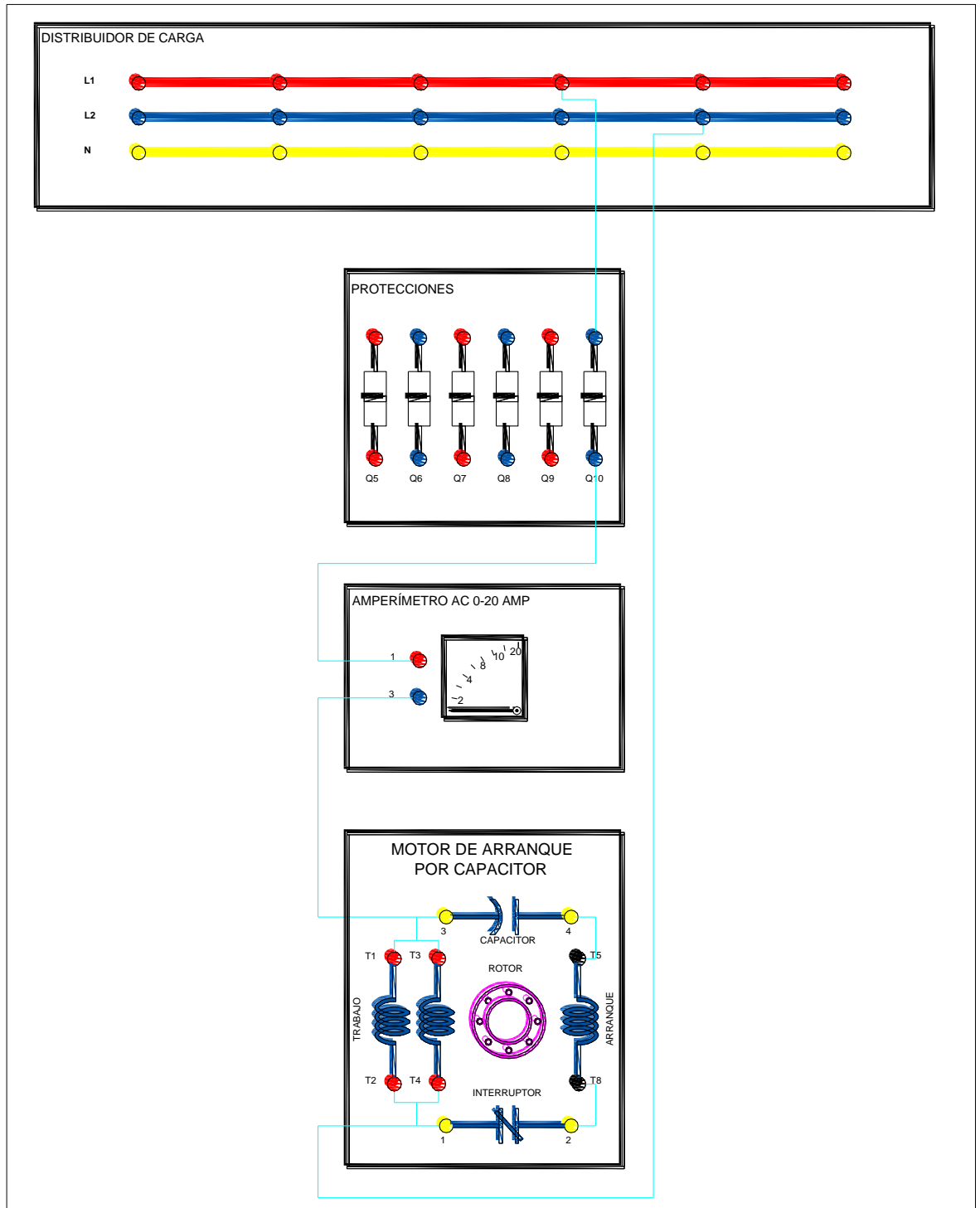
Fuente: Los Autores

Figura 101: Diagrama fuerza.



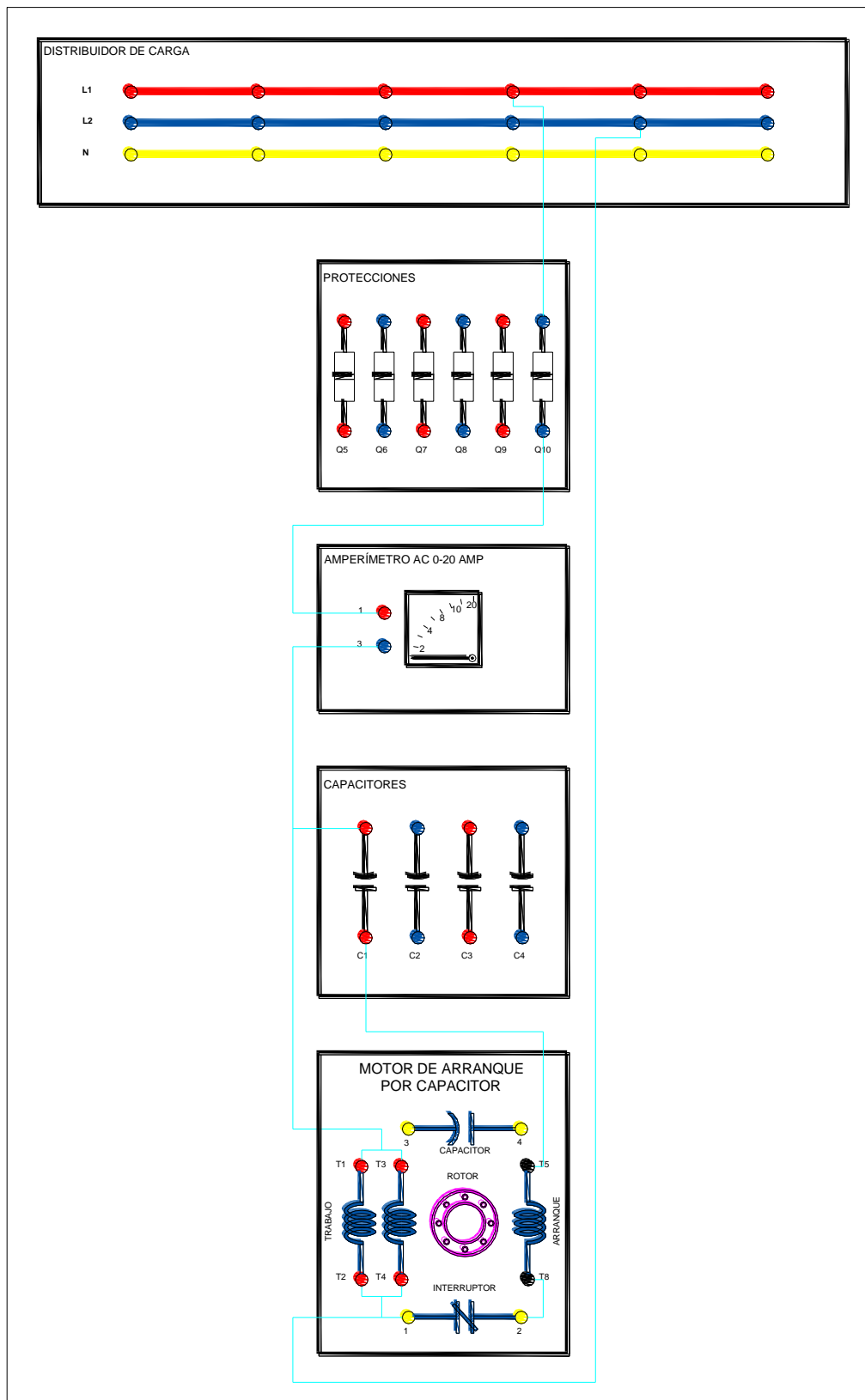
Fuente: Los Autores.

Figura 102: Diagrama de conexiones motor de arranque por capacitor a menor tensión.



Fuente: Los Autores

Figura 103: Diagrama de conexiones motor de arranque por capacitor a menor tensión disminuyendo el valor del capacitor.



Fuente: Los Autores

Tabla 23: Registro de prueba 1 práctica No. 4.

REGISTRO PRACTICA No. 4: PRUEBA EN VACIO A MENOR TENSION (110V) DE MOTOR MONOFÁSICO DE ARRANQUE POR CAPACITOR.					
ANALIZADOR (SELEC MFM384)		AMPERÍMETRO ANALÓGICO		MULTÍMETRO DIGITAL	
NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS
V_{1-2}	105.1V	$I_{ARR. (DEV-ARR.)}$	4.4A	$V_{N (DEV-ARR.)}$	0V
V_{2-3}	125.8V	$I_{ARR. (DEV-TRAB.1)}$	10A	$V_{N (DEV-TRAB.1)}$	103.1V
V_{3-1}	61.8V	$I_{ARR. (DEV-TRAB.2)}$	10A	$V_{N (DEV-TRAB.2)}$	103.1V
I_N	4.01A	$I_{ARR.(MOTOR)}$	>20A	$I_N (DEV-ARR.)$	0A
KW	0.1444	$I_N(MOTOR)$	4A	$I_N (DEV-TRAB.1)$	1.28A
KVA	0.419			$I_N (DEV-TRAB.2)$	1.78A
KVAR	0.394			$I_N(MOTOR)$	3.87A
FP	0.343			$R_{DEV-ARR.}$	7.3Ω
				$R_{DEV-TRAB 1.}$	3.9 Ω
				$R_{DEV-TRAB 2.}$	3.9 Ω
				$C_{nominal}$	202 uF

Fuente: Los Autores

Tabla 24: Registro de prueba 2 práctica No. 4.

REGISTRO PRACTICA No. 4: PRUEBA A VACIO A MENOR TENSION (110V) DE MOTOR MONOFÁSICO DE ARRANQUE POR CAPACITOR DISMINUYENDO EL CAPACITOR .					
ANALIZADOR (SELEC MFM384)		AMPERÍMETRO ANALÓGICO		MULTÍMETRO DIGITAL	
NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS
V_{1-2}	104.9V	$I_{ARR. (DEV-ARR.)}$	4.4A	$V_N (DEV-ARR.)$	0V
V_{2-3}	125.8V	$I_{ARR. (DEV-TRAB.1)}$	10A	$V_N (DEV-TRAB.1)$	103.1V
V_{3-1}	62.3V	$I_{ARR. (DEV-TRAB.2)}$	10A	$V_N (DEV-TRAB.2)$	103.1V
I_N	4A	$I_{ARR.(MOTOR)}$	>20A	$I_N (DEV-ARR.)$	0A
KW	0.141	$I_N(MOTOR)$	4.2A	$I_N (DEV-TRAB.1)$	1.79A
KVA	0.421			$I_N (DEV-TRAB.2)$	1.78A
KVAR	0.379			$I_N(MOTOR)$	3.87A
FP	0.335			$R_{DEV-ARR.}$	7.3Ω
				$R_{DEV-TRAB 1.}$	3.9 Ω
				$R_{DEV-TRAB 2.}$	3.9 Ω
				C_{MENOR}	109.7 uF

Fuente: Los Autores

4.6. PRÁCTICA NO. 5: PRUEBA EN VACÍO A MAYOR TENSION DE MOTOR MONOFÁSICO DE ARRANQUE POR CAPACITOR.

4.6.1. DATOS INFORMATIVOS.

- **MATERIA:** Máquinas Eléctricas
- **PRÁCTICA N° 5**
- **NÚMERO DE ESTUDIANTES:** 20
- **NOMBRE DOCENTE:**
- **TIEMPO ESTIMADO:** 2 Horas

4.6.2. DATOS DE LA PRÁCTICA.

- **TEMA:** Prueba a vacío a mayor tensión de motor monofásico de arranque por capacitor.
- **OBJETIVO GENERAL:**

Conocer las características de funcionamiento y condiciones de arranque de un motor monofásico de arranque por capacitor que trabaja a mayor tensión (220V) utilizando los diagramas de conexiones correspondientes.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Verificar la corriente de arranque que se genera al momento de energizar a mayor tensión los devanados del motor.

Visualizar el comportamiento del motor cuando arranca conectado con su capacitor nominal o de fábrica.

Visualizar el comportamiento del motor cuando arranca conectado a un capacitor de mayor capacidad al nominal.

Verificar los parámetros eléctricos con el analizador de redes cuando se realiza los 2 cambios de capacitores y comprobar las condiciones de operación del motor.

Utilizar los instrumentos de medición a fin de constatar los resultados con el analizador de redes.

- **MARCO TEÓRICO.**

Principio de funcionamiento de los elementos que se encuentran en el Banco de pruebas para motores monofásicos.

Fundamentos teóricos (capítulo 2 y 3, págs. 13 y 56).

Datos de placa.

Diagramas de control y fuerza.

Diagrama de conexiones

Normas de seguridad de un laboratorio.

Normas de procedimientos para un laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales.

Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.

- **MARCO PROCEDIMENTAL.**

Tomar las medidas de seguridad en caso que falle algún dispositivo o equipo del banco de pruebas.

Comprobar el funcionamiento de los elementos a implementar en la práctica.

Analizar los diagramas de conexiones, control y fuerza.

Revisar el protocolo de pruebas.

Tomar las lecturas indicadas y completar las respectivas tablas de registro de práctica.

Establecer observaciones, comentarios y conclusiones de la práctica.

- **CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO.**

Alimentar el banco de pruebas con la conexión de la toma industrial clavija y la fuente local del laboratorio.

Cerrar los disyuntores principales de control y fuerza.

Regular el voltaje de trabajo de acuerdo a los datos de placa del motor.

Cerrar el disyuntor de protección de respaldo del variador de tensión y el interruptor de fuerza.

Comprobar los niveles de voltaje de salida del variador de tensión y juego de barras con el analizador de redes y el multímetro digital en escala de voltios.

Realizar las conexiones de acuerdo a los diagramas eléctricos.

Llenar la tabla de registro de práctica.

- **RECURSOS UTILIZADOS.**

Banco de pruebas para motores monofásicos.

Equipos de medición: Multímetro y Amperímetro del laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales y resultados.

Cables banana de 4mm.

Fuente de alimentación del laboratorio.

- **CRONOGRAMA/CALENDARIO.**

De acuerdo a la planificación de cada docente.

- **CUESTIONARIO.**

¿Qué efecto se produce en este tipo de motor cuando se reemplaza capacitor por uno de mayor capacidad?

¿Qué función cumple el capacitor?

¿Qué dispositivos de protección se coloca a los motores?

¿Qué ocurre cuando el motor es energizado a una menor tensión a la indicada en la placa de datos?

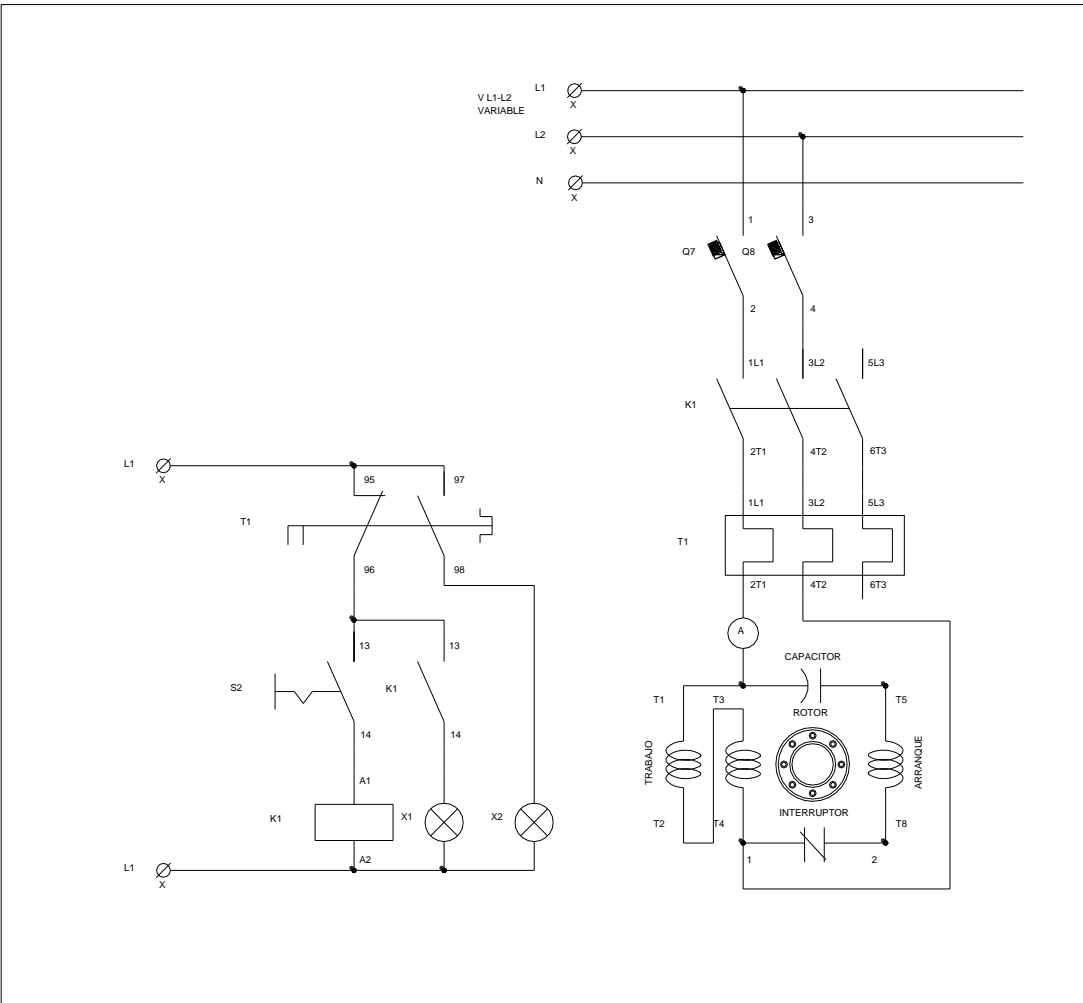
¿Conclusiones de esta práctica?

Tabla 25: Datos de placa motor de arranque por capacitor.

DATOS DE PLACA MOTOR DE ARRANQUE POR CAPACITOR	
MARCA:	WEG
MODELO:	MO01C0X0X0000300752
FASES:	1
POTENCIA:	1/4 HP
VOLTAJE:	110/220 V
CORRIENTE:	5/2.5 A
FRECUENCIA:	60 Hz
RPM:	1730
FS:	1.35
CAPACITOR INSTALADO	
MARCA:	SIEMENS EPCOS
MODELO:	MOTOR START
CAPACITANCIA:	161...193 uF
FRECUENCIA:	50/60 Hz
VOLTAJE:	127 Vac

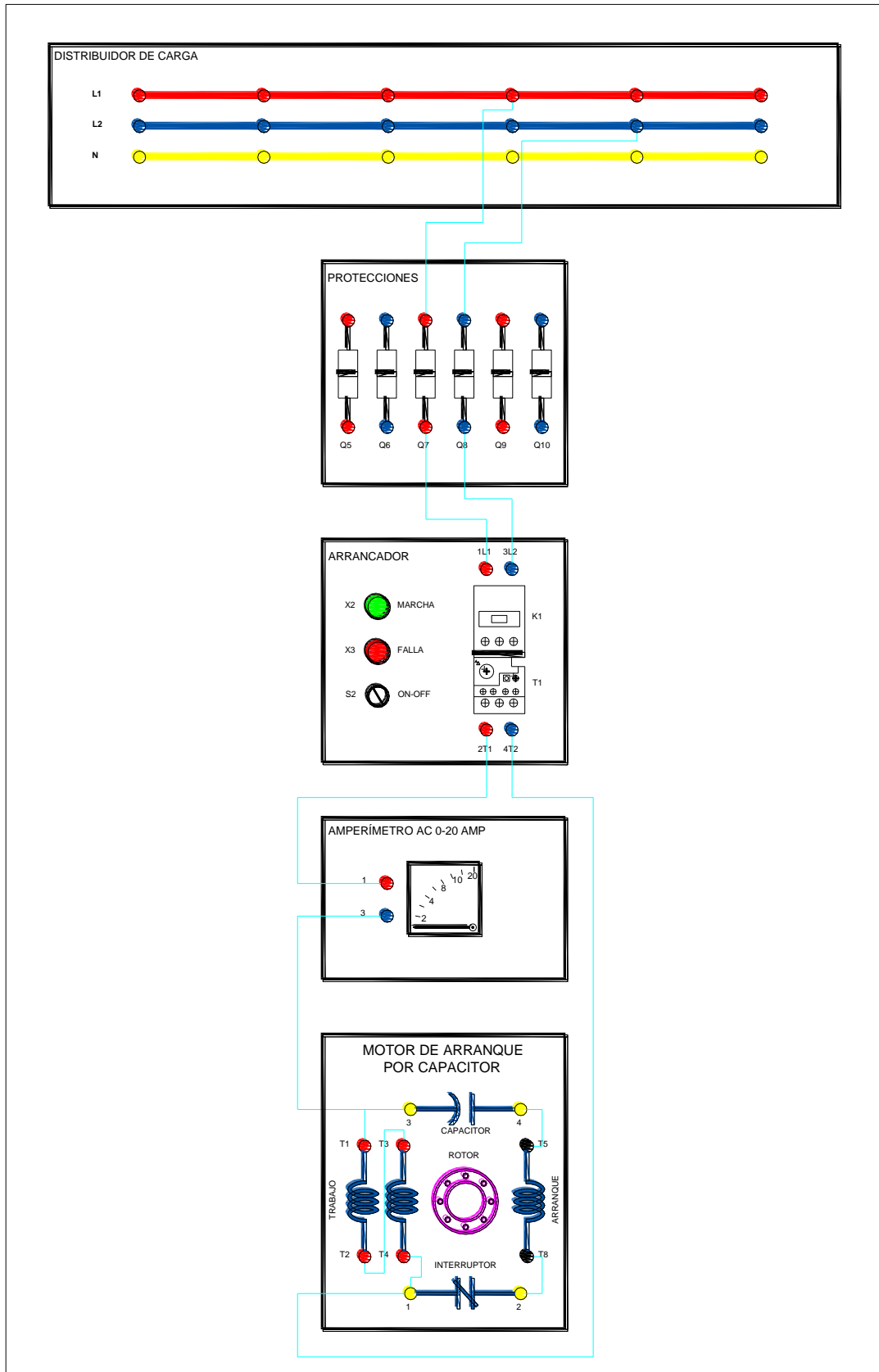
Fuente: Los Autores.

Figura 104: Diagrama de control y fuerza.



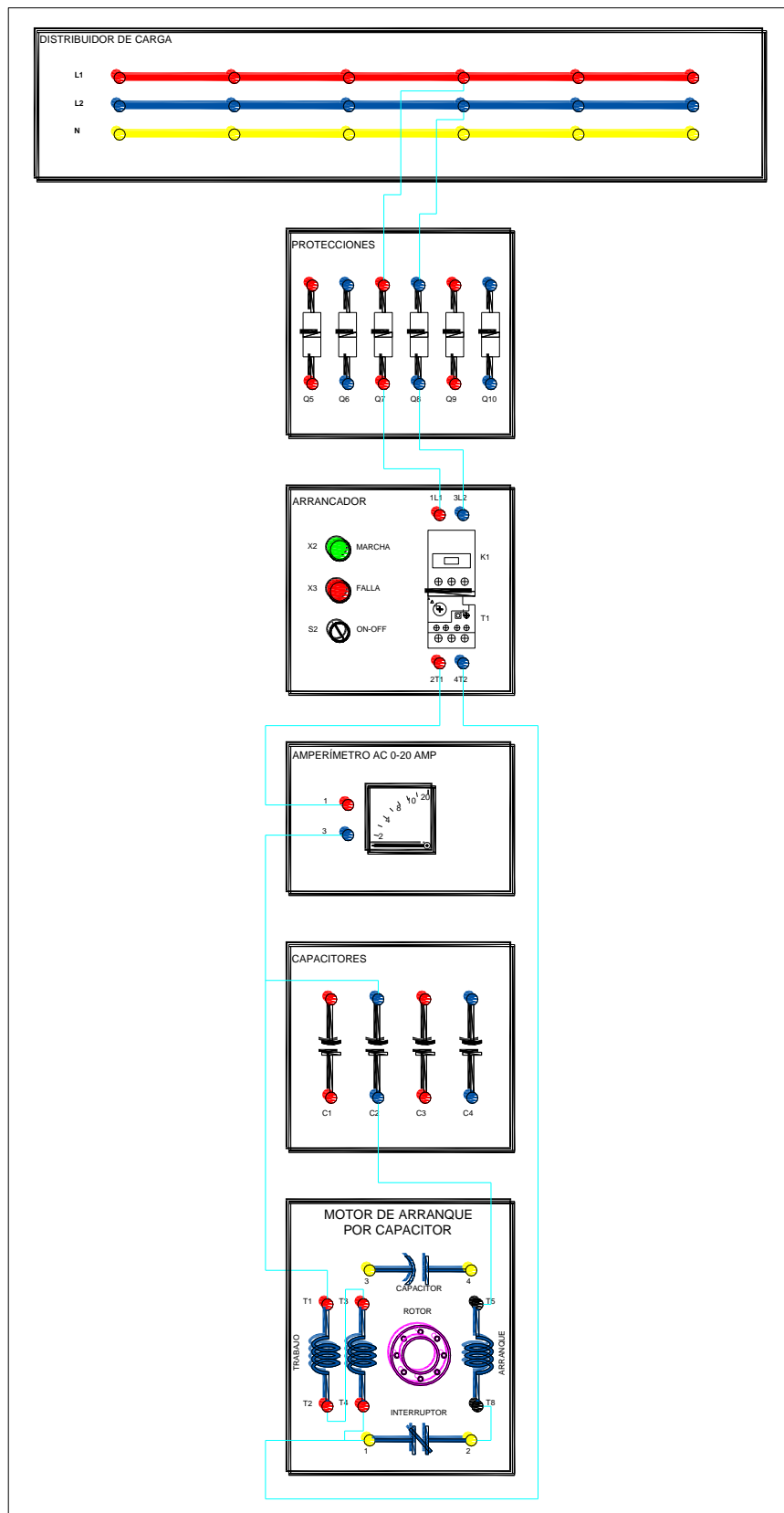
Fuente: Los Autores.

Figura 105: Diagrama de conexiones motor de arranque por capacitor a mayor tensión y capacitor de placa.



Fuente: Los Autores.

Figura 106: Diagrama de conexiones motor de arranque por capacitor a mayor tensión e incrementando el valor del capacitor.



Fuente: Los Autores.

Tabla 26: Registro de prueba 1 práctica No. 5.

REGISTRO PRACTICA No. 5: PRUEBA A VACIO A MAYOR TENSION (220V) DE MOTOR MONOFÁSICO DE ARRANQUE POR CAPACITOR					
ANALIZADOR (SELEC MFM384)		AMPERÍMETRO ANALÓGICO		MULTÍMETRO DIGITAL	
NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS
V_{1-2}	219.1V	$I_{ARR. (DEV-ARR.)}$	8A	$V_N (DEV-ARR.)$	0V
V_{2-3}	126.1V	$I_{ARR. (DEV-TRAB.1)}$	4A	$V_N (DEV-TRAB.1)$	107.2V
V_{3-1}	126.6V	$I_{ARR. (DEV-TRAB.2)}$	4A	$V_N (DEV-TRAB.2)$	109.3V
I_N	2.12A	$I_{ARR.(MOTOR)}$	>20A	$I_N (DEV-ARR.)$	0A
KW	0.158	$I_N(MOTOR)$	2.2A	$I_N (DEV-TRAB.1)$	2.02A
KVA	0.463			$I_N (DEV-TRAB.2)$	2.02A
KVAR	0.435			$I_N(MOTOR)$	2.02A
FP	0.34			$R_{DEV-ARR.}$	7.3Ω
				$R_{DEV-TRAB 1.}$	3.9 Ω
				$R_{DEV-TRAB 2.}$	3.9 Ω
				$C_{NOMINAL}$	202 uF

Fuente: Los Autores

Tabla 27: Registro de prueba 2 práctica No. 5.

REGISTRO PRACTICA No. 5: PRUEBA A VACIO A MAYOR TENSION (220V) DE MOTOR MONOFÁSICO DE ARRANQUE POR CAPACITOR INCREMENTANDO EL VALOR DEL CAPACITOR					
ANALIZADOR (SELEC MFM384)		AMPERÍMETRO ANALÓGICO		MULTÍMETRO DIGITAL	
NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS
V_{1-2}	218.5V	$I_{ARR. (DEV-ARR.)}$	10A	$V_{N (DEV-ARR.)}$	0V
V_{2-3}	125.8V	$I_{ARR. (DEV-TRAB.1)}$	4.4A	$V_{N (DEV-TRAB.1)}$	107.2V
V_{3-1}	126.4V	$I_{ARR. (DEV-TRAB.2)}$	4.4A	$V_{N (DEV-TRAB.2)}$	109.3V
I_N	2.03A	$I_{ARR.(MOTOR)}$	>20A	$I_{N (DEV-ARR.)}$	0A
KW	0.18	$I_{N(MOTOR)}$	2.2A	$I_{N (DEV-TRAB.1)}$	2.02A
KVA	0.442			$I_{N (DEV-TRAB.2)}$	2.02A
KVAR	0.403			$I_{N(MOTOR)}$	2.02A
FP	0.407			$R_{DEV-ARR.}$	7.3Ω
				$R_{DEV-TRAB 1.}$	3.9 Ω
				$R_{DEV-TRAB 2.}$	3.9 Ω
				C_{MAYOR}	277 uF

Fuente: Los Autores.

4.7. PRÁCTICA NO. 6: PRUEBA EN VACÍO MOTOR MONOFÁSICO DE ARRANQUE POR CAPACITOR PERMANENTE.

4.7.1. DATOS INFORMATIVOS.

- **MATERIA:** Máquinas Eléctricas
- **PRÁCTICA N° 1**
- **NÚMERO DE ESTUDIANTES:** 20
- **NOMBRE DOCENTE:**
- **TIEMPO ESTIMADO:** 2 Horas

4.7.2. DATOS DE LA PRÁCTICA.

- **TEMA:** Prueba a vacío motor monofásico de arranque por capacitor permanente.
- **OBJETIVO GENERAL:**

Conocer los parámetros de funcionamiento y condiciones de arranque de un motor monofásico de arranque por capacitor permanente utilizando los diagramas de conexiones correspondientes.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Verificar la corriente de arranque que se genera al momento de energizar los devanados del motor con el capacitor de placa.

Verificar la corriente de arranque que se genera al momento de energizar los devanados del motor, aumentando y disminuyendo el valor del capacitor.

Verificar el comportamiento del motor cuando se varían los valores del capacitor permanente.

Verificar los parámetros eléctricos con el analizador de redes y comprobar si el motor está en condiciones normales de operación.

Utilizar los instrumentos de medición a fin de constatar los resultados con el analizador de redes.

Identificar los bloques de elementos que conforma la práctica.

- **MARCO TEÓRICO.**

Principio de funcionamiento de los elementos que se encuentran en el Banco de pruebas para motores monofásicos.

Fundamentos teóricos (capítulo 2, pág. 15).

Cálculos del capacitor permanente (capítulo 3, pág. 57).

Datos de placa.

Diagramas de control y fuerza.

Diagrama de conexiones.

Normas de seguridad de un laboratorio.

Normas de procedimientos para un laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales.

Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.

- **MARCO PROCEDIMENTAL.**

Tomar las medidas de seguridad en caso que falle algún dispositivo o equipo del banco de pruebas.

Comprobar el funcionamiento de los elementos a implementar en la práctica.

Analizar los diagramas de conexiones, control y fuerza.

Revisar el protocolo de pruebas.

Tomar las lecturas indicadas y completar las respectivas tablas de registro de práctica.

Establecer observaciones, comentarios y conclusiones de la práctica.

- **CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO.**

Alimentar el banco de pruebas con la conexión de la toma industrial clavija y la fuente local del laboratorio.

Cerrar los breakers principales de control y fuerza.

Regular el voltaje de trabajo de acuerdo a los datos de placa del motor.

Cerrar el disyuntor de protección de respaldo del variador de tensión y el interruptor de fuerza.

Comprobar los niveles de voltaje de salida del variador de tensión y juego de barras con el analizador de redes y el multímetro digital en escala de voltios.

Realizar las conexiones de acuerdo a los diagramas eléctricos.

Llenar las tablas de registros de práctica.

- **RECURSOS UTILIZADOS.**

Banco de pruebas para motores monofásicos.

Equipos de medición: Multímetro y Amperímetro del laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales y resultados.

Cables banana de 4mm.

Fuente de alimentación del laboratorio.

- **CRONOGRAMA/CALENDARIO.**

De acuerdo a la planificación de cada docente.

- **CUESTIONARIO.**

¿Qué ventajas y desventajas poseen los motores de arranque por devanado permanente?

¿Cuáles son las características que diferencian al bobinado principal del bobinado de arranque?

¿Cuáles son las características del par arranque y de trabajo cuando se varían los valores de los capacitores permanentes?

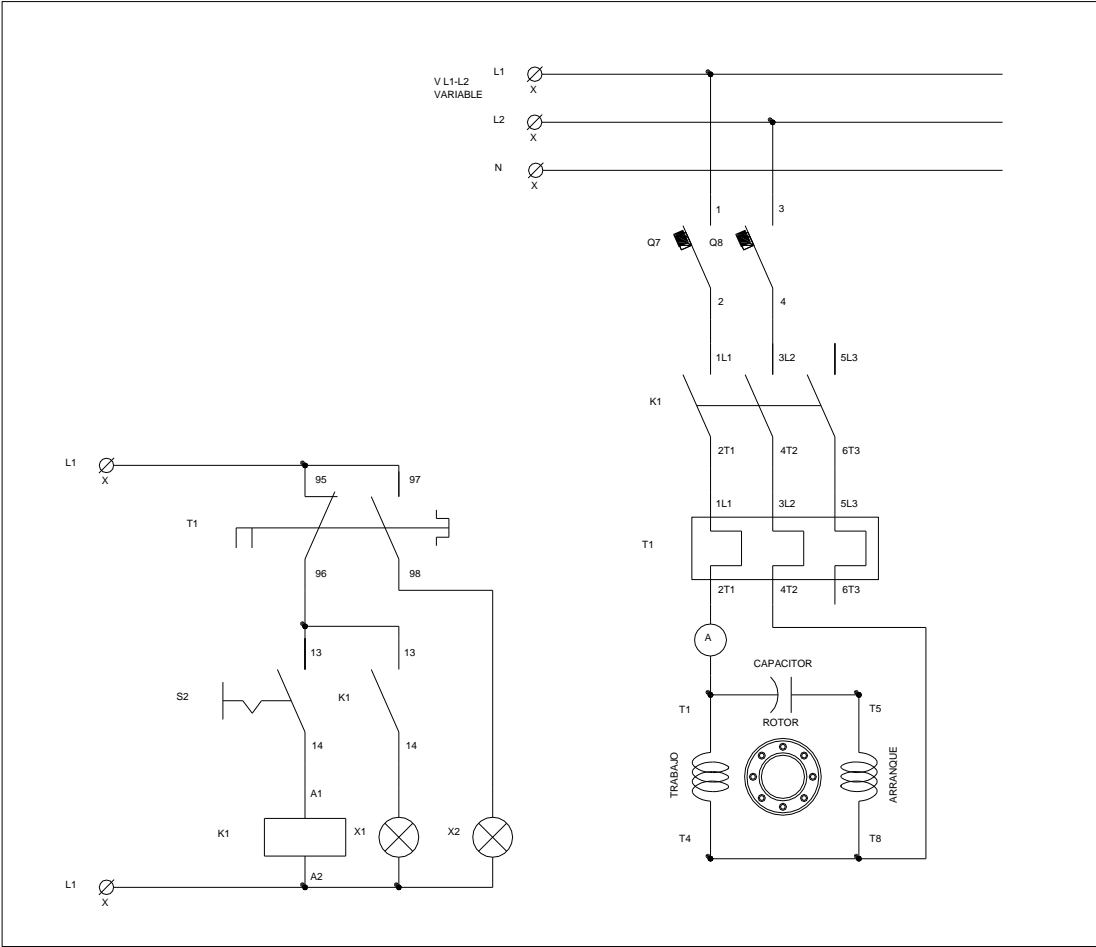
¿Conclusiones de esta práctica?

Tabla 28: Datos de placa motor monofásico de arranque por capacitor permanente.

DATOS DE PLACA MOTOR DE ARRANQUE POR CAPACITOR PERMANENTE	
MARCA:	HYDROLLO
MODELO:	QB60
FASES:	1
POTENCIA:	0.5 HP
VOLTAJE:	110 V
CORRIENTE:	2.5 A
FRECUENCIA:	60 Hz
RPM:	3400
FS:	1
Q:	5 ÷ 38 L/min
H:	38 ÷ 5 mts
Hmax:	40 mts
Qmax:	40 L/min
CAPACITOR:	10 uF
CAPACITOR INSTALADO	
MODELO:	CBB60
CAPACITANCIA:	10 uF ± 5 %
FRECUENCIA:	50/60 Hz
VOLTAJE:	250 Vac
VIDA ÚTIL:	3000 H

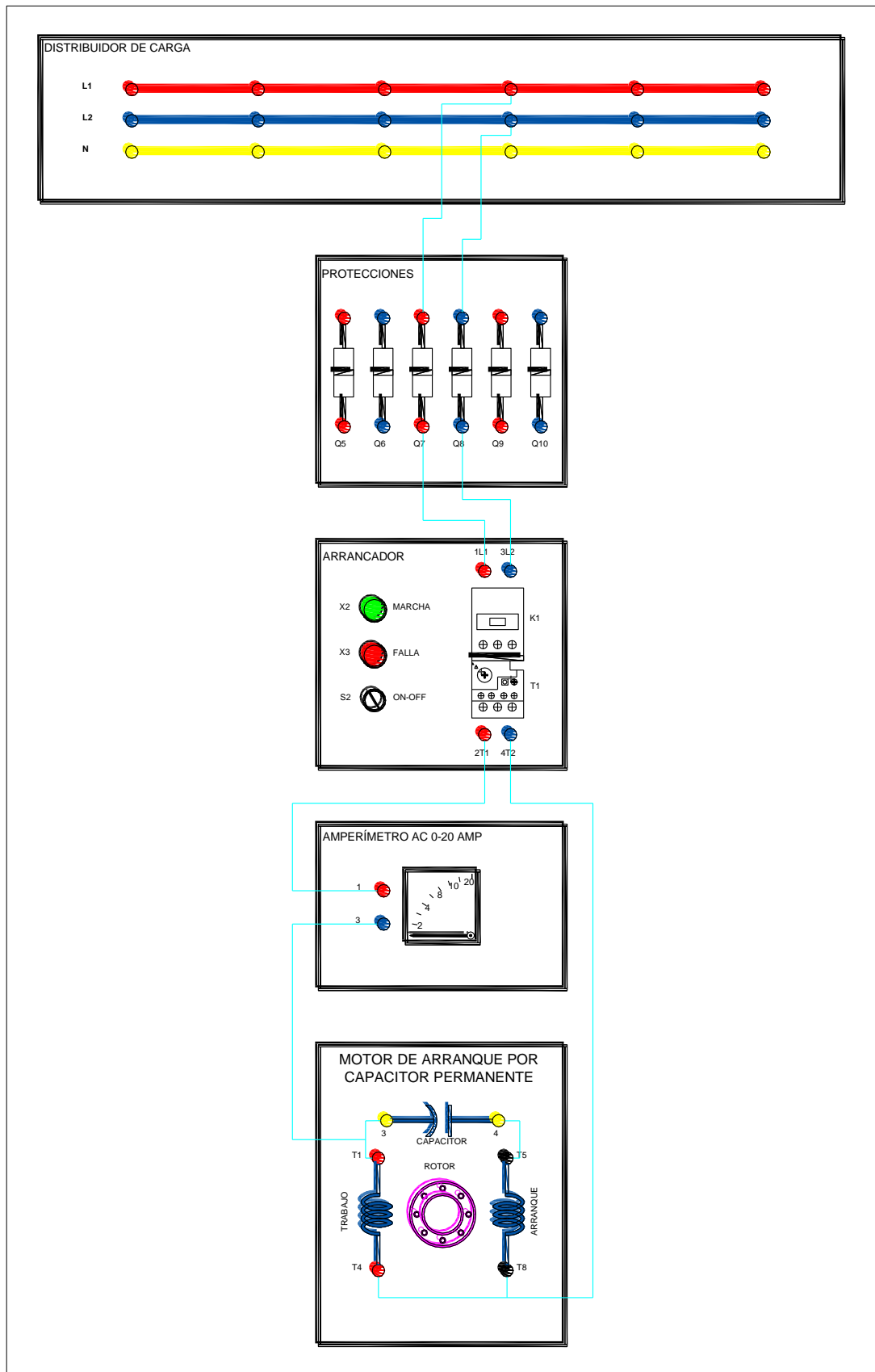
Fuente: Los Autores.

Figura 107: Diagrama de control y fuerza.



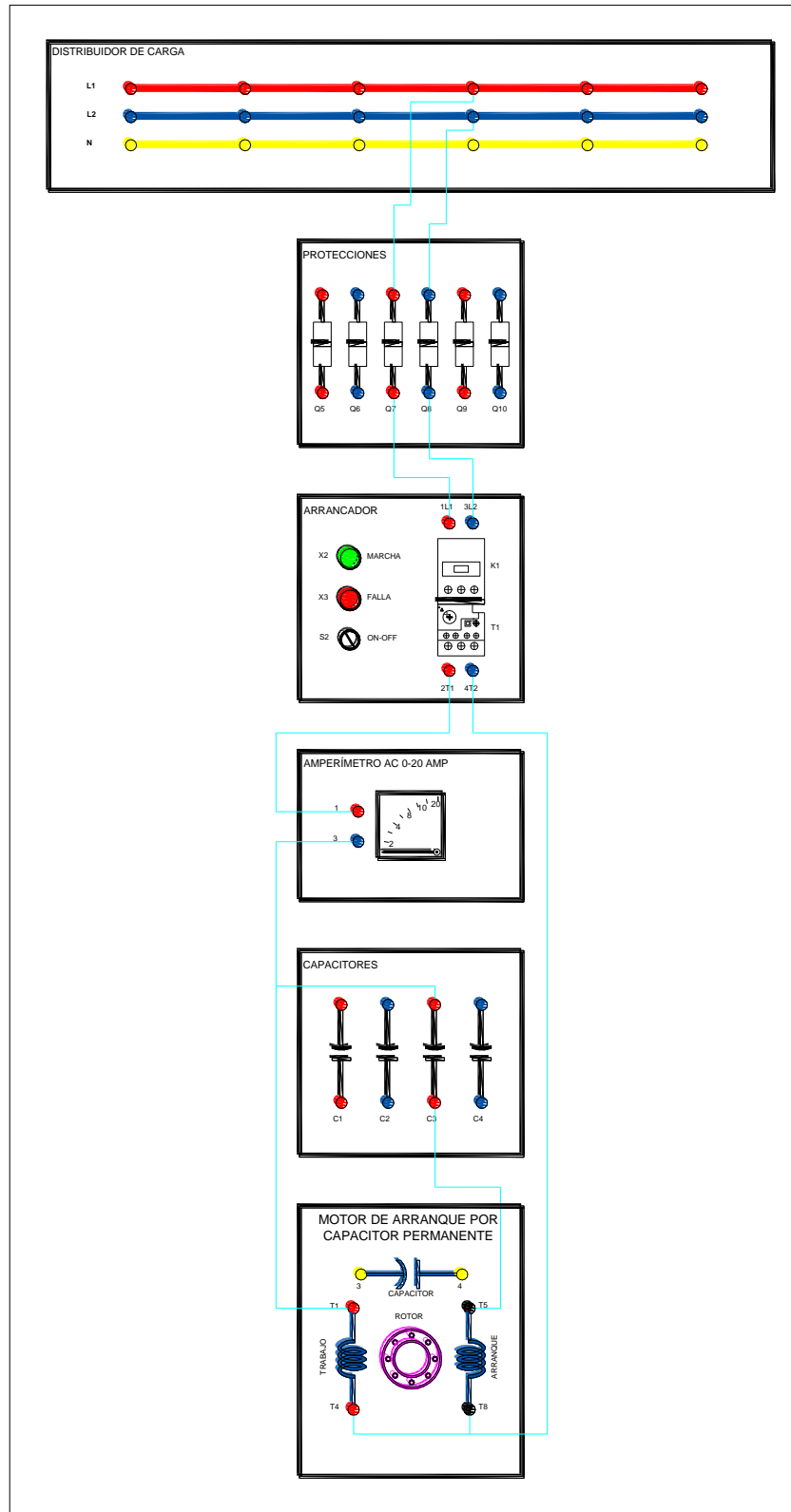
Fuente: Los Autores.

Figura 108: Diagrama de conexiones motor de arranque por capacitor permanente de placa.



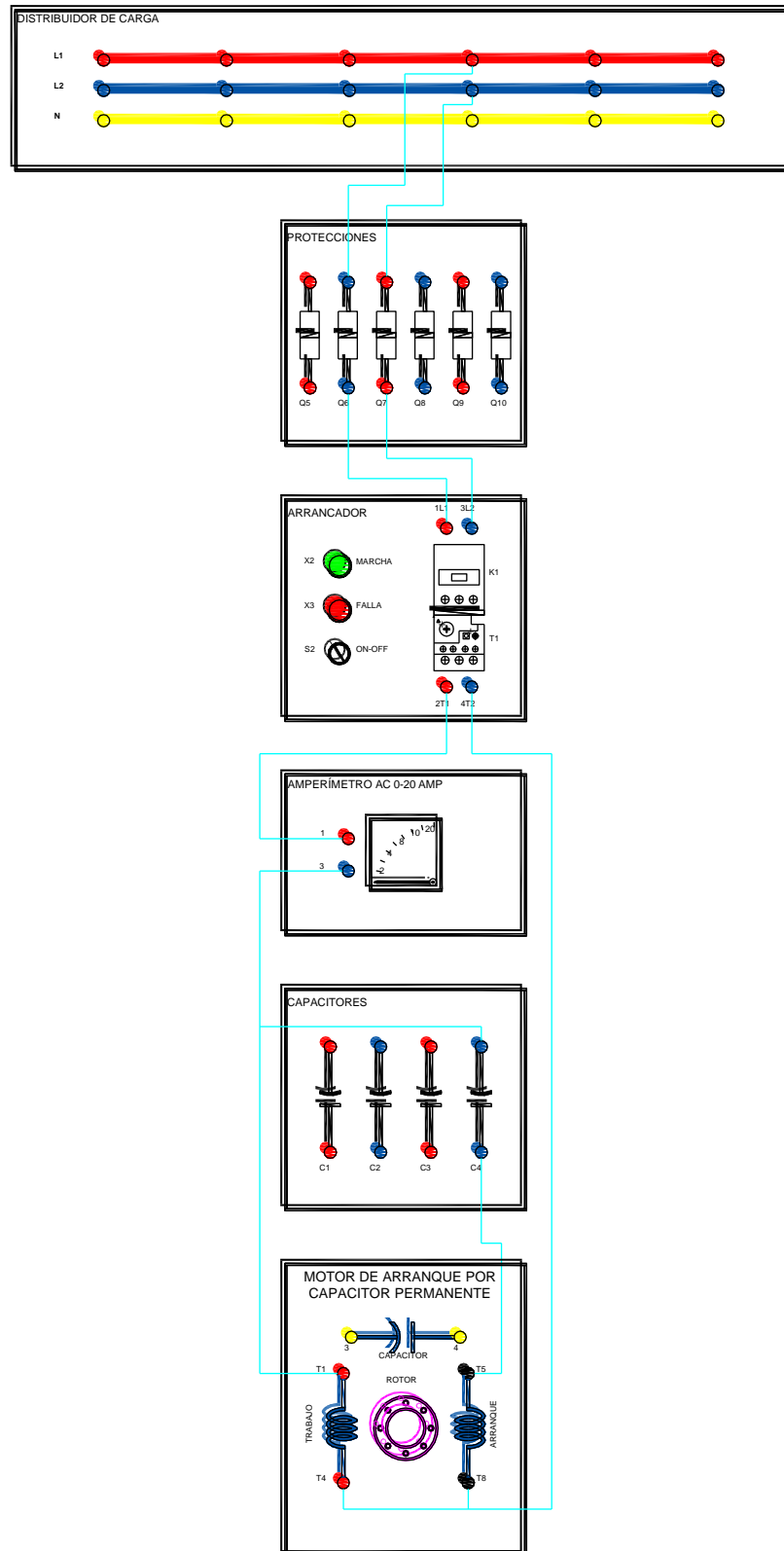
Fuente: Los Autores

Figura 109: Diagrama de conexiones motor de arranque por capacitor permanente disminuyendo el valor del capacitor.



Fuente: Los Autores

Figura 110: Diagrama de conexiones motor de arranque por capacitor permanente aumentando el valor del capacitor.



Fuente: Los Autores

Tabla 29: Registro de prueba 1 práctica No. 6.

REGISTRO PRACTICA No. 6: PRUEBA A VACIO MOTOR MONOFÁSICO DE ARRANQUE POR CAPACITOR PERMANENTE.					
ANALIZADOR (SELEC MFM384)		AMPERÍMETRO ANALÓGICO		MULTÍMETRO DIGITAL	
NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS
V_{1-2}	108.6V	$I_{ARR. (DEV-ARR.)}$	1A	$V_N (DEV-ARR)$	99.8V
V_{2-3}	125.2V	$I_{ARR. (DEV-TRAB.)}$	1A	$V_N (DEV-TRAB)$	107.1
V_{3-1}	62.7V	$I_{ARR.(MOTOR)}$	4.4A	$I_N (DEV-ARR).$	0.69A
I_N	1.38A	$I_N(MOTOR)$	1.2A	$I_N (DEV-TRAB)$	0.69A
KW	0.086			$I_N(MOTOR)$	1.33A
KVA	0.15			$R_{DEV-ARR}$	12.5Ω
KVAR	0.123			$R_{DEV-TRAB}$	8.5 Ω
FP	0.576			$C_{NOMINAL}$	12uF
				$V_{CNOMINAL}$	163.2V

Fuente: Los Autores

Tabla 30: Registro de prueba 2 práctica No. 6.

REGISTRO PRACTICA No. 6: PRUEBA A VACIO MOTOR MONOFÁSICO DE ARRANQUE POR CAPACITOR PERMANENTE DISMINUYENDO EL VALOR DEL CAPACITOR					
ANALIZADOR (SELEC MFM384)		AMPERÍMETRO ANALÓGICO		MULTÍMETRO DIGITAL	
NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS
V_{1-2}	108.3V	$I_{ARR. (DEV-ARR.)}$	1A	$V_N (DEV-ARR)$	106.6V
V_{2-3}	125.4V	$I_{ARR. (DEV-TRAB.)}$	1A	$V_N (DEV-TRAB)$	86.6V
V_{3-1}	62.4V	$I_{ARR.(MOTOR)}$	5A	$I_N (DEV-ARR.)$	0.26A
I_N	1.69A	$I_N(MOTOR)$	2A	$I_N (DEV-TRAB)$	0.26A
KW	0.089			$I_N(MOTOR)$	1.64A
KVA	0.183			$R_{DEV-ARR}$	12.5Ω
KVAR	0.161			$R_{DEV-TRAB}$	8.5 Ω
FP	0.45			C_{MENOR}	4.94uF
				V_{CMENOR}	150V

Fuente: Los Autores

Tabla 31: Registro de prueba 3 prácticas No. 6.

REGISTRO PRACTICA No. 6: PRUEBA A VACIO MOTOR MONOFÁSICO DE ARRANQUE POR CAPACITOR PERMANENTE AUMENTANDO EL VALOR DEL CAPACITOR					
ANALIZADOR (SELEC MFM384)		AMPERÍMETRO ANALÓGICO		MULTÍMETRO DIGITAL	
NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS
V_{1-2}	109.3V	$I_{ARR. (DEV-ARR.)}$	2A	$V_N (DEV-ARR)$	126.7V
V_{2-3}	125.5V	$I_{ARR. (DEV-TRAB.)}$	5.2A	$V_N (DEV-TRAB)$	107.5V
V_{3-1}	63.8V	$I_{ARR.(MOTOR)}$	3.8A	$I_N (DEV-ARR.)$	1.70A
I_N	1.24A	$I_N(MOTOR)$	1.8A	$I_N (DEV-TRAB)$	1.8A
KW	0.121			$I_N(MOTOR)$	1.12A
KVA	0.135			$R_{DEV-ARR}$	12.5Ω
KVAR	0.056			$R_{DEV-TRAB}$	8.5 Ω
FP	0.91			C_{MAYOR}	25.3uF
				V_{CMAYOR}	177.3V

Fuente: Los Autores

4.8. PRÁCTICA NO. 7: PRUEBA EN VACÍO Y ROTOR BLOQUEADO DE MOTOR DE INDUCCIÓN DE POLO SOMBREADOS.

4.8.1. DATOS INFORMATIVOS.

- **MATERIA:** Máquinas Eléctricas
- **PRÁCTICA N° 7**
- **NÚMERO DE ESTUDIANTES:** 20
- **NOMBRE DOCENTE:**
- **TIEMPO ESTIMADO:** 2 Horas

4.8.2. DATOS DE LA PRÁCTICA.

- **TEMA:** Prueba a vacío y rotor bloqueado de motor de inducción de polo sombreados.
- **OBJETIVO GENERAL:**

Conocer las características de funcionamiento y condiciones de arranque y rotor bloqueado de un motor de inducción de polos sombrados utilizando los diagramas de conexiones correspondientes.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Verificar la corriente de arranque que se genera al momento de energizar el motor.

Verificar los parámetros eléctricos con el analizador de redes cuando el rotor del motor está bloqueado y comprobar las condiciones de operación del motor en ese momento.

Utilizar los instrumentos de medición a fin de constatar los resultados con el analizador de redes.

- **MARCO TEÓRICO.**

Principio de funcionamiento de los elementos que se encuentran en el Banco de pruebas para motores monofásicos.

Fundamentos teóricos (capítulo 2, pág. 16).

Datos de placa.

Diagramas de control y fuerza.

Diagrama de conexiones

Normas de seguridad de un laboratorio.

Normas de procedimientos para un laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales.

Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.

- **MARCO PROCEDIMENTAL.**

Tomar las medidas de seguridad en caso que falle algún dispositivo o equipo del banco de pruebas.

Comprobar el funcionamiento de los elementos a implementar en la práctica.

Analizar los diagramas de conexiones, control y fuerza.

Revisar el protocolo de pruebas.

Tomar las lecturas indicadas y completar las respectivas tablas de registro de práctica.

Establecer observaciones, comentarios y conclusiones de la práctica.

- **CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO.**

Alimentar el banco de pruebas con la conexión de la toma industrial clavija y la fuente local del laboratorio.

Cerrar los disyuntores principales de control y fuerza.

Regular el voltaje de trabajo de acuerdo a los datos de placa del motor.

Cerrar el disyuntor de protección de respaldo del variador de tensión y el interruptor de fuerza.

Comprobar los niveles de tensión de salida del variador de tensión y juego de barras con el analizador de redes y el multímetro digital en escala de voltios.

Realizar las conexiones de acuerdo a los diagramas eléctricos.

Puesto que el motor de polos sombreados es de baja potencia se puede realizar la prueba de rotor bloqueado. Se sostiene el eje con un alicate y se incrementa el voltaje hasta que se aprecie en el analizador de red la corriente nominal. Esta prueba se realiza en un tiempo no mayor a 6 segundos.

Llenar la tabla de registro de práctica.

- **RECURSOS UTILIZADOS.**

Banco de pruebas para motores monofásicos.

Equipos de medición: Multímetro y Amperímetro del laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales y resultados.

Cables banana de 4mm.

Fuente de alimentación del laboratorio.

- **CRONOGRAMA/CALENDARIO.**

De acuerdo a la planificación de cada docente.

- **CUESTIONARIO.**

¿Cuál es la capacidad máxima que son fabricados estos tipos de motores?

¿Dónde se aplican estos tipos de motores?

¿Qué función realizan esos anillos que están cortocircuitados en el estator?

¿Por qué lleva el nombre de polos sombreados?

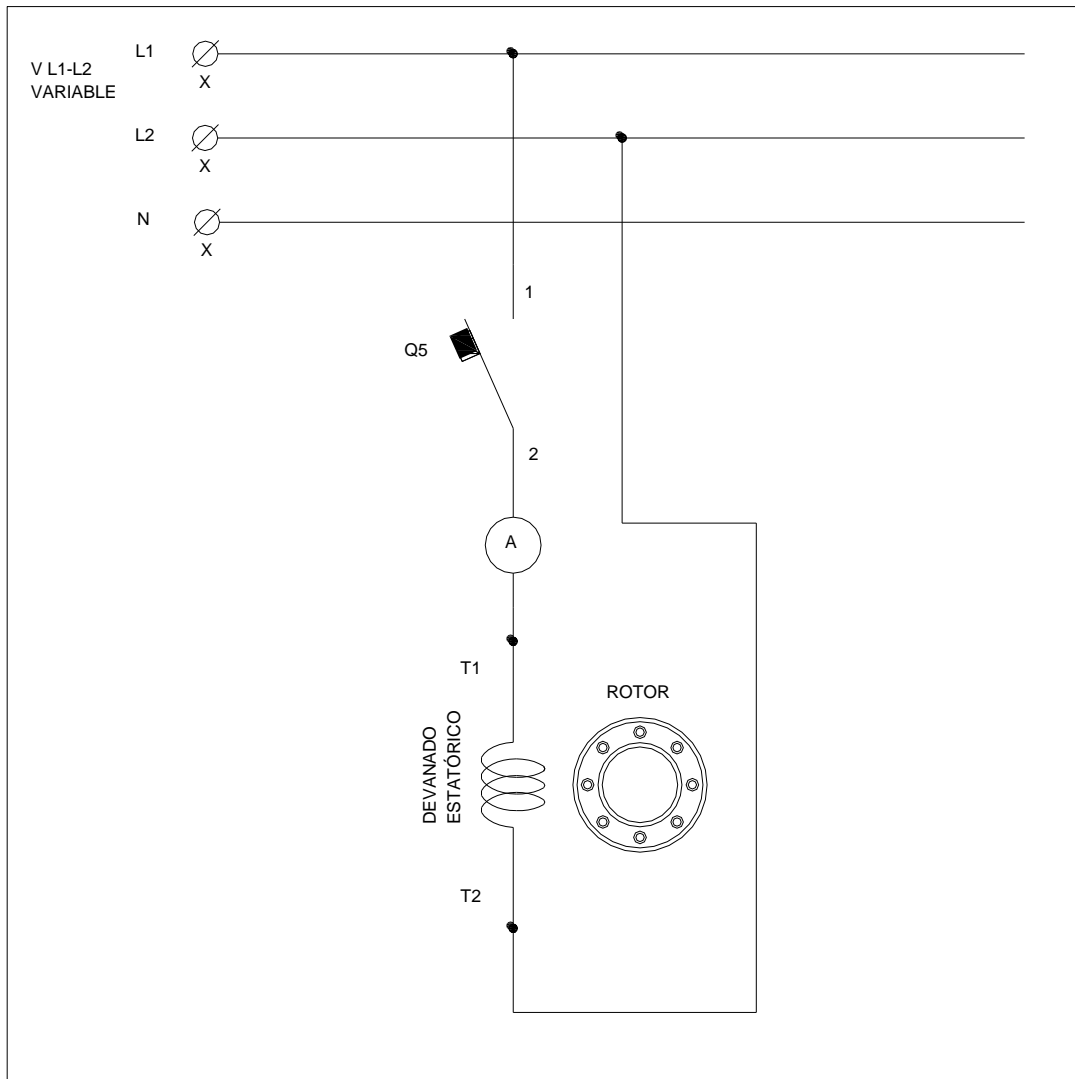
¿Conclusiones de esta práctica?

Tabla 32: Datos de placa motor de inducción de polos sombreados.

DATOS DE PLACA MOTOR DE INDUCCIÓN DE POLOS SOMBREADOS	
MARCA:	READY GENUINE PARTS
POTENCIA:	20 W
MODELO:	MFR-21282C
FASES:	1
VOLTAJE:	115 V
FRECUENCIA:	50/60 Hz

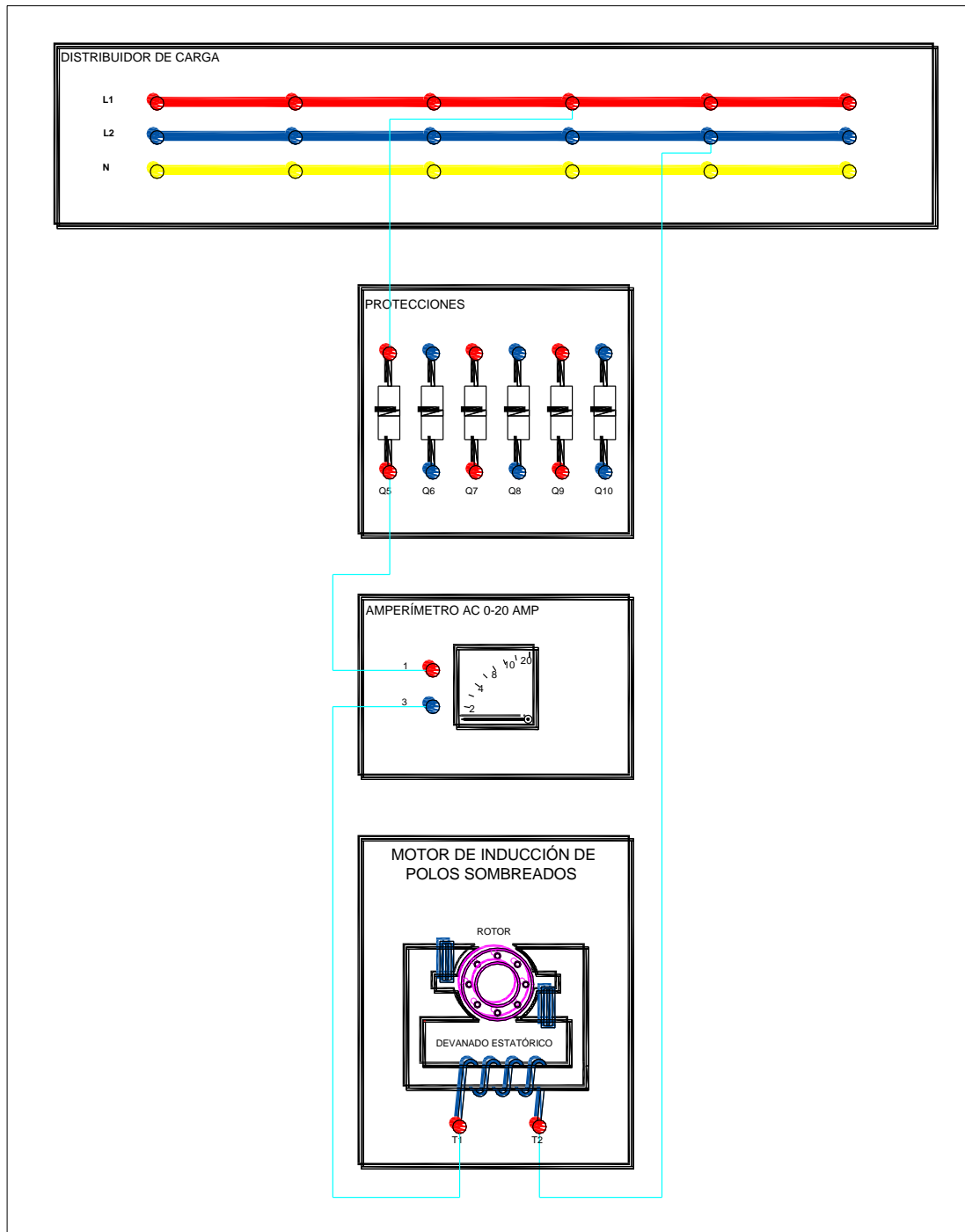
Fuente: Los Autores.

Figura 111: Diagrama de fuerza.



Fuente: Los Autores.

Figura 112: Diagrama de conexiones motor de inducción de polos sombreados.



Fuente: Los Autores.

Tabla 33: Registro de prueba 1 práctica No. 7.

REGISTRO PRACTICA No. 7: PRUEBA A VACIO MOTOR MONOFÁSICO DE INDUCCIÓN DE POLOS SOMBREADOS				
ANALIZADOR (SELEC MFM384)			MULTÍMETRO DIGITAL	
NOMBRE	VALORES MEDIDOS		NOMBRE	VALORES MEDIDOS
V_{1-2}	114.3A		V_N (DEV-POLAR)	112.8V
V_{2-3}	124.3A		I_N (DEV-POLAR)	0.25A
V_{3-1}	62V		$R_{DEV-POLAR}$	28Ω
I_N	0.264A			
KW	0.02			
KVA	0.03			
KVAR	0.022			
FP	0.664			

Fuente: Los Autores.

Tabla 34: Registro de prueba 2 práctica No. 7.

REGISTRO PRACTICA No. 7: PRUEBA DE ROTOR BLOQUEADO DE UN MOTOR MONOFÁSICO DE INDUCCIÓN DE POLOS SOMBREADOS			
ANALIZADOR (SELEC MF384)		MULTÍMETRO DIGITAL	
NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS
V_{1-2}	92.7V	V_N (DEV-POLAR)	90.3V
V_{2-3}	125V	$I_{\text{ROTOR BLOQ.}}$	0.25A
V_{3-1}	63.9V		
$I_{\text{ROTOR BLOQ.}}$	0.258A		
KW	0.018		
KVA	0.024		
KVAR	0.016		
FP	0.75		

Fuente: Los Autores.

4.9. PRÁCTICA NO. 8: PRUEBA EN VACÍO MOTOR UNIVERSAL DE CORRIENTE ALTERNA.

4.9.1. DATOS INFORMATIVOS.

- **MATERIA:** Máquinas Eléctricas
- **PRÁCTICA N° 1**
- **NÚMERO DE ESTUDIANTES:** 20
- **NOMBRE DOCENTE:**
- **TIEMPO ESTIMADO:** 2 Horas

4.9.2. DATOS DE LA PRÁCTICA.

- **TEMA:** Prueba a vacío motor universal de corriente alterna.
- **OBJETIVO GENERAL:**

Conocer los parámetros de funcionamiento y condiciones de arranque de un motor monofásico del tipo universal utilizando los diagramas de conexiones correspondientes.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Verificar la corriente de arranque que se genera al momento de energizar los devanados y la armadura del motor universal.

Verificar el comportamiento del motor cuando se varían las velocidades de las bobinas de campo mediante el control de velocidad.

Realizar inversión de giro.

Verificar los parámetros eléctricos con el analizador de redes y comprobar si el motor está en condiciones normales de operación.

Utilizar los instrumentos de medición a fin de constatar los resultados con el analizador de redes.

Identificar los bloques de elementos que conforma la práctica.

- **MARCO TEÓRICO.**

Principio de funcionamiento de los elementos que se encuentran en el Banco de pruebas para motores monofásicos.

Fundamentos teóricos (capítulo 2, pág. 19).

Datos de placa.

Diagrama de conexiones.

Normas de seguridad de un laboratorio.

Normas de procedimientos para un laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales.

Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.

- **MARCO PROCEDIMENTAL.**

Tomar las medidas de seguridad en caso que falle algún dispositivo o equipo del banco de pruebas.

Comprobar el funcionamiento de los elementos a implementar en la práctica.

Analizar los diagramas de conexiones, control y fuerza.

Revisar el protocolo de pruebas.

Tomar las lecturas indicadas y completar las respectivas tablas de registro de práctica.

Establecer observaciones, comentarios y conclusiones de la práctica.

- **CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO.**

Alimentar el banco de pruebas con la conexión de la toma industrial clavija y la fuente local del laboratorio.

Cerrar los disyuntores principales de control y fuerza.

Regular el voltaje de trabajo de acuerdo a los datos de placa del motor.

Cerrar el disyuntor de protección de respaldo del variador de tensión y el interruptor de fuerza.

Comprobar los niveles de tensión de salida del variador de tensión y juego de barras con el analizador de redes y el multímetro digital en escala de voltios.

Realizar las conexiones de acuerdo a los diagramas eléctricos para el normal funcionamiento e inversión de giro.

Variar la velocidad del motor con el control de velocidad.

Llenar las tablas de registros de práctica.

- **RECURSOS UTILIZADOS.**

Banco de pruebas para motores monofásicos.

Equipos de medición: Multímetro y Amperímetro del laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales y resultados.

Cables banana de 4mm.

Fuente de alimentación del laboratorio.

- **CRONOGRAMA/CALENDARIO.**

De acuerdo a la planificación de cada docente.

- **CUESTIONARIO.**

¿Qué ventajas y desventajas poseen los motores universales?

¿Cuáles son las características que diferencian al motor universal de corriente alterna con respecto al motor universal de corriente continua?

¿Qué dispositivos se utilizan para variar la velocidad en un motor universal de corriente alterna?

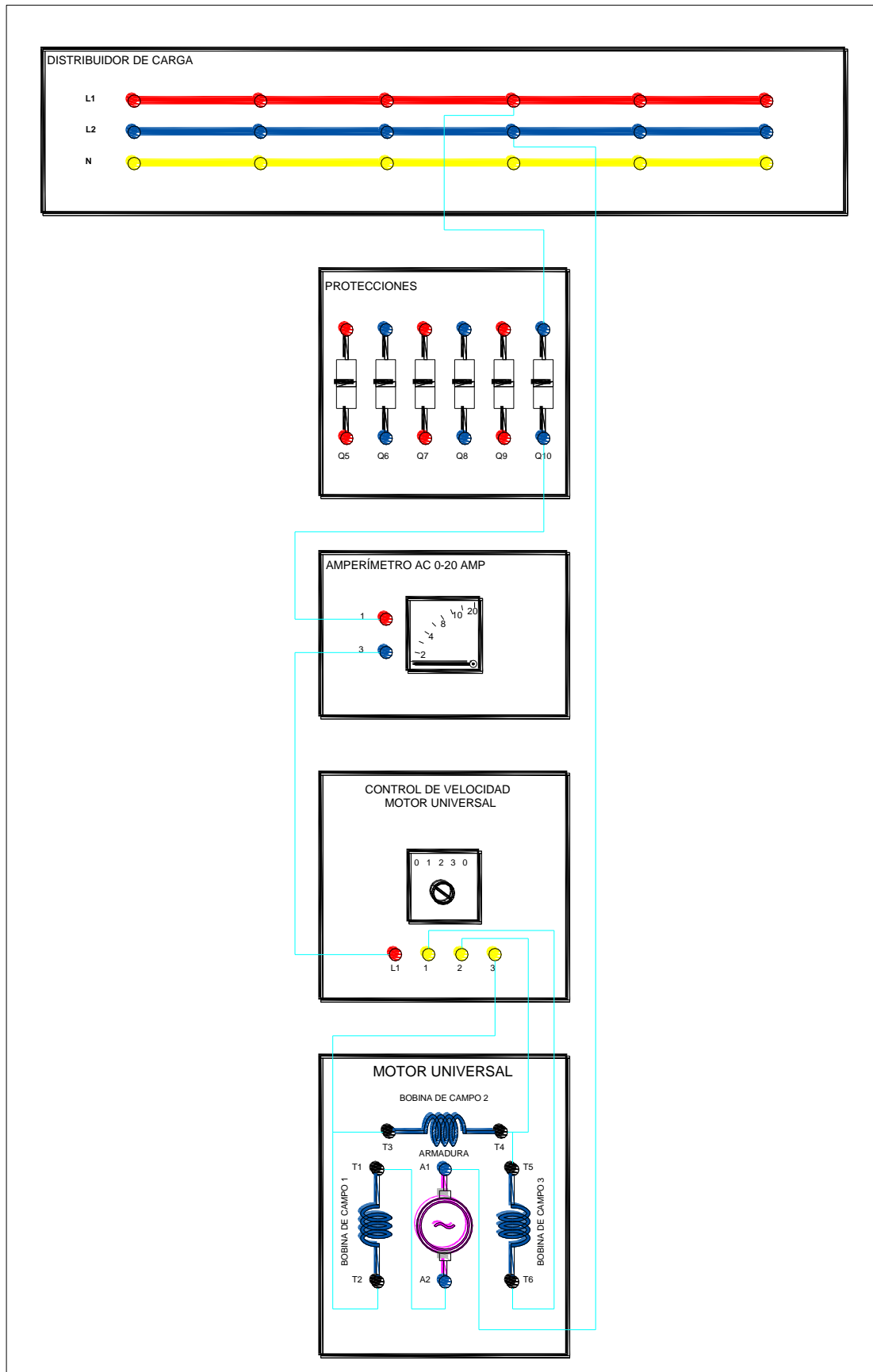
¿Conclusiones de esta práctica?

Tabla 35: Datos de placa motor universal de corriente alterna.

DATOS DE PLACA MOTOR UNIVERSAL	
MARCA:	OSTER
FASES:	1
POTENCIA:	500W
VOLTAJE:	110 V
CORRIENTE:	5.5A
FRECUENCIA:	60 Hz
VELOCIDADES:	3

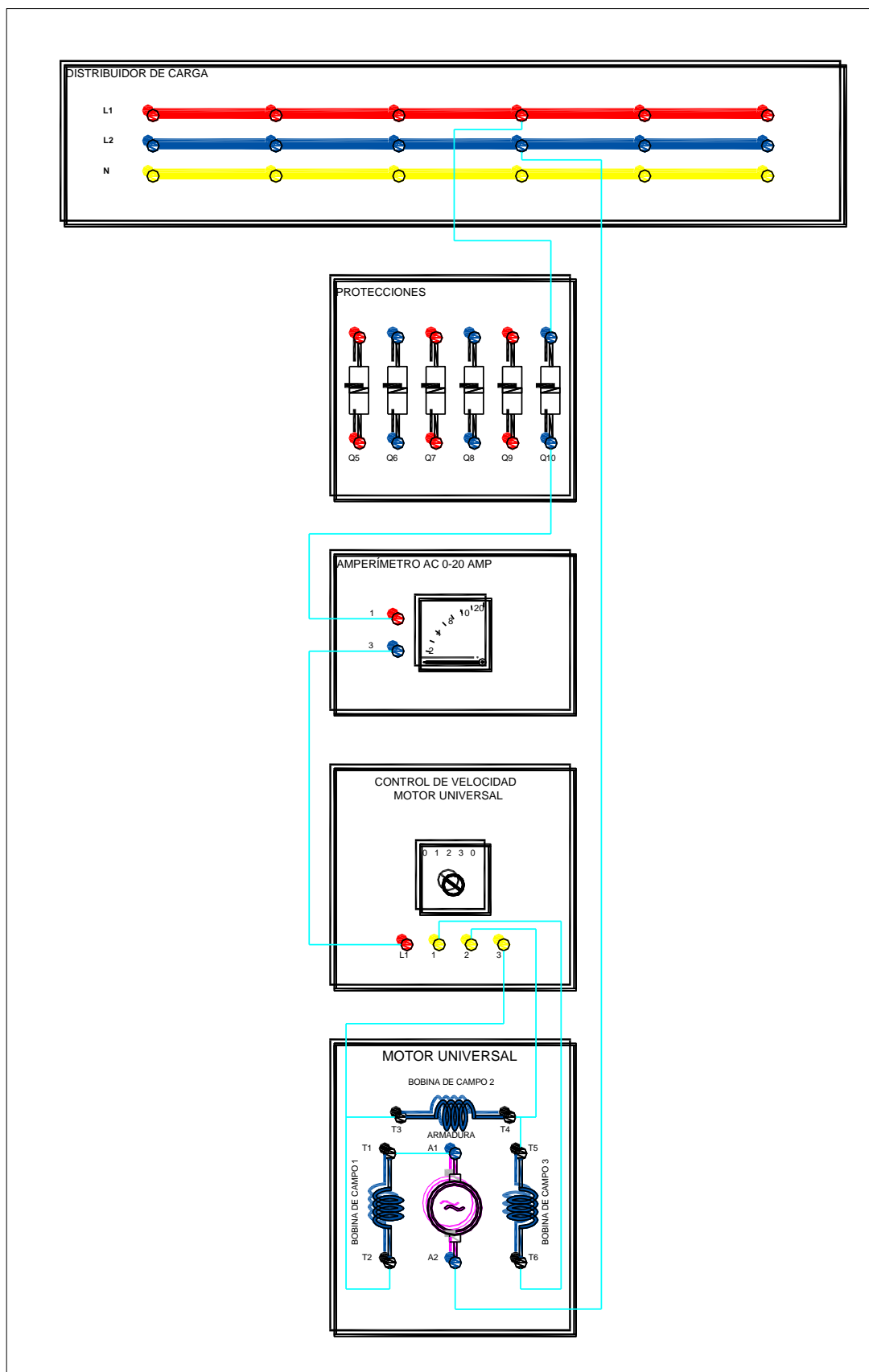
Fuente: Los Autores.

Figura 113: Diagrama de conexiones.



Fuente: Los Autores.

Figura 114: Diagrama de conexiones para invertir el giro.



Fuente: Los Autores

Tabla 36: Registro de prueba 1 práctica No. 8.

REGISTRO PRACTICA No. 8: PRUEBA EN VACIO MOTOR UNIVERSAL DE CORRIENTE ALTERNA (VELOCIDAD 1)					
ANALIZADOR (SELEC MFM384)		AMPERÍMETRO ANALÓGICO		MULTÍMETRO DIGITAL	
NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS
V_{1-2}	109.2V	$I_{ARR.(MOTOR)}$	2A	$V_{N(DEV-CAMP.1)}$	15V
V_{2-3}	124.4V	$I_{N(MOTOR)}$	1A	$V_{N(DEV-CAMP.2)}$	15V
V_{3-1}	63V			$V_{N(DEV-CAMP.3)}$	32V
I_N	1.02A			$I_{ARMADURA}$	1A
KW	0.106			$I_{DEV-CAMP.1}$	0.96A
KVA	0.111			$I_{DEV-CAMP.2}$	0.96A
KVAR	0.033			$I_{DEV-CAMP.3}$	0.96
FP	0.95			$R_{DEV-CAMP.1}$	1 Ω
				$R_{DEV-CAMP.2}$	1 Ω
				$R_{DEV-CAMP.3}$	5 Ω
				$R_{VELOCIDAD 1}$	7 Ω

Fuente: Los Autores.

Tabla 37: Registro de prueba 2 práctica No. 8.

REGISTRO PRACTICA No. 8: PRUEBA EN VACIO MOTOR UNIVERSAL DE CORRIENTE ALTERNA (VELOCIDAD 2)					
ANALIZADOR (SELEC MFM384)		AMPERÍMETRO ANALÓGICO		MULTÍMETRO DIGITAL	
NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS
V_{1-2}	109.3V	$I_{ARR.(MOTOR)}$	5A	$V_{N(DEV-CAMP.1)}$	13.3V
V_{2-3}	124.4V	$I_{N(MOTOR)}$	1A	$V_{N(DEV-CAMP.2)}$	12.8V
V_{3-1}	63.7V			$V_{N(DEV-CAMP.3)}$	25.7V
I_N	1.28A			$I_{ARMADURA}$	1.21A
KW	0.141			$I_{DEV-CAMP.1}$	1.28A
KVA	0.144			$I_{DEV-CAMP.2}$	1.24A
KVAR	0			$I_{DEV-CAMP.3}$	0A
FP	1			$R_{DEV-CAMP.1}$	1 Ω
				$R_{DEV-CAMP.2}$	1 Ω
				$R_{DEV-CAMP.3}$	5 Ω
				$R_{VELOCIDAD 2}$	2 Ω

Fuente: Los Autores.

Tabla 38: Registro de prueba 3 práctica No. 8.

REGISTRO PRACTICA No. 8: PRUEBA EN VACIO MOTOR UNIVERSAL DE CORRIENTE ALTERNA (VELOCIDAD 3)					
ANALIZADOR (SELEC MFM384)		AMPERÍMETRO ANALÓGICO		MULTÍMETRO DIGITAL	
NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS
V_{1-2}	108.9V	$I_{ARR.(MOTOR)}$	15A	$V_{N(DEV-CAMP.1)}$	15.4V
V_{2-3}	124.5V	$I_{N(MOTOR)}$	2.1A	$V_{N(DEV-CAMP.2)}$	16V
V_{3-1}	64.6V			$V_{N(DEV-CAMP.3)}$	31.4V
I_N	1.909A			$I_{ARMADURA}$	1.79A
KW	0.206			$I_{DEV-CAMP.1}$	1.75A
KVA	0.208			$I_{DEV-CAMP.2}$	0A
KVAR	-0.015			$I_{DEV-CAMP.3}$	0A
FP	0.0997			$R_{DEV-CAMP.1}$	1 Ω
				$R_{DEV-CAMP.2}$	1 Ω
				$R_{DEV-CAMP.3}$	5 Ω
				$R_{VELOCIDAD 3}$	1 Ω

4.10. PRÁCTICA NO. 9: PRUEBA EN VACÍO DE MOTOR VENTILADOR DE TUMBADO.

4.10.1. DATOS INFORMATIVOS.

- **MATERIA:** Máquinas Eléctricas
- **PRÁCTICA N° 7**
- **NÚMERO DE ESTUDIANTES:** 20
- **NOMBRE DOCENTE:**
- **TIEMPO ESTIMADO:** 2 Horas

4.10.2. DATOS DE LA PRÁCTICA.

- **TEMA:** Prueba a vacío de motor de ventilador de tumbado.
- **OBJETIVO GENERAL:**

Conocer las características de funcionamiento y condiciones de arranque de un motor de motor de ventilador de tumbado utilizando los diagramas de conexiones correspondientes.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Verificar la corriente de arranque que se genera al momento de energizar el motor.
Visualizar el comportamiento del motor cuando se conecta el regulador de velocidad.
Utilizar los instrumentos de medición a fin de constatar los resultados con el analizador de redes.

- **MARCO TEÓRICO.**

Principio de funcionamiento de los elementos que se encuentran en el Banco de pruebas para motores monofásicos.

Fundamentos teóricos (capítulo 2, pág. 21).

Datos de placa.

Diagramas de control y fuerza.

Diagrama de conexiones

Normas de seguridad de un laboratorio.

Normas de procedimientos para un laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales.

Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.

- **MARCO PROCEDIMENTAL.**

Tomar las medidas de seguridad en caso que falle algún dispositivo o equipo del banco de pruebas.

Comprobar el funcionamiento de los elementos a implementar en la práctica.

Analizar los diagramas de conexiones, control y fuerza.

Revisar el protocolo de pruebas.

Tomar las lecturas indicadas y completar las respectivas tablas de registro de práctica.

Establecer observaciones, comentarios y conclusiones de la práctica.

- **CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO.**

Alimentar el banco de pruebas con la conexión de la toma industrial clavija y la fuente local del laboratorio.

Cerrar los disyuntores principales de control y fuerza.

Regular el voltaje de trabajo de acuerdo a los datos de placa del motor.

Cerrar el disyuntor de protección de respaldo del variador de tensión y el interruptor de fuerza.

Comprobar los niveles de voltaje de salida del variador de tensión y juego de barras con el analizador de redes y el multímetro digital en escala de voltios.

Realizar las conexiones de acuerdo a los diagramas eléctricos.

Llenar la tabla de registro de práctica.

- **RECURSOS UTILIZADOS.**

Banco de pruebas para motores monofásicos.

Equipos de medición: Multímetro y Amperímetro del laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales y resultados.

Cables banana de 4mm.

Fuente de alimentación del laboratorio.

- **CRONOGRAMA/CALENDARIO.**

De acuerdo a la planificación de cada docente.

- **CUESTIONARIO.**

¿Por qué este tipo de motor es llamado de estator giratorio?

¿A qué tipo de motor monofásico pertenece el motor de ventilador de tumbado con lo visto anteriormente debido a su tipo de construcción?

¿Cómo funciona el control de velocidad del motor de ventilador de tumbado?

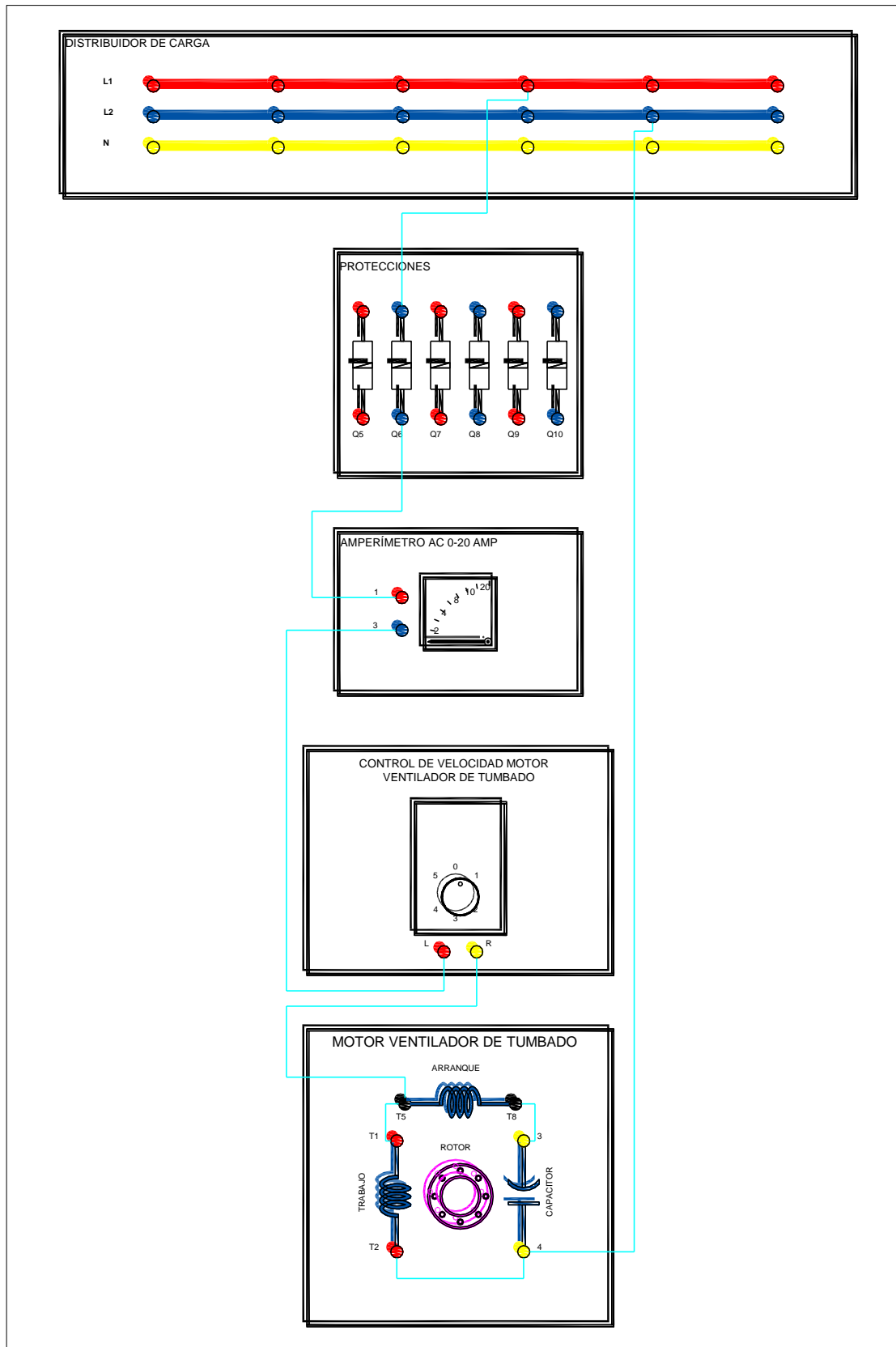
¿Conclusiones de esta práctica?

Tabla 39: Datos de placa motor ventilador de tumbado.

DATOS DE PLACA MOTOR VENTILADOR DE TUMBADO	
MARCA:	SKUTT
MODELO:	DS-56
FASES:	1
POTENCIA:	75 W
VOLTAJE:	110 V
FRECUENCIA:	60 Hz
DIÁMETRO:	56"
CAPACITOR INSTALADO	
MARCA:	BM
MODELO:	CBB61
CAPACITANCIA:	5 uF ± 5 %
FRECUENCIA:	50/60 Hz
VOLTAJE:	250 Vac
REGULADOR DE CAPACITIVO DE 5 VELOCIDADES	
MARCA:	KDK
MODELO:	A56XL

Fuente: Los autores.

Figura 115: Diagrama de conexiones.



Fuente: Los Autores

Tabla 40: Registro de prueba 1 práctica No. 9.

REGISTRO PRACTICA No. 9: PRUEBA A VACIO MOTOR MONOFÁSICO DE VENTILADOR DE TUMBADO					
ANALIZADOR (SELEC MFM384)		AMPERÍMETRO ANALÓGICO		MULTÍMETRO DIGITAL	
NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS
V_{1-2}	109.6V	$I_{ARR. (DEV-ARR.)}$	0A	$V_N (DEV-ARR)$	187.2V
V_{2-3}	126.3V	$I_{ARR. (DEV-TRAB.)}$	0A	$V_N (DEV-TRAB)$	107.9V
V_{3-1}	63.6V	$I_{ARR.(MOTOR)}$	0A	$I_N (DEV-ARR.)$	0.41A
I_N	0.422A	$I_N(MOTOR)$	0A	$I_N (DEV-TRAB)$	0.41A
KW	0.045			$I_N(MOTOR)$	0.39A
KVA	0.046			$R_{DEV-ARR}$	80Ω
KVAR	-0.008			$R_{DEV-TRAB}$	89.7Ω
FP	0.98			$C_{NOMINAL}$	5.02uF
				$V_{CAPACITOR}$	245.6V

Fuente: Los autores

Tabla 41: Registro de prueba 2 práctica No. 9.

REGISTRO PRACTICA No. 9: PRUEBA A VACIO MOTOR MONOFÁSICO DE VENTILADOR DE TUMBADO (VELOCIDAD 1)					
ANALIZADOR (SELEC MFM384)		AMPERÍMETRO ANALÓGICO		MULTÍMETRO DIGITAL	
NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS
V_{1-2}	110.9V	$I_{ARR. (DEV-ARR.)}$		$V_N (DEV-ARR)$	87.5V
V_{2-3}	126.8V	$I_{ARR. (DEV-TRAB.)}$		$V_N (DEV-TRAB)$	50.22V
V_{3-1}	63.7V	$I_{ARR.(MOTOR)}$		$I_N (DEV-ARR.)$	0.18 A
I_N	0.242 A	$I_N(MOTOR)$		$I_N (DEV-TRAB)$	0.18 A
KW	0.008			$I_N(MOTOR)$	0.23 A
KVA	0.027			$R_{DEV-ARR}$	80Ω
KVAR	-0.025			$R_{DEV-TRAB}$	89.7Ω
FP	0.3			$C_{NOMINAL}$	5.02uF
				$V_{CNOMINAL}$	106.3V
				$C_{VELOCIDAD 1}$	6.97Uf
				$V_{CVELOCIDAD 1}$	95.7V
				$I_{CVELOCIDAD 1}$	0.23

Fuente: Los autores

Tabla 42: Registro de prueba 3 práctica No. 9.

REGISTRO PRACTICA No. 9: PRUEBA A VACIO MOTOR MONOFÁSICO DE VENTILADOR DE TUMBADO (VELOCIDAD 2)					
ANALIZADOR (SELEC MFM384)		AMPERÍMETRO ANALÓGICO		MULTÍMETRO DIGITAL	
NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS
V_{1-2}	110.9V	$I_{ARR. (DEV-ARR.)}$		$V_N (DEV-ARR)$	122.3V
V_{2-3}	126.7V	$I_{ARR. (DEV-TRAB.)}$		$V_N (DEV-TRAB)$	62.1V
V_{3-1}	63.9V	$I_{ARR.(MOTOR)}$		$I_N (DEV-ARR.)$	0.24 A
I_N	0.289 A	$I_N(MOTOR)$		$I_N (DEV-TRAB)$	0.25 A
KW	0.013			$I_N(MOTOR)$	0.27 A
KVA	0.032			$R_{DEV-ARR}$	80Ω
KVAR	-0.028			$R_{DEV-TRAB}$	89.7Ω
FP	0.418			$C_{NOMINAL}$	5.02uF
				$V_{CNOMINAL}$	114.5V
				$C_{VELOCIDAD 2}$	9.12uF
				$V_{CVELOCIDAD 2}$	86.6V
				$I_{CVELOCIDAD 2}$	0.27 A

Fuente: Los autores

Tabla 43: Registro de prueba 4 práctica No. 9.

REGISTRO PRACTICA No. 9: PRUEBA A VACIO MOTOR MONOFÁSICO DE VENTILADOR DE TUMBADO (VELOCIDAD 3)					
ANALIZADOR (SELEC MFM384)		AMPERÍMETRO ANALÓGICO		MULTÍMETRO DIGITAL	
NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS
V_{1-2}	110.8V	$I_{ARR. (DEV-ARR.)}$		$V_N (DEV-ARR)$	148V
V_{2-3}	126.8V	$I_{ARR. (DEV-TRAB.)}$		$V_N (DEV-TRAB)$	73.9V
V_{3-1}	64.1V	$I_{ARR.(MOTOR)}$		$I_N (DEV-ARR.)$	0.30 A
I_N	0.332 A	$I_N(MOTOR)$		$I_N (DEV-TRAB)$	0.30 A
KW	0.02			$I_N(MOTOR)$	0.31 A
KVA	0.037			$R_{DEV-ARR}$	80Ω
KVAR	-0.03			$R_{DEV-TRAB}$	89.7Ω
FP	0.548			$C_{NOMINAL}$	5.02Uf
				V_{CN}	176.6V
				$C_{VELOCIDAD 3}$	12 uF
				$V_{CVELOCIDAD 3}$	74.8 V
				$I_{CVELOCIDAD 3}$	0.31 A

Fuente: Los autores

Tabla 44: Registro de prueba 5 práctica No. 9.

REGISTRO PRACTICA No. 9: PRUEBA A VACIO MOTOR MONOFÁSICO DE VENTILADOR DE TUMBADO (VELOCIDAD 4)					
ANALIZADOR (SELEC MFM384)		AMPERÍMETRO ANALÓGICO		MULTÍMETRO DIGITAL	
NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS
V_{1-2}	111V	$I_{ARR. (DEV-ARR.)}$		$V_N (DEV-ARR)$	173.6V
V_{2-3}	127.1V	$I_{ARR. (DEV-TRAB.)}$		$V_N (DEV-TRAB)$	91V
V_{3-1}	64.3V	$I_{ARR.(MOTOR)}$		$I_N (DEV-ARR.)$	0.37 A
I_N	0.382 A	$I_N(MOTOR)$		$I_N (DEV-TRAB)$	0.37 A
KW	0.031			$I_N(MOTOR)$	0.35 A
KVA	0.042			$R_{DEV-ARR}$	80Ω
KVAR	-0.028			$R_{DEV-TRAB}$	89.7Ω
FP	0.733			$C_{NOMINAL}$	5.02uF
				$V_{CNOMINAL}$	215.3V
				$C_{VELOCIDAD 4}$	19 uF
				$V_{CVELOCIDAD 4}$	53.6V
				$I_{CVELOCIDAD 4}$	0.35 A

Fuente: Los autores

Tabla 45: Registro de prueba 6 práctica No. 9.

REGISTRO PRACTICA No. 9: PRUEBA A VACIO MOTOR MONOFÁSICO DE VENTILADOR DE TUMBADO (VELOCIDAD 5)					
ANALIZADOR (SELEC MFM384)		AMPERÍMETRO ANALÓGICO		MULTÍMETRO DIGITAL	
NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS
V_{1-2}	110.3V	$I_{ARR. (DEV-ARR.)}$		$V_N (DEV-ARR)$	188.2V
V_{2-3}	126.9V	$I_{ARR. (DEV-TRAB.)}$		$V_N (DEV-TRAB)$	108.5V
V_{3-1}	63.8V	$I_{ARR.(MOTOR)}$		$I_N (DEV-ARR.)$	0.42 A
I_N	0.427 A	$I_N(MOTOR)$		$I_N (DEV-TRAB)$	0.41 A
KW	0.046			$I_N(MOTOR)$	0.39 A
KVA	0.047			$R_{DEV-ARR}$	80Ω
KVAR	-0.008			$R_{DEV-TRAB}$	89.7Ω
FP	0.98			$C_{NOMINAL}$	5.02uF
				$V_{CNominal}$	246.9V
				$C_{VELOCIDAD 5}$	0 uF
				$V_{VELOCIDAD 5}$	0V
				$I_{VELOCIDAD 5}$	0.39 A

Fuente: Los autores

4.11. PRÁCTICA NO. 10: PRUEBA EN VACÍO MOTOR PASO A PASO UNIPOLAR.

4.11.1. DATOS INFORMATIVOS.

- **MATERIA:** Máquinas Eléctricas
- **PRÁCTICA N° 1**
- **NÚMERO DE ESTUDIANTES:** 20
- **NOMBRE DOCENTE:**
- **TIEMPO ESTIMADO:** 2 Horas

4.11.2. DATOS DE LA PRÁCTICA.

- **TEMA:** Prueba a vacío motor de pasos unipolar de corriente directa.
- **OBJETIVO GENERAL:**

Conocer el principio de funcionamiento de un motor paso a paso unipolar.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Verificar la corriente de arranque que se genera al momento de energizar el motor de pasos.

Visualizar el comportamiento del motor cuando se varía la velocidad de pasos mediante el control de velocidad.

Verificar el comportamiento del motor cuando se cambia el sentido de giro del motor.

Realizar inversión de giro manualmente intercambiando las bobinas del motor y manteniendo las bornes de salida de la tarjeta de control.

Verificar el posicionamiento mecánico y electrónico del motor.

Identificar los bloques de elementos que conforma la práctica.

- **MARCO TEÓRICO.**

Principio de funcionamiento de los elementos que se encuentran en el Banco de pruebas para motores monofásicos.

Fundamentos teóricos (capítulo 2, página 24)

Diseño de la tarjeta electrónica (capítulo 3, página 36).

Datos de placa.

Diagrama de conexiones.

Normas de seguridad de un laboratorio.

Normas de procedimientos para un laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales.

Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.

- **MARCO PROCEDIMENTAL.**

Tomar las medidas de seguridad en caso que falle algún dispositivo o equipo del banco de pruebas.

Comprobar el funcionamiento de los elementos a implementar en la práctica.

Analizar los diagramas de conexiones.

Revisar el protocolo de pruebas.

Tomar las lecturas indicadas y completar las respectivas tablas de registro de práctica.

Establecer observaciones, comentarios y conclusiones de la práctica.

- **CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO.**

Alimentar el banco de pruebas con la conexión de la toma industrial clavija y la fuente local del laboratorio.

Cerrar los disyuntores principales de control y fuerza.

Calibrar el variador de tensión a 120V.

Energizar la fuente regulable y establecer el voltaje de salida a 2.5Vdc.

Comprobar los niveles de tensión de salida de la fuente regulable.

Energizar la tarjeta de control del motor de pasos.

Realizar las conexiones de acuerdo a los diagramas eléctricos para el normal funcionamiento e inversión de giro.

Variar la velocidad del motor con el potenciómetro.

Cambiar el sentido de giro con el selector de la tarjeta de control.

Cambiar el sentido de giro de forma manual.

Llenar las tablas de registros de práctica.

- **RECURSOS UTILIZADOS.**

Banco de pruebas para motores monofásicos.

Equipos de medición: Multímetro y Amperímetro del laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales y resultados.

Cables banana de 4mm.

Fuente de alimentación del laboratorio.

- **CRONOGRAMA/CALENDARIO.**

De acuerdo a la planificación de cada docente.

- **CUESTIONARIO.**

¿Qué aplicaciones tiene el motor de pasos?

¿Cuáles son las características que diferencian al motor de pasos unipolar del motor de pasos bipolar?

¿Qué software se utiliza para programar la tarjeta de control del motor de pasos?

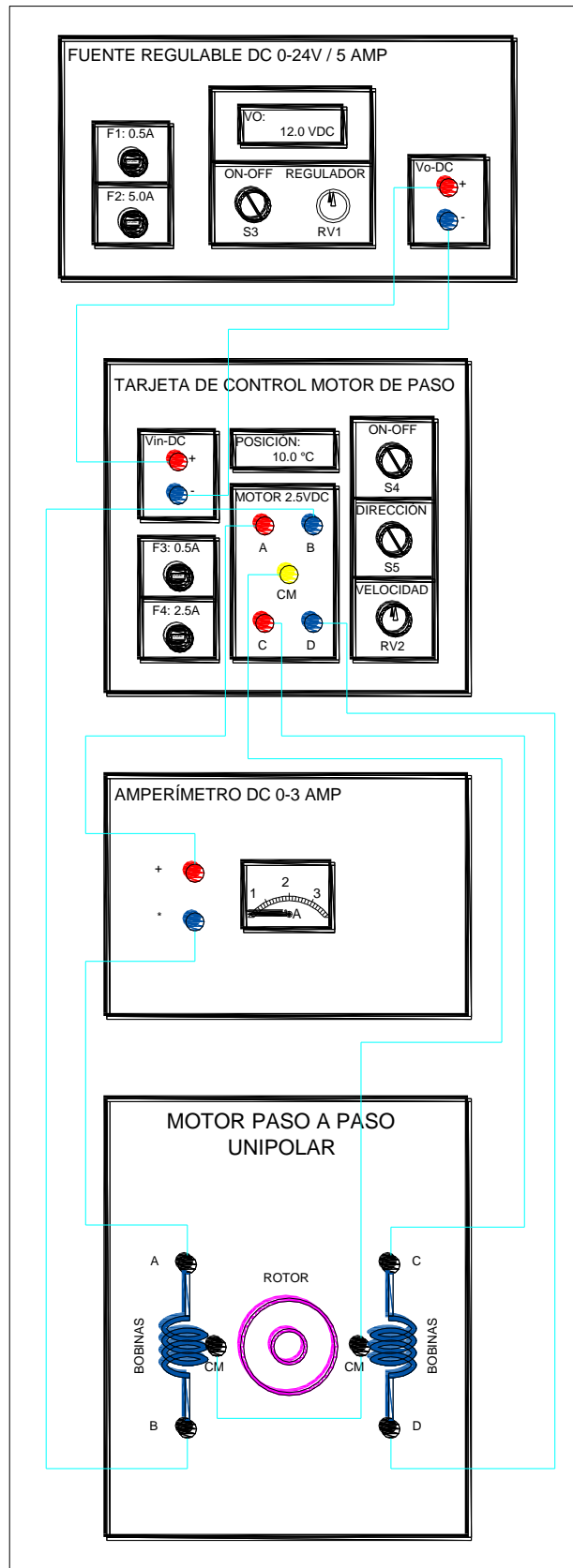
¿Conclusiones de esta práctica?

Tabla 46: Datos de placa motor de pasos unipolar de corriente directa.

DATOS DE PLACA MOTOR PASO A PASO UNIPOLAR	
MARCA:	SANYO
MODELO:	103-809-0242
VOLTAJE:	2.5 Vdc
CORRIENTE:	2.1 A
DEG/STEP:	1.8

Fuente: Los Autores.

Figura 116: Diagrama de conexiones.



Fuente: Los Autores.

Tabla 47: Registro de prueba práctica No. 10.

REGISTRO PRACTICA No. 10: PRUEBA A VACIO MOTOR PASO A PASO UNIPOLAR.					
ANALIZADOR (SELEC MFM384)		AMPERÍMETRO ANALÓGICO		MULTÍMETRO DIGITAL	
NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS	NOMBRE	VALORES MEDIDOS
V₁₋₂	118 V	I_N	1,3 A	R_{DEV-A Y B.}	2.2Ω
I_N	1,064 A			R_{DEV-C Y D.}	2.4Ω
KW	0,065			V_{FUENT.REG.-DC}	3,25 V
KVA	0,109				
KVAR	0,088			PANTALLA LCD FUENTE	
FP	0,60			V_{FUENT.REG.-DC}	3,3 V

Fuente: Los Autores.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES.

Se realiza el diseño y construcción de banco de pruebas con ayuda del tutor y los conocimientos adquiridos en las materias máquinas eléctricas e instalaciones industriales, con el fin de ayudar a los estudiantes poniendo a prueba los conocimientos adquiridos en clases, mediante la práctica y saber que efectos se producen y compararlos con la teoría.

- En la etapa del diseño y construcción, se adquiere mayor destreza sobre conexiones internas; las distintas aplicaciones en las que se pueden encontrar los motores monofásicos tanto en el sector residencial, comercial e industrial.
- En el banco de pruebas se acoplo elementos, accesorios y dispositivos de protección, medición, control y fuerza, diseñados para las prácticas que van a desarrollar. Para la selección de cada dispositivo en las prácticas planteadas, se utilizan los bloques que se aprecian en los diagramas eléctricos.
- El diseño aprobado consta de 7 tipos de motores monofásicos, todo su conexionado interno se lleva a borneras y conectores de panel tipo banana de 4mm para facilitar las distintas conexiones, mediciones y pruebas funcionamiento de cada uno de los motores estudiados.
- En las prácticas se colocan elementos que no son los de fábrica para observar la funcionabilidad de los motores cuando se realiza un cambio del diseño y como responde o se comporta al reemplazar con las conexiones y elementos que lo conforman.
- Mediante el desarrollo de la presente tesis de grado y de la implementación del banco de pruebas que se ha instalado en el laboratorio de máquinas eléctricas de la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA sede GUAYAQUIL, se ha podido demostrar que mediante la aplicación de conocimientos básicos sobre: instalaciones industriales, protecciones, maquinas eléctricas; es posible construir un banco de pruebas didáctico para los estudiantes.

- A pesar de que en el campo laboral se encuentran más dispositivos sofisticados y costosos, pero con la ayuda de este módulo podrán hacer varias prácticas de gran ayuda para el ámbito profesional, y tener mayor destreza en el campo de los motores monofásicos.

5.2. RECOMENDACIONES.

Para mantener el tablero de pruebas en buen estado y en óptimas condiciones de funcionamiento a largo plazo para el uso correcto del docente y un buen aprendizaje de los alumnos de la materia de máquinas eléctricas, es recomendable:

- La manipulación del banco de pruebas debe ser únicamente con autorización del docente que imparte el curso o seminario.
- El docente debe estar siempre presente en cada práctica que el estudiante realiza en el banco de pruebas, así poder aclarar algunas dudas que se presenten en ese instante.
- Para mayor facilidad de entendimiento y comprensión del funcionamiento del banco es recomendable que los estudiantes que van a trabajar en el banco de pruebas deberían cursar materias o tengan conocimientos sobre de cual es funcionamiento de los equipos y elementos que conforman el banco de pruebas.
- Se debe dar mantenimiento periódico y programado al banco de pruebas para mantener su funcionamiento al 100% en todos los elementos y dispositivos que lo conforman.
- Se deben verificar las conexiones eléctricas, entre los equipos, terminales y conductores a fin de evitar falso y posterior daño de los dispositivos.

ANEXOS

FICHA TÉCNICA DE CONECTORES BANANA 4mm

Figura 117: Anexo - Ficha técnica de conectores banana 4mm

23/2/2015 Conector de banana 4mm, BS-324-LS-B, BS-324-LS-R, BS-324-LS-BL, BS-324-LS-Y, BS-324-LS-G |ES|



TME
Electronic Components

Transfer Multisort Elektronik Sp. z o.o.
Ustronna 41 Str., 93-350 Lodz, Poland
tel (+48) 42 645-54-44 | fax (+48) 42 645-54-70
www.tme.eu | export@tme.eu



print

Conector de banana 4mm



Medidas

Tipo de conector	banana 4mm
Conector	conector hembra
Versión	aislados
Montaje	atornillado, para panel
Material de contactor	latón
Cobertura de contactor	niquelado
Material de aislamiento	poliámido
Conforme a norma	EN61010 1000V CAT III
Corriente de trabajo	32 A
Long. total	23,5 mm

Fuente: www.tme.com, 2014

ANEXOS

FICHA TÉCNICA DE ENCHUFES BANANA 4mm

Figura 118: Anexo - Ficha técnica de enchufes banana 4mm

23/2/2015 Enchufes de banana angulares 4mm, BAP-100-B, BAP-100-BL, BAP-100-G, BAP-100-R, BAP-100-Y |ES|



TME
Electronic Components

Transfer Multisort Elektronik Sp. z o.o.
Ustronna 41 Str., 93-350 Lodz, Poland
tel (+48) 42 645-54-44 | fax (+48) 42 645-54-70
www.tme.eu | export@tme.eu



[print](#)

Enchufes de banana angulares 4mm



Medidas






Tipo de conector	banana 4mm
Conector	enchufe
Conexión	angular
Montaje	para soldar, para conducto
Corriente de trabajo	32 A
Material de contactor	latón
Cobertura de contactor	niquelado
Material de aislamiento	poliámido
Conforme a norma	EN61010 1000V CAT II
Long. total	40 mm

Fuente: www.tme.com, 2014

ANEXOS

FICHA TÉCNICA DE TOMA Y ENCHUFE 3P + T 32A

Figura 119: Anexo - Ficha técnica toma y enchufe 3P +T 32A

							
TOMAS Y ENCHUFES INDUSTRIALES (MODELO P17) TIPO 6 HORAS							
Material: Poliamida		Voltaje de aislamiento: 500v					
Grado de protección: IP-44 (16 - 32 A) IP-67 (63 - 125 A)		Protección contra impacto: Ik-08					
Temperatura de trabajo: -50°C + 80°C							
Descripción							
Imagen	Referencia	Características	Color	Capacidad/ Voltaje	Tipo	Empaque	Precio USD
 587 04	Enchufes						
	574 24	Monofásico	Azul	16A/250V	2P + T	10	5,59
	581 24	Monofásico	Azul	32A/250V	2P + T	10	14,71
	574 38	Trifásico	Rojo	16A/415V	3P + T	10	10,18
	581 38	Trifásico	Rojo	32A/415V	3P + T	10	8,84
	587 04	Trifásico	Rojo	63A/415V	3P + T	2	45,26
	591 26	Trifásico	Rojo	125A/415V	3P + T	1	133,06
Tomados sobrepuestas							
 591 06	553 53	Monofásico	Azul	16A/250V	2P + T	10	10,75
	553 73	Monofásico	Azul	32A/250V	2P + T	5	21,10
	555 57	Trifásico	Rojo	16A/415V	3P + T	10	15,31
	555 77	Trifásico	Rojo	32A/415V	3P + T	10	15,86
	587 44	Trifásico	Rojo	63A/415V	3P + T	2	71,18
	591 06	Trifásico	Rojo	125A/415V	3P + T	1	404,12
Tomados semiempotrables							
 591 16	573 64	Monofásico	Azul	16A/250V	2P + T	10	9,63
	576 12	Monofásico	Azul	32A/250V	2P + T	10	17,64
	576 17	Trifásico	Rojo	16A/415V	3P + T	10	12,35
	576 18	Trifásico	Rojo	32A/415V	3P + T	10	13,26
	587 24	Trifásico	Rojo	63A/415V	3P + T	2	54,95
	591 16	Trifásico	Rojo	125A/415V	3P + T	1	134,35
Toma extension (prolongadores)							
 582 04	575 04	Monofásico	Azul	16A/250V	2P + T	10	8,72
	582 04	Monofásico	Azul	32A/250V	2P + T	10	17,67
	575 18	Trifásico	Rojo	16A/415V	3P + T	10	10,48
	582 18	Trifásico	Rojo	32A/415V	3P + T	10	13,99
	587 14	Trifásico	Rojo	63A/415V	3P + T	2	67,94
	591 36	Trifásico	Rojo	125A/415V	3P + T	1	172,91

Fuente: www.sumelec.net, 2014

ANEXOS

FICHA AUTOTRANSFORMADOR VARIABLE DE 3KVA 0-250V

Figura 120: Anexo - Ficha autotransformador variable de 3KVA 0-250V


AUTOTRANSFORMADORES VARIABLES

CNC VARIACS

Descripción



TDGC2-05



TDGC2-3

Características

CNC ofrece transformadores variables de columna. Estos toman la línea de voltaje y proveen un voltaje de salida variable ajustable a la necesidad del cliente.
Para sistemas:
a) Monofásicos
b) Trifásicos

Proveen una excelente calidad de energía, una forma de seno constante, con capacidad de consumo de corriente desde cero hasta carga completa en 220 de voltaje de salida.
Diseñados para uso pesado, regulación en seco.

Aplicaciones

- Pruebas de laboratorio a transformadores.
- Desarrollo de proyectos de investigación.
- Certificación de pruebas eléctricas.
- Prueba de laboratorio a motores.
- Pruebas de laboratorio a herramientas.
- Telecomunicaciones.
- Incremento de productividad a procesos de fabricación.


Referencia	Potencia	Amperaje	Voltaje de entrada	Voltaje de salida	Precio USD
Monofásicos					
TDGC2-0,5	0.5 KVA	2 A	220V	0 a 250V	59,80
TDGC2-1	1 KVA	4 A	220V	0 a 250V	94,20
TDGC2-2	2 KVA	8 A	220V	0 a 250V	130,64
TDGC2-3	3 KVA	12 A	220V	0 a 250V	158,12
TDGC2-5	5 KVA	20 A	220V	0 a 250V	278,44
Trifásicos					
TSGC 2-3	3 KVA	4 A	220V	0 a 250V	277,08
TSGC 2-6	6 KVA	8 A	220V	0 a 250V	393,92
TSGC 2-9	9 KVA	12 A	220V	0 a 250V	457,20
TSGC 2-15	15 KVA	23 A	220V	0 a 250V	814,68

Fuente: www.sumelec.net, 2014


ANEXOS

FICHA TÉCNICA ANALIZADOR SELEC MFM384

Figura 121: Anexo - Ficha técnica analizador selec MFM384 - 1



SELEC MFM384 / MFM384-C
Operating Instructions



96 x 96

SPECIFICATIONS

DISPLAY
Liquid crystal display with backlight
4 lines, 4 digits per line to show electrical parameters
5th line, 8 digits to show energy
Bar graph for current indication

LCD INDICATIONS

- Integration of energy
- Unit is in configuration menu
- Communication in progress

MAX DMD - Maximum and Minimum Demand Power

WIRING INPUT
3 Ø - 4 wire, 3 Ø - 3 wire, 2 Ø - 3 wire and
1 Ø - 2 wire system

RATED INPUT VOLTAGE
11 to 300V AC (L-N) ;
19 to 519V AC (L-L) ; Installation Category III (600V)
UL Approval :
11 to 277V AC (L-N) ;
19 to 480V AC (L-L) ; Installation Category III (600V)

FREQUENCY RANGE
45-65 Hz

RATED INPUT CURRENT
Nominal 5A AC (Min-11mA, Max-6A)

BURDEN
0.5 VA @ 5A per phase

CT PRIMARY
1A / 5A to 10,000A (Programmable for any Value)
Note : 1A to 10,000A if CT secondary is 1 else
CT primary is 5A to 10,000A

CT SECONDARY
1A or 5A (programmable)

PT PRIMARY
100V to 500kV (Programmable for any value)

PT SECONDARY
100 to 500V AC (L-L)(Programmable for any value)

Display update time
1 sec. for all parameters

Display Scrolling
Automatic or Manual (Programmable)

POWER CONSUMPTION
MFM384 / MFM384-C / MFM384-230V /
MFM384-C-230V : Less than 8VA
MFM384-24V / MFM384-C-24V : Less than 2VA

ENVIRONMENTAL CONDITIONS
- Indoor use
- Altitude of up to 2000 meters
- Pollution degree II

Temperature : Operating : -10°C to 55°C
Storage : -20°C to 75°C

Humidity : Up to 85% non-condensing

PROTECTION CLASS : II

MOUNTING : Panel mounting

WEIGHT : MFM384 / MFM384-C : 318gms
MFM384-230V / MFM384-C-230V : 362gms
MFM384-24V / MFM384-C-24V : 327gms

OUTPUT
Pulse Output : Voltage range : External 24V DC max.
Current capacity : 100mA max
Pulse Width : 100 ms ± 5ms.

ORDER CODE INFORMATION

Product	Supply	Certification	
MFM384 / MFM384-C	100 to 240V AC, +15% +12%, 50 / 60Hz, (±5%)	CE	RoHS
MFM384-230V / MFM384-C-230V	230V AC, ±20%, 50 / 60Hz	---	---
MFM384-24V / MFM384-C-24V	DC : 18 to 42V ; AC : 18 to 28V, 50 / 60Hz	---	---
MFM384-CE / MFM384-C-CE	100 to 240V AC, +15% +12%, 50 / 60Hz, (±5%)	■	---
MFM384-CU / MFM384-C-CU	100 to 240V AC, +15% +12%, 50 / 60Hz, (±5%)	■	■

Installation Category II

SERIAL COMMUNICATION
[Applicable for MFM384-C / MFM384-C-230V / MFM384-C-24V]

Interface standard and protocol	RS485 and MODBUS RTU
Communication address	1 to 255
Transmission mode	Half duplex
Data types	Float and Integer
Transmission distance	500m maximum
Transmission Speed	300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 (in bps)
Parity	None, Odd, Even
Stop bits	1 or 2
Response time	100 ms (max and independent of baud rate)

ACCURACY :

Measurement	Accuracy
Voltage V_{L-N}	±0.5% of Full scale
Voltage V_{L-L}	±0.5% of Full scale
Current	±0.5% of Full scale
Frequency	±0.1% For L-N Voltage >20V, For L-L Voltage >35V
Active Power	1%
Apparent power	1%
Reactive Power	1%
Power factor	±0.01
Active energy	Class 1
Reactive energy	Class 1
Apparent energy	Class 1
MAX / MIN Active Power	1%
MAX / MIN Reactive Power	1%
MAX Apparent Power	1%

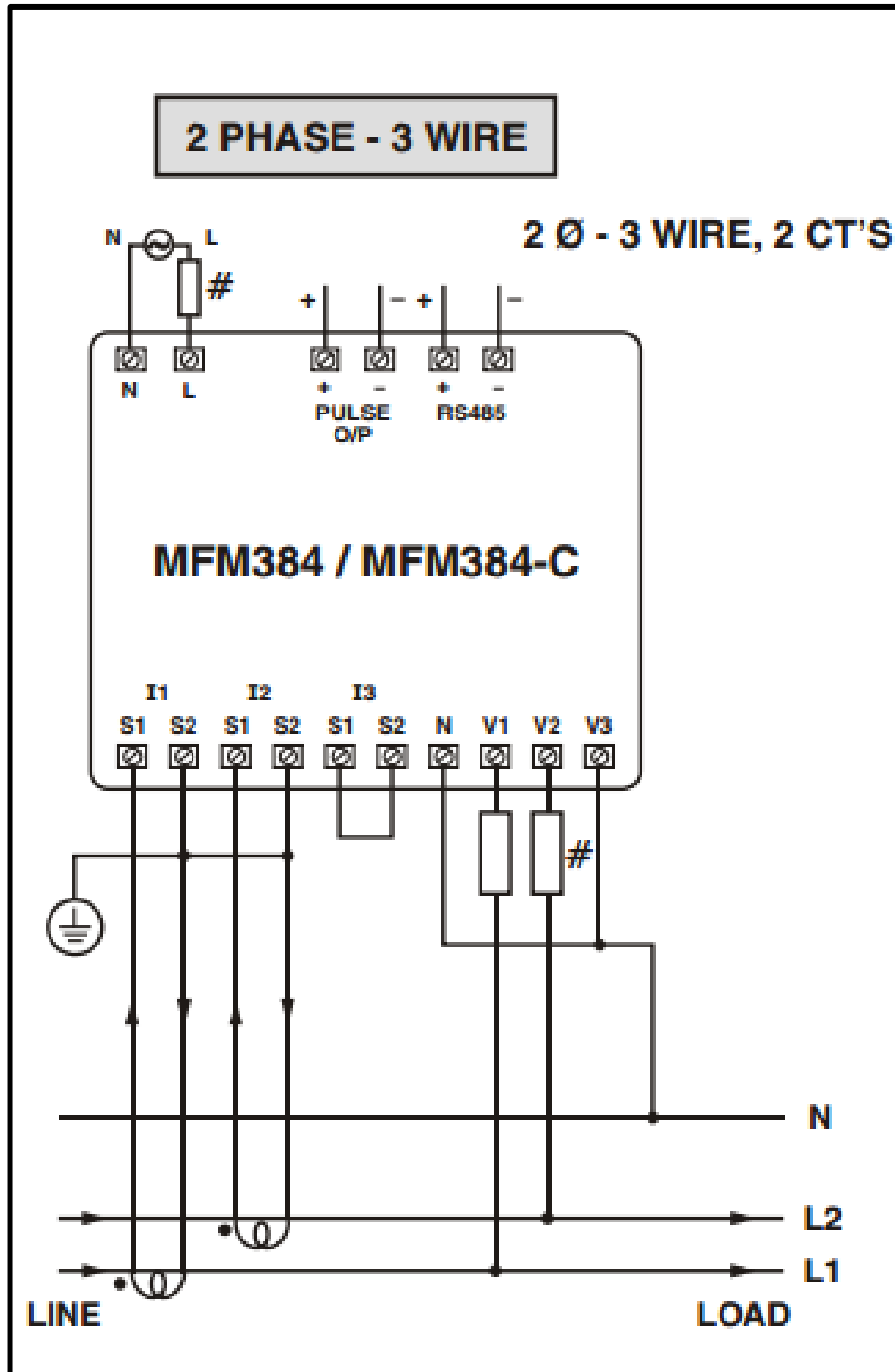
RESOLUTION :

PT Ratio x CT Ratio	kWh / kVAh / kVARh	Pulse
<15	0.01K	0.01K
<150	0.1K	0.1K
<1500	1K	1K
<15000	0.01M	0.01M
<150000	0.1M	0.1M
≥1500000	1M	1M

Fuente: Catalogo Selec, 2014

ANEXOS

Figura 122: Anexo - Ficha técnica analizador selec MFM384 - 2




Fuente: Catalogo Selec, 2014

ANEXOS

FICHA TÉCNICA CONTACTOR LC1D09

Figura 123: Anexo - Ficha técnica contactor - 1


<p style="color: green; margin: 0;">Product data sheet</p> <p style="color: green; margin: 0;">Characteristics</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;">  </div> <div style="width: 65%;"> <h4 style="margin: 0;">LC1D09P7</h4> <p style="margin: 0;">TeSys D contactor - 3P(3 NO) - AC-3 - <= 440 V 9 A - 230 V AC coil</p> </div> </div> <hr/> <p style="color: green; margin: 0;">Main</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 0;"> <tr><td style="width: 30%;">Commercial Status</td><td>Commercialised</td></tr> <tr><td>Range of product</td><td>TeSys D</td></tr> <tr><td>Product or component type</td><td>Contacteur</td></tr> <tr><td>Device short name</td><td>LC1D</td></tr> <tr><td>Contacteur application</td><td>Motor control Resistive load</td></tr> <tr><td>Utilisation category</td><td>AC-1 AC-3</td></tr> <tr><td>Poles description</td><td>3P</td></tr> <tr><td>Power pole contact composition</td><td>3 NO</td></tr> <tr><td>[Ue] rated operational voltage</td><td><= 300 V DC for power circuit <= 690 V AC 25...400 Hz for power circuit</td></tr> <tr><td>[Ie] rated operational current</td><td>9 A (<= 60 °C) at <= 440 V AC AC-3 for power circuit 25 A (<= 60 °C) at <= 440 V AC AC-1 for power circuit</td></tr> <tr><td>Motor power kW</td><td>5.5 kW at 660...690 V AC 50/60 Hz 5.5 kW at 500 V AC 50/60 Hz 4 kW at 415...440 V AC 50/60 Hz 4 kW at 380...400 V AC 50/60 Hz 2.2 kW at 220...230 V AC 50/60 Hz</td></tr> <tr><td>Motor power HP (UL / CSA)</td><td>7.5 hp at 575/600 V AC 50/60 Hz for 3 phases motors 5 hp at 460/480 V AC 50/60 Hz for 3 phases motors 2 hp at 230/240 V AC 50/60 Hz for 3 phases motors 2 hp at 200/208 V AC 50/60 Hz for 3 phases motors 1 hp at 230/240 V AC 50/60 Hz for 1 phase motors 0.5 hp at 115 V AC 50/60 Hz for 1 phase motors</td></tr> <tr><td>Control circuit type</td><td>AC 50/60 Hz</td></tr> <tr><td>Control circuit voltage</td><td>230 V AC 50/60 Hz</td></tr> <tr><td>Auxiliary contact composition</td><td>1 NO + 1 NC</td></tr> <tr><td>[Uimp] rated impulse withstand voltage</td><td>6 kV conforming to IEC 60947</td></tr> <tr><td>Overvoltage category</td><td>III</td></tr> <tr><td>[Ith] conventional free air thermal current</td><td>10 A at <= 60 °C for signalling circuit 25 A at <= 60 °C for power circuit</td></tr> <tr><td>Irms rated making capacity</td><td>250 A DC for signalling circuit conforming to IEC 60947-5-1 140 A AC for signalling circuit conforming to IEC 60947-5-1 250 A at 440 V for power circuit conforming to IEC 60947</td></tr> <tr><td>Rated breaking capacity</td><td>250 A at 440 V for power circuit conforming to IEC 60947</td></tr> <tr><td>[Icw] rated short-time withstand current</td><td>61 A <= 40 °C 1 min power circuit 30 A <= 40 °C 10 min power circuit 140 A 100 ms signalling circuit 120 A 500 ms signalling circuit 100 A 1 s signalling circuit 210 A <= 40 °C 1 s power circuit 105 A <= 40 °C 10 s power circuit</td></tr> </table>	Commercial Status	Commercialised	Range of product	TeSys D	Product or component type	Contacteur	Device short name	LC1D	Contacteur application	Motor control Resistive load	Utilisation category	AC-1 AC-3	Poles description	3P	Power pole contact composition	3 NO	[Ue] rated operational voltage	<= 300 V DC for power circuit <= 690 V AC 25...400 Hz for power circuit	[Ie] rated operational current	9 A (<= 60 °C) at <= 440 V AC AC-3 for power circuit 25 A (<= 60 °C) at <= 440 V AC AC-1 for power circuit	Motor power kW	5.5 kW at 660...690 V AC 50/60 Hz 5.5 kW at 500 V AC 50/60 Hz 4 kW at 415...440 V AC 50/60 Hz 4 kW at 380...400 V AC 50/60 Hz 2.2 kW at 220...230 V AC 50/60 Hz	Motor power HP (UL / CSA)	7.5 hp at 575/600 V AC 50/60 Hz for 3 phases motors 5 hp at 460/480 V AC 50/60 Hz for 3 phases motors 2 hp at 230/240 V AC 50/60 Hz for 3 phases motors 2 hp at 200/208 V AC 50/60 Hz for 3 phases motors 1 hp at 230/240 V AC 50/60 Hz for 1 phase motors 0.5 hp at 115 V AC 50/60 Hz for 1 phase motors	Control circuit type	AC 50/60 Hz	Control circuit voltage	230 V AC 50/60 Hz	Auxiliary contact composition	1 NO + 1 NC	[Uimp] rated impulse withstand voltage	6 kV conforming to IEC 60947	Overvoltage category	III	[Ith] conventional free air thermal current	10 A at <= 60 °C for signalling circuit 25 A at <= 60 °C for power circuit	Irms rated making capacity	250 A DC for signalling circuit conforming to IEC 60947-5-1 140 A AC for signalling circuit conforming to IEC 60947-5-1 250 A at 440 V for power circuit conforming to IEC 60947	Rated breaking capacity	250 A at 440 V for power circuit conforming to IEC 60947	[Icw] rated short-time withstand current	61 A <= 40 °C 1 min power circuit 30 A <= 40 °C 10 min power circuit 140 A 100 ms signalling circuit 120 A 500 ms signalling circuit 100 A 1 s signalling circuit 210 A <= 40 °C 1 s power circuit 105 A <= 40 °C 10 s power circuit
Commercial Status	Commercialised																																										
Range of product	TeSys D																																										
Product or component type	Contacteur																																										
Device short name	LC1D																																										
Contacteur application	Motor control Resistive load																																										
Utilisation category	AC-1 AC-3																																										
Poles description	3P																																										
Power pole contact composition	3 NO																																										
[Ue] rated operational voltage	<= 300 V DC for power circuit <= 690 V AC 25...400 Hz for power circuit																																										
[Ie] rated operational current	9 A (<= 60 °C) at <= 440 V AC AC-3 for power circuit 25 A (<= 60 °C) at <= 440 V AC AC-1 for power circuit																																										
Motor power kW	5.5 kW at 660...690 V AC 50/60 Hz 5.5 kW at 500 V AC 50/60 Hz 4 kW at 415...440 V AC 50/60 Hz 4 kW at 380...400 V AC 50/60 Hz 2.2 kW at 220...230 V AC 50/60 Hz																																										
Motor power HP (UL / CSA)	7.5 hp at 575/600 V AC 50/60 Hz for 3 phases motors 5 hp at 460/480 V AC 50/60 Hz for 3 phases motors 2 hp at 230/240 V AC 50/60 Hz for 3 phases motors 2 hp at 200/208 V AC 50/60 Hz for 3 phases motors 1 hp at 230/240 V AC 50/60 Hz for 1 phase motors 0.5 hp at 115 V AC 50/60 Hz for 1 phase motors																																										
Control circuit type	AC 50/60 Hz																																										
Control circuit voltage	230 V AC 50/60 Hz																																										
Auxiliary contact composition	1 NO + 1 NC																																										
[Uimp] rated impulse withstand voltage	6 kV conforming to IEC 60947																																										
Overvoltage category	III																																										
[Ith] conventional free air thermal current	10 A at <= 60 °C for signalling circuit 25 A at <= 60 °C for power circuit																																										
Irms rated making capacity	250 A DC for signalling circuit conforming to IEC 60947-5-1 140 A AC for signalling circuit conforming to IEC 60947-5-1 250 A at 440 V for power circuit conforming to IEC 60947																																										
Rated breaking capacity	250 A at 440 V for power circuit conforming to IEC 60947																																										
[Icw] rated short-time withstand current	61 A <= 40 °C 1 min power circuit 30 A <= 40 °C 10 min power circuit 140 A 100 ms signalling circuit 120 A 500 ms signalling circuit 100 A 1 s signalling circuit 210 A <= 40 °C 1 s power circuit 105 A <= 40 °C 10 s power circuit																																										

Fuente: Catalogo schneider, 2014

ANEXOS

FICHA TÉCNICA RELÉ TÉRMICO LRD08

Figura 124: Anexo - Ficha técnica relé térmico – 1

Product data sheet Characteristics	LRD08 TeSys D thermal overload relays - 2.5...4 A - class 10A																														
	<p style="color: green;">Main</p> <table border="1"> <tr><td>Commercial Status</td><td>Commercialised</td></tr> <tr><td>Range of product</td><td>TeSys D thermal overload relays</td></tr> <tr><td>Product or component type</td><td>Differential thermal overload relay</td></tr> <tr><td>Device short name</td><td>LRD</td></tr> <tr><td>Relay application</td><td>Motor protection</td></tr> <tr><td>Product compatibility</td><td>LC1D09...LC1D38</td></tr> <tr><td>Network type</td><td>AC DC</td></tr> <tr><td>Overload tripping class</td><td>Class 10A conforming to IEC 60947-4-1</td></tr> <tr><td>Thermal protection adjustment range</td><td>2.5...4 A</td></tr> <tr><td>[U] rated insulation voltage</td><td>690 V power circuit conforming to IEC 60947-4-1 600 V power circuit conforming to UL 600 V power circuit conforming to CSA</td></tr> </table>	Commercial Status	Commercialised	Range of product	TeSys D thermal overload relays	Product or component type	Differential thermal overload relay	Device short name	LRD	Relay application	Motor protection	Product compatibility	LC1D09...LC1D38	Network type	AC DC	Overload tripping class	Class 10A conforming to IEC 60947-4-1	Thermal protection adjustment range	2.5...4 A	[U] rated insulation voltage	690 V power circuit conforming to IEC 60947-4-1 600 V power circuit conforming to UL 600 V power circuit conforming to CSA										
	Commercial Status	Commercialised																													
Range of product	TeSys D thermal overload relays																														
Product or component type	Differential thermal overload relay																														
Device short name	LRD																														
Relay application	Motor protection																														
Product compatibility	LC1D09...LC1D38																														
Network type	AC DC																														
Overload tripping class	Class 10A conforming to IEC 60947-4-1																														
Thermal protection adjustment range	2.5...4 A																														
[U] rated insulation voltage	690 V power circuit conforming to IEC 60947-4-1 600 V power circuit conforming to UL 600 V power circuit conforming to CSA																														
<p style="color: green;">Complementary</p> <table border="1"> <tr><td>Network frequency</td><td>0...400 Hz</td></tr> <tr><td>Mounting support</td><td>Under contactor</td></tr> <tr><td>Tripping threshold</td><td>1.14 +/- 0.06 I_r conforming to IEC 60947-4-1</td></tr> <tr><td>[I_{th}] conventional free air thermal current</td><td>5 A for signalling circuit</td></tr> <tr><td>Permissible current</td><td>0.22 A at 125 V DC-13 for signalling circuit 3 A at 120 V AC-15 for signalling circuit</td></tr> <tr><td>[U_e] rated operational voltage</td><td>690 V AC 0...400 Hz</td></tr> <tr><td>[U_{imp}] rated impulse withstand voltage</td><td>6 kV</td></tr> <tr><td>Phase failure sensitivity</td><td>Tripping current 130 % of I_r on two phase, the last one at 0</td></tr> <tr><td>Temperature compensation</td><td>-30...60 °C</td></tr> <tr><td>Connections - terminals</td><td>Power circuit: screw clamp terminals 1 cable(s) 1...6 mm² - cable stiffness: solid - without cable end Power circuit: screw clamp terminals 1 cable(s) 1...4 mm² - cable stiffness: flexible - with cable end Power circuit: screw clamp terminals 1 cable(s) 1.5...10 mm² - cable stiffness: flexible - without cable end Control circuit: screw clamp terminals 2 cable(s) 1...2.5 mm² - cable stiffness: solid - without cable end Control circuit: screw clamp terminals 2 cable(s) 1...2.5 mm² - cable stiffness: flexible - with cable end Control circuit: screw clamp terminals 2 cable(s) 1...2.5 mm² - cable stiffness: flexible - without cable end</td></tr> <tr><td>Tightening torque</td><td>Power circuit: 1.7 N.m - on screw clamp terminals Control circuit: 1.7 N.m - on screw clamp terminals</td></tr> <tr><td>Width</td><td>45 mm</td></tr> <tr><td>Depth</td><td>70 mm</td></tr> <tr><td>Product weight</td><td>0.124 kg</td></tr> <tr><td>Quantity per set</td><td>Set of 10</td></tr> </table>	Network frequency	0...400 Hz	Mounting support	Under contactor	Tripping threshold	1.14 +/- 0.06 I _r conforming to IEC 60947-4-1	[I _{th}] conventional free air thermal current	5 A for signalling circuit	Permissible current	0.22 A at 125 V DC-13 for signalling circuit 3 A at 120 V AC-15 for signalling circuit	[U _e] rated operational voltage	690 V AC 0...400 Hz	[U _{imp}] rated impulse withstand voltage	6 kV	Phase failure sensitivity	Tripping current 130 % of I _r on two phase, the last one at 0	Temperature compensation	-30...60 °C	Connections - terminals	Power circuit: screw clamp terminals 1 cable(s) 1...6 mm ² - cable stiffness: solid - without cable end Power circuit: screw clamp terminals 1 cable(s) 1...4 mm ² - cable stiffness: flexible - with cable end Power circuit: screw clamp terminals 1 cable(s) 1.5...10 mm ² - cable stiffness: flexible - without cable end Control circuit: screw clamp terminals 2 cable(s) 1...2.5 mm ² - cable stiffness: solid - without cable end Control circuit: screw clamp terminals 2 cable(s) 1...2.5 mm ² - cable stiffness: flexible - with cable end Control circuit: screw clamp terminals 2 cable(s) 1...2.5 mm ² - cable stiffness: flexible - without cable end	Tightening torque	Power circuit: 1.7 N.m - on screw clamp terminals Control circuit: 1.7 N.m - on screw clamp terminals	Width	45 mm	Depth	70 mm	Product weight	0.124 kg	Quantity per set	Set of 10	
Network frequency	0...400 Hz																														
Mounting support	Under contactor																														
Tripping threshold	1.14 +/- 0.06 I _r conforming to IEC 60947-4-1																														
[I _{th}] conventional free air thermal current	5 A for signalling circuit																														
Permissible current	0.22 A at 125 V DC-13 for signalling circuit 3 A at 120 V AC-15 for signalling circuit																														
[U _e] rated operational voltage	690 V AC 0...400 Hz																														
[U _{imp}] rated impulse withstand voltage	6 kV																														
Phase failure sensitivity	Tripping current 130 % of I _r on two phase, the last one at 0																														
Temperature compensation	-30...60 °C																														
Connections - terminals	Power circuit: screw clamp terminals 1 cable(s) 1...6 mm ² - cable stiffness: solid - without cable end Power circuit: screw clamp terminals 1 cable(s) 1...4 mm ² - cable stiffness: flexible - with cable end Power circuit: screw clamp terminals 1 cable(s) 1.5...10 mm ² - cable stiffness: flexible - without cable end Control circuit: screw clamp terminals 2 cable(s) 1...2.5 mm ² - cable stiffness: solid - without cable end Control circuit: screw clamp terminals 2 cable(s) 1...2.5 mm ² - cable stiffness: flexible - with cable end Control circuit: screw clamp terminals 2 cable(s) 1...2.5 mm ² - cable stiffness: flexible - without cable end																														
Tightening torque	Power circuit: 1.7 N.m - on screw clamp terminals Control circuit: 1.7 N.m - on screw clamp terminals																														
Width	45 mm																														
Depth	70 mm																														
Product weight	0.124 kg																														
Quantity per set	Set of 10																														

Fuente: Catalogo schneider, 2014

ANEXOS

FICHA LUZ PILOTO

Figura 125: Anexo - Ficha técnica luz piloto

LED Type Indicator

Environment condition	Main Specifications
(1) Ambient temperature: $-25^{\circ}\text{C} \pm 55^{\circ}\text{C}$ (2) Relative humidity: 98% (3) Working under vibration frequency 2-80Hz, acceleration at 0.7g (4) Pollution: class III installation: type III (5) "TH" mark can be used in wet and heat conditions	(1) Dielectric Property: 2.5KV, 1min (2) Insulation Resistance $> 2\text{M}\Omega$ (3) AC Indicative Light Voltage $\pm 20\%$ (4) Endurance $> 30000\text{h}$ (5) Brightness $> 60\text{cd/m}^2$ (6) Leakage index: CT1 > 100 (7) Top protection class IP65, special order IP67 (8) Frequency: AC 50-60Hz

Environment condition		
AC,DC indicator (DC,AC 6V-DC,AC 220V)	AC indicator (AC220V-AC380V)	Double colour indicator AD22-22Drg (DC AC 110-DC,AC 220V)
Note: pay attention to radiation when heat is too high for DC 110V, 220V, 380V.		Note: connecting X0, X1, lighting green; connecting X0, X2, lighting red.

	Type	Color	Voltage	Dimension
<p>AD22-16AS Ø16</p>	AD22-16AS Ø16	●		
		●		
		●		
		○		
		●		
<p>AD22-16DCS Ø16</p>	AD22-16DCS Ø16	●	DC,AC6V DC,AC12V DC,AC24V DC,AC36V DC,AC48V DC,AC110V DC,AC127V AC220V AC380V	
		●		
		●		
		○		
		●		
<p>AD22-16DC Ø16</p>	AD22-16DC Ø16	●		
		●		
		●		
		○		
		●		
<p>AD22-16BC Ø16</p>	AD22-16BC Ø16	●		
		●		
		●		
		○		
		●		

Fuente: Catalogo camscó

ANEXOS

FICHA TÉCNICA DE DISYUNTOR 16A – 2P

Figura 126: Anexo - Ficha técnica de disyuntor 16A-2P – 1

Miniature Circuit Breakers	
SH202L-C16	ABB contact for Malaysia Low Voltage
General Information	
Extended Product Type:	SH202L-C16
Product ID:	2CDS242001R0164
EAN:	4016779633345
Catalog Description: Miniature Circuit Breakers MCBs - SH200L - Number of Poles 2 - Tripping characteristic C - Rated Current 16.00 A	
Long Description: Compact Home SH200L miniature circuit breakers are current limiting. They have two different tripping mechanisms, the delayed thermal tripping mechanism for overload protection and the electromechanic tripping mechanism for short circuit protection. They are available in different characteristics (B,C), configurations (1P,1P+N,2P,3P,3P+N,4P), breaking capacities (up to 4,5 kA at 230/400 V AC) and rated currents (up to 40 A). All MCBs of the product range SH200L comply with IEC/EN 60898-1, allowing the use for residential applications.	
Categories	
Products » Low Voltage Products and Systems » Modular DIN Rail Products » Miniature Circuit Breakers MCBs	
Ordering	
Extended Product Type:	SH202L-C16
Product ID:	2CDS242001R0164
EAN:	4016779633345
Minimum Order Quantity:	1 piece
Country of Origin:	Germany (DE)
Container Information	
Package Level 1 Units:	5 piece
Package Level 1 Width:	92.0 mm
Package Level 1 Length:	183.0 mm
Package Level 1 Height:	80.0 mm
Package Level 1 Gross Weight:	1.300 kg
Dimensions	
Product Net Width:	35.0 mm
Product Net Depth:	69.0 mm
Product Net Height:	85.0 mm
Product Net Weight:	0.250 kg
Technical	
Standards:	IEC/EN 60898-1
Number of Poles:	2
Tripping Characteristic:	C
Rated Current (I_n):	16.00 A
Rated Operational Voltage (U_n):	400 V AC
Rated Insulation Voltage (U_i):	Phase to Ground 250 V AC Phase to Phase 500 V AC
Operational Voltage:	Maximum 440 V AC Minimum 12 V AC
Rated Frequency (f_r):	50 / 60 Hz
Rated Short-Circuit Capacity (I_{cn}):	4.5 kA
Energy Limiting Class:	3
Overvoltage Category:	III
Pollution Degree:	2
Rated Impulse Withstand Voltage (U_{imp}):	4 kV (6.2 kV @ sea level)

Fuente: Catalogo ABB, 2013

Figura 127: Anexo - Ficha técnica de disyuntor 16A-2P – 2

Dielectric Test Voltage:	(5.0 kV @ 2000 m)
Housing Material:	50/60 Hz, 1 min.: 2 kV Insulation group II, RAL 7035
Actuator Type:	Insulation group II, black, sealable
Actuator Marking:	I / O
Contact Position Indication:	ON / OFF
Degree of Protection:	IP20
Remarks:	IP40 in enclosure with cover
Electrical Endurance (N_{elec}):	20000 ops. cycle
Mechanical Endurance (N_{endu}):	20,000 cycle
Terminal Type:	Screw Terminals
Screw Terminal Type:	Cable Clamp
Connecting Capacity:	Conductors: 25 / 25 mm ² Rigid 0.75...25 mm ² Stranded 0.75...25 mm ² Flexible 0.75...16 mm ² Flexible with Ferrule 0.75...16 mm ²
Tightening Torques:	2 N·m
Recommended Screw Driver:	Pozidrive 2
Mounting on DIN Rail:	TH35-7.5 (35 x 7.5 mm Mounting Rail) acc. to IEC 60715 TH35-15 (35 x 15 mm Mounting Rail) acc. to IEC 60715
Mounting Position:	Any
Environmental	
Ambient Air Temperature:	Operation -25 ... +55 °C Storage -40 ... +70 °C
Reference Temperature for Tripping Characteristics:	30 °C
Resistance to Shock acc. to IEC 60068-2-27:	25g, 3 shocks, 11 ms
Resistance to Vibrations acc. to IEC 60068-2-6:	5g, 20 cycles at 5...150...5 Hz with load 0.8 In
Environmental Conditions:	28 cycles with 55 °C / 90-96% and 25 °C / 95-100%
RoHS Status:	Following EU Directive 2002/95/EC August 18, 2005 and amendment
Certificates and Declarations (Document Number)	
Declaration of Conformity - CE:	2CDK403003D0401
Environmental Information:	2CDK400030D0201
RoHS Information:	2CDK400003K0201

Fuente: Catalogo ABB, 2013

ANEXOS

FICHA TÉCNICA DE DISYUNTOR 6A – 1P

Figura 128: Anexo - Ficha técnica de disyuntor 6A-1P – 1

Miniature Circuit Breakers	
SH201L-C6	
ABB contact for Malaysia Low Voltage	
General Information	
Extended Product Type:	SH201L-C6
Product ID:	2CDS241001R0064
EAN:	4016779632935
Catalog Description: Miniature Circuit Breakers MCBs - SH200L - Number of Poles 1 - Tripping characteristic C - Rated Current 6.00 A	
Long Description: Compact Home SH200L miniature circuit breakers are current limiting. They have two different tripping mechanisms, the delayed thermal tripping mechanism for overload protection and the electromechanic tripping mechanism for short circuit protection. They are available in different characteristics (B,C), configurations (1P,1P+N,2P,3P,3P+N,4P), breaking capacities (up to 4,5 kA at 230/400 V AC) and rated currents (up to 40 A). All MCBs of the product range SH200L comply with IEC/EN 60898-1, allowing the use for residential applications.	
Categories	
Products » Low Voltage Products and Systems » Modular DIN Rail Products » Miniature Circuit Breakers MCBs	
Ordering	
Extended Product Type:	SH201L-C6
Product ID:	2CDS241001R0064
EAN:	4016779632935
Minimum Order Quantity:	1 piece
Country of Origin:	Germany (DE)
Container Information	
Package Level 1 Units:	10 piece
Package Level 1 Width:	92.0 mm
Package Level 1 Length:	183.0 mm
Package Level 1 Height:	80.0 mm
Package Level 1 Gross Weight:	1.300 kg
Dimensions	
Product Net Width:	17.5 mm
Product Net Depth:	69.0 mm
Product Net Height:	85.0 mm
Product Net Weight:	0.125 kg
Technical	
Standards:	IEC/EN 60898-1
Number of Poles:	1
Tripping Characteristic:	C
Rated Current (I_n):	6.00 A
Rated Operational Voltage (U_n):	230 / 400 V AC
Rated Insulation Voltage (U_i):	Phase to Ground 250 V AC Phase to Phase 500 V AC
Operational Voltage:	Maximum 253 V AC Minimum 12 V AC
Rated Frequency (f_r):	50 / 60 Hz
Rated Short-Circuit Capacity (I_{cn}):	4.5 kA
Energy Limiting Class:	3
Overvoltage Category:	III
Pollution Degree:	2
Rated Impulse Withstand Voltage (U_{imp}):	4 kV (6.2 kV @ sea level)

Fuente: Catalogo ABB, 2013

Figura 129: Anexo - Ficha técnica de disyuntor 6A-1P – 2


Dielectric Test Voltage:	(5.0 kV @ 2000 m) 50/60 Hz, 1 min.: 2 kV
Housing Material:	Insulation group II, RAL 7035
Actuator Type:	Insulation group II, black, sealable
Actuator Marking:	I / O
Contact Position Indication:	ON / OFF
Degree of Protection:	IP20
Remarks:	IP40 in enclosure with cover
Electrical Endurance (N_{elec}):	20000 ops. cycle
Mechanical Endurance (N_{mech}):	20,000 cycle
Terminal Type:	Screw Terminals
Screw Terminal Type:	Cable Clamp
Connecting Capacity:	Conductors: 25 / 25 mm ² Rigid 0.75...25 mm ² Stranded 0.75...25 mm ² Flexible 0.75...16 mm ² Flexible with Ferrule 0.75...16 mm ²
Tightening Torques:	2 N·m
Recommended Screw Driver:	Pozidrive 2
Mounting on DIN Rail:	TH35-7.5 (35 x 7.5 mm Mounting Rail) acc. to IEC 60715 TH35-15 (35 x 15 mm Mounting Rail) acc. to IEC 60715
Mounting Position:	Any
Environmental	
Ambient Air Temperature:	Operation -25 ... +55 °C Storage -40 ... +70 °C
Reference Temperature for Tripping Characteristics:	30 °C
Resistance to Shock acc. to IEC 60068-2-27:	25g, 3 shocks, 11 ms
Resistance to Vibrations acc. to IEC 60068-2-6:	5g, 20 cycles at 5...150...5 Hz with load 0.8 In
Environmental Conditions:	28 cycles with 55 °C / 90-96% and 25 °C / 95-100%
RoHS Status:	Following EU Directive 2002/95/EC August 18, 2005 and amendment
Certificates and Declarations (Document Number)	
Declaration of Conformity - CE:	2CDK403003D0401
Environmental Information:	2CDK400030D0201
RoHS Information:	2CDK400003K0201

Fuente: Catalogo ABB, 2013

ANEXOS

FICHA TÉCNICA DE DISYUNTOR 2A – 1P

Figura 130: Anexo - Ficha técnica de disyuntor 2A-1P – 1

S201-C2		
Informacion General		
Extended Product Type:	S201-C2	
Product ID:	2CDS251001R0024	
EAN:	4016779523325	
Catalog Description:	Miniature Circuit Breaker - S200 - 1 - C - 2 A	
Long Description:	System pro M compact S200 miniature circuit breakers are current limiting. They have two different tripping mechanisms, the delayed thermal tripping mechanism for overload protection and the electromechanic tripping mechanism for short circuit protection. They are available in different characteristics (B,C,D,K,Z), configurations (1P, 1P+N, 2P, 3P, 3P+N, 4P), breaking capacities (up to 6 kA at 230/400 V AC) and rated currents (up to 63A). All MCBs of the product range S200 comply with IEC/EN 60898-1, IEC/EN 60947-2, UL1077 and CSA 22.2 No. 235, allowing the use for residential, commercial and industrial applications. Bottom-fitting auxiliary contact can be mounted on S200 to save 50% space.	
Categorias (Mostrar todo)		
Productos » Productos y sistemas de baja tensión » Aparatos modulares de instalación » Interruptores automáticos modulares		
Recambios » Convertidores de frecuencia » Convertidores de frecuencia de media tensión » Convertidores de frecuencia de propósito especial » ACS5000 water cooled		
Recambios » Convertidores de frecuencia » Convertidores de frecuencia de media tensión » Industrial Drives » ACS1000		
Certificates and Declarations (Document Number)		
Declaration of Conformity - CE:	2CDK403001D0602	
RoHS Information:	2CDK400003K0201	
Classifications		
eClass:	7.0 27141901	
E-nummer:	2100504	
ETIM 4.0:	EC000042 - Miniature circuit breaker (MCB)	
ETIM 5.0:	EC000042 - Miniature circuit breaker (MCB)	
Object Classification Code:	F	
UNSPSC:	39121614	
Container Information		
Package Level 1 Units:	10	
Package Level 1 Width:	92 mm	
Package Level 1 Length:	183 mm	
Package Level 1 Height:	80 mm	
Package Level 1 Gross Weight:	1.295 kg	
Package Level 1 EAN:	4016779606691	
Dimensions		
Product Net Width:	17.5 mm	
Product Net Depth:	69 mm	
Product Net Height:	88 mm	
Product Net Weight:	0.125 kg	
Environmental		
Ambient Air Temperature:	Operation -25 ... +55 °C Storage -40 ... +70 °C	
Resistance to Shock acc. to IEC 60068-2-27:	25g / 2 shocks / 13 ms	
Resistance to Vibrations acc. to IEC 60068-2-6:	5g, 20 cycles at 5 ... 150 ... 5 Hz with load 0.8 In	
Environmental Conditions:	28 cycles with 55 °C / 90-96 % and 25 °C / 95-100 %	
RoHS Status:	Following EU Directive 2002/95/EC August 18, 2005 and amendment	
Ordering		
EAN:	4016779523325	
Minimum Order Quantity:	1	
Customs Tariff Number:	85362010	
Technical		
Standards:	IEC/EN 60898-1	

Fuente: Catalogo ABB, 2013

Figura 131: Anexo - Ficha técnica de disyuntor 2A-1P – 2

	IEC/EN 60947-2 UL 1077
Number of Poles:	1
Tripping Characteristic:	C
Rated Current (I _n):	2 A
Rated Operational Voltage:	acc. to IEC60898-1 230 / 400 V AC acc. to IEC60947-2 230 V AC
Power Loss:	1.8 W Per Pole 1.8 W
Rated Insulation Voltage (U _i):	acc. to IEC/EN 60664-1 440 V
Operational Voltage:	Maximum (incl. tolerance) 253 V AC Minimum 12 V AC / 12 V DC Maximum (incl. tolerance) 72 V DC
Rated Frequency (f):	50 Hz 60 Hz
Rated Short-Circuit Capacity (I _{cn}):	6 kA
Rated Ultimate Short-Circuit Breaking Capacity (I _{cu}):	10 kA
Rated Service Short-Circuit Breaking Capacity (I _{cs}):	7.5 kA
Energy Limiting Class:	3
Overvoltage Category:	III
Pollution Degree:	3
Rated Impulse Withstand Voltage (U _{imp}):	4 kV (6.2 kV @ sea level) kV (5.0 kV @ 2000 m) kV
Dielectric Test Voltage:	50 / 60 Hz, 1 min: 2 kV
Housing Material:	Insulation group II, RAL 7035
Actuator Type:	Insulation group II, black, sealable
Actuator Marking:	I / O
Contact Position Indication:	Red ON / Green OFF
Degree of Protection:	IP20
Remarks:	IP40 in enclosure with cover
Electrical Endurance:	20000 AC
Mechanical Endurance:	20000
Terminal Type:	Screw Terminals
Screw Terminal Type:	Failsafe Bi-directional Cylinder-lift Terminal
Connecting Capacity:	Busbar 10 / 10 mm ² Flexible with Ferrule 0.75 ... 25 mm ² Flexible 0.75 ... 25 mm ² Rigid 0.75 ... 35 mm ² Stranded 0.75 ... 35 mm ²
Tightening Torque:	2.8 N·m
Recommended Screw Driver:	Pozidriv 2
Mounting on DIN Rail:	TH35-15 (35 x 15 mm Mounting Rail) acc. to IEC 60715 TH35-7.5 (35 x 7.5 mm Mounting Rail) acc. to IEC 60715
Mounting Position:	Any
Technical UL/CSA	
Maximum Operating Voltage UL/CSA:	277 V AC
Connecting Capacity UL/CSA:	Busbar 18 ... 8 AWG Conductor 18 ... 4 AWG
Tightening Torque UL/CSA:	25 in·lb
Interrupting Rating acc. to UL1077:	6 kA

Fuente: Catalogo ABB, 2013

ANEXOS

FICHA TÉCNICA TRANSFORMADOR DE CORRIENTE

Figura 132: Anexo - Ficha técnica de transformador de corriente

Transformadores para medición R/5A

MULTI-MOUNT CURRENT COIL

- This is a special design can use simply to connect with bus bar and cable.
- Special design of Mounting brackets can shrink into its body.
- Rated Load: 2.5VA, 5VA, 15VA
- Maximum Voltage: 600V
- Frequency: 50/60Hz

Bar sizes

CFS33-30mm	CFS83-80mm
CFS43-40mm	CFS103-100mm
CFS63-60mm	CFS123-120mm

FORM OF CURRENT COIL						m.m.
DIM	CFS33	CFS43	CFS63	CS83	CFS103	CFS123
A	33	43	63	83	103	123
B	96	104	124	147	156	192
C	44	44	44	44	44	44
D	75	82	101	125	141	161

RATIO	CAPACITY
30/5 - 100/5	2.5VA
150/5 - 400/5	5VA
500/5 - 800/5	10VA
2000/5 - 4000/5	15VA


MODEL: CFS-33	MODEL: CFS-83
RATIO: 30/5 - 200/5	RATIO: 1000/5 - 1500/5
MODEL: CFS-43	MODEL: CFS-103
RATIO: 200/5 - 400/5	RATIO: 2000/5 - 3000/5
MODEL: CFS-63	MODEL: CFS-123
RATIO: 500/5 - 800/5	RATIO: 3000/5 - 4000/5


Fuente: Catálogo camco, 2000

ANEXOS

FICHA TÉCNICA TRANSISTOR TIP 31C

Figura 133: Anexo - Ficha técnica de transistor TIP 31C - 1






TIP31A / TIP31C

NPN Epitaxial Silicon Transistor

Features

- Medium Power Linear Switching Applications
- Complementary to TIP32 Series



TO-220
1.Base 2.Collector 3.Emitter

Ordering Information

Part Number	Top Mark	Package	Packing Method
TIP31A	TIP31A	TO-220 3L (Single Gauge)	Bulk
TIP31C	TIP31C	TO-220 3L (Single Gauge)	Bulk
TIP31CTU	TIP31C	TO-220 3L (Single Gauge)	Reel

Absolute Maximum Ratings

Stresses exceeding the absolute maximum ratings may damage the device. The device may not function or be operable above the recommended operating conditions and stressing the parts to these levels is not recommended. In addition, extended exposure to stresses above the recommended operating conditions may affect device reliability. The absolute maximum ratings are stress ratings only. Values are at $T_C = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{CB0}	Collector-Base Voltage	TIP31A	60
		TIP31C	100
V_{CE0}	Collector-Emitter Voltage	TIP31A	60
		TIP31C	100
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	5	V
I_C	Collector Current (DC)	3	A
I_{CP}	Collector Current (Pulse)	5	A
I_B	Base Current	1	A
T_J	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
T_{STG}	Storage Temperature Range	-65 to 150	$^\circ\text{C}$

© 2000 Fairchild Semiconductor Corporation
TIP31A / TIP31C Rev. 1.1.0
www.fairchildsemi.com

Fuente: <https://www.fairchildsemi.com>

ANEXOS

FICHA TÉCNICA TRANSISTOR TIP 31C

Figura 134: Anexo - Ficha técnica de transistor TIP 31C - 2

Symbol	Parameter	Value	Unit
P _C	Collector Dissipation (T _A = 25°C)	2	W
	Collector Dissipation (T _C = 25°C)	40	

Electrical Characteristics
Values are at T_C = 25°C unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Max.	Unit	
V _{CE0(sus)}	Collector-Emitter Sustaining Voltage ⁽¹⁾	TIP31A	I _C = 30 mA, I _B = 0	60		V
		TIP31C		100		
I _{CEO}	Collector Cut-Off Current	TIP31A	V _{CE} = 30 V, I _B = 0	0.3		mA
		TIP31C		0.3		
I _{CES}	Collector Cut-Off Current	TIP31A	V _{CE} = 60 V, V _{EB} = 0	200		µA
		TIP31C		200		
I _{EB0}	Emitter Cut-Off Current	V _{EB} = 5 V, I _C = 0		1		mA
h _{FE}	DC Current Gain ⁽¹⁾	V _{CE} = 4 V, I _C = 1 A	25			
		V _{CE} = 4 V, I _C = 3 A	10	50		
V _{CE(sat)}	Collector-Emitter Saturation Voltage ⁽¹⁾	I _C = 3 A, I _B = 375 mA		1.2		V
V _{BE(on)}	Base-Emitter On Voltage ⁽¹⁾	V _{CE} = 4 V, I _C = 3 A		1.8		V
f _T	Current Gain Bandwidth Product	V _{CE} = 10 V, I _C = 500 mA, f = 1 MHz	3.0			MHz

Note:
1. Pulse test: pw ≤ 300 µs, duty cycle ≤ 2%.

TIP31A / TIP31C — NPN Epitaxial Silicon Transistor

© 2000 Fairchild Semiconductor Corporation
TIP31A / TIP31C Rev. 1.1.0
2
www.fairchildsemi.com


Fuente: <https://www.fairchildsemi.com>

ANEXOS

FICHA TÉCNICA MICROCONTROLADOR ARDUINO.

Figura 135: Anexo - Ficha técnica de microcontrolador arduino

Technical Specification

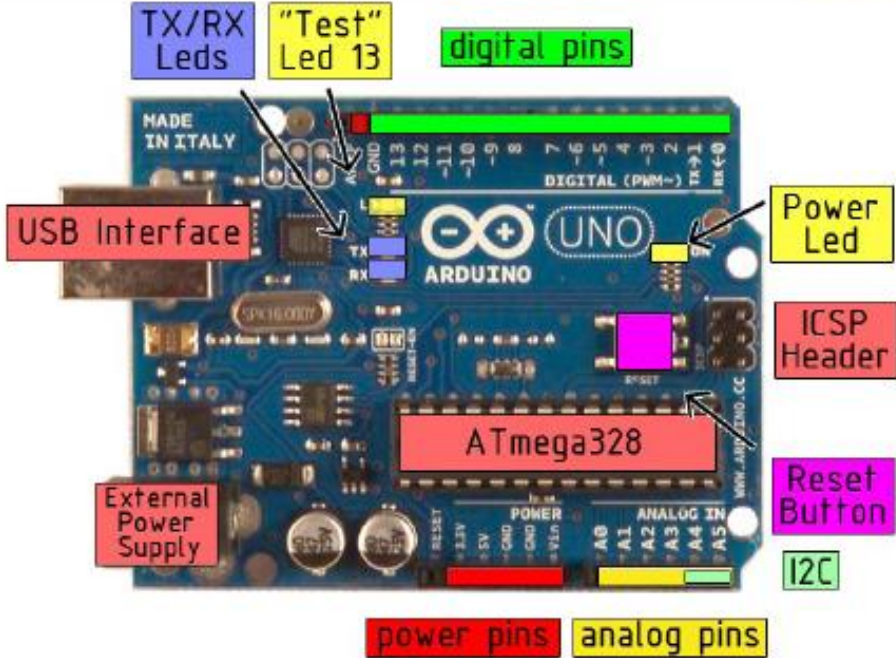


EAGLE files: [arduino-duemilanove-uno-design.zip](#) Schematic: [arduino-uno-schematic.pdf](#)

Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

the board



TX/RX Leds "Test" Led 13 digital pins

USB Interface Power Led

ICSP Header

ATmega328

Reset Button

External Power Supply I2C

power pins analog pins

Fuente: <http://datasheet.octopart.com/A000066-Arduino-datasheet-38879526.pdf>

BIBLIOGRAFÍA

- Chapman, S. J. (2000). *Maquinas Eléctricas*. Santa Fe: MC GRAW HILL.
- Deki Electronics Ltd. (Febrero de 2012). Obtenido de http://www.dekielectronics.com/PDFs/Deki_Fan_Regulators_Feb_2012_web.pdf
- Ernesto, R. G. (s.f.). <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/17069/Ernesto%20Rivera%20MAQ.%20ELECT.%20APUNTES%20OK.pdf?sequence=1>. Recuperado el Febrero de 2015, de <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/17069/Ernesto%20Rivera%20MAQ.%20ELECT.%20APUNTES%20OK.pdf?sequence=1>
- Fraile, J. (2003). *MÁQUINAS ELÉCTRICAS* (Quinta edición ed.). Madrid: McGRAW HILL.
- Guru & Hiziroglu. (2003). *Máquinas eléctricas y transformadores* (Tercera Edición ed.). México D.F.: Oxford University Press Press México, S.A. de C.V. & Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- Harper, G. E. (2004). *ABC de las Máquinas Eléctricas II*. Mexico D.F.: Limusa.
- Harper, G. E. (2010). *Control de Motores Electricos*. mexico: limusa.
- José, O. D. (Marzo de 2009). Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/248993933/MANUAL-DE-DEVANADO-DE-MOTORES-MONOFASICOS-revisado-pdf#scribd>
- Kosow, I. (1991). *Maquinas Eléctricas y Transformadores*. Mexico: Prentice-Hall.
- Leiva, L. F. (2007). *Intalaciones Electricas - Controles y Automatismo Tomo III*. Bogota: Alfaomega.
- Lifasa. (s.f.). Obtenido de http://www.lifasa.es/descargas/es/not_tec_motor_e.pdf
- Viloria, J. R. (2009). *Automatismo Industriales*. Madrid: Paraninfo.
- Wildi, T. (2007). *Maquinas Electricas y Sistema de Potencia*. Mexico: Prentice Hall.