



**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**“CONSTRUCCIÓN DE MÓDULO DIDÁCTICO – MEDICIÓN DE VARIABLES
Y CONTROL DE VELOCIDAD DE UN MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA PARA
EL ÁREA DE LABORATORIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA”**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:
INGENIERO ELECTRICISTA**

PRESENTADO POR:

TEC. SERGIO ALEXANDER RIVERA ZEPEDA

TEC. JONATHAN ALEJANDRO FIGUEROA AGUILAR

TEC. MILTON RAFAEL DÁVILA ALVARADO

SANTA TECLA, SEPTIEMBRE DE 2025



AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

DR. FRANCISCO ALFREDO CARRILLO LARREYNAGA
RECTOR

ING. MAURICIO ANTONIO AGUIRRE ORELLANA
VICE-RECTOR

ING. ROOSELVET ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL

LIC. CARLOS ALBERTO COCA MUÑOZ
FISCAL

ING. OBDULIO ADALBERTO CALVO
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ING. RENE EDUARDO CUELLAR FIGUEROA
DIRECTOR DE ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRICA

SANTA TECLA, SEPTIEMBRE DE 2025



**Universidad Técnica
Latinoamericana**

ASESOR

ING. JULIO ADALBERTO MARTÍNEZ LÓPEZ

JURADO EVALUADOR

ING. CARLOS ALBERTO VALDEZ

ING. OSCAR ALBERTO VÁSQUEZ GUADRON

ING. RENÉ EDUARDO CUELLAR FIGUEROA

SANTA TECLA, SEPTIEMBRE DE 2025

UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL QUINIENTOS OCHO

A las diecisiete horas del martes veintiséis de agosto de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por MILTON RAFAEL DAVILA ALVARADO en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

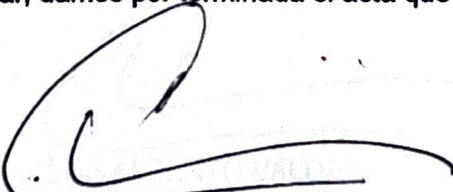
"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MODULO DIDACTICO - MEDICION DE VARIABLE Y CONTROL DE VELOCIDAD DE UN MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA."

Se dio por aprobada, la parte escrita.

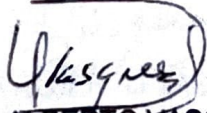
SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de SIETE PUNTO CERO (7.0), el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO ELECTRICISTA

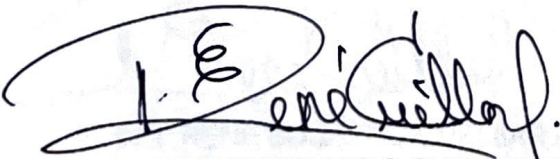
No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.



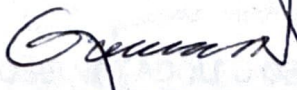
ING. CARLOS ALBERTO VALDEZ



ING. OSCAR ALBERTO VASQUEZ GUADRON



ING. RENE EDUARDO CUELLAR FIGUEROA



ING. ROOSELVE ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL QUINIENTOS NUEVE

A las diecisiete horas del martes veintiséis de agosto de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por JONATHAN ALEJANDRO FIGUEROA AGUILAR en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MODULO DIDACTICO - MEDICION DE VARIABLE Y CONTROL DE VELOCIDAD DE UN MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA."

Se dio por aprobada, la parte escrita.

SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de **SIETE PUNTO CERO (7.0)**, el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO ELECTRICISTA

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.



ING. CARLOS ALBERTO VALDEZ



ING. OSCAR ALBERTO VASQUEZ GUADRON



ING. RENE EDUARDO CUELLAR FIGUEROA



ING. ROOSELVEY ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL QUINIENTOS DIEZ

A las diecisiete horas del martes veintiséis de agosto de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por SERGIO ALEXANDER RIVERA ZEPEDA en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MODULO DIDACTICO - MEDICION DE VARIABLE Y CONTROL DE VELOCIDAD DE UN MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA."

Se dio por aprobada, la parte escrita.

SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de SIETE PUNTO CERO (7.0), el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO ELECTRICISTA

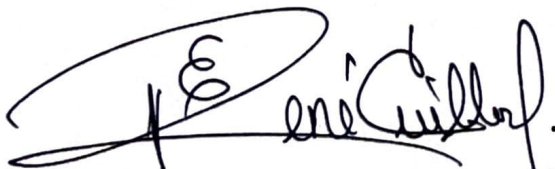
No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.



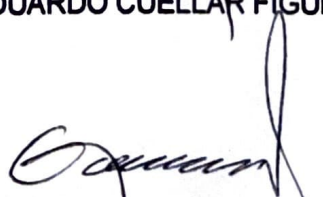
ING. CARLOS ALBERTO VALDEZ



ING. OSCAR ALBERTO VASQUEZ GUADRON



ING. RENE EDUARDO CUELLAR FIGUEROA



ING. ROOSELVET ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



Dedicatoria.

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y la oportunidad de crecer y poner personas en mi camino que me guiarán para seguir adelante a pesar de las dificultades.

Agradezco a mi hermana que a pesar de la distancia me ha apoyado en momentos claves y a mi hermano por siempre apoyarme por darme ese apoyo a la distancia los quiero, ustedes y Dios saben lo hemos vivido.

A mi esposa por todo el apoyo brindado, por ser un pilar fundamental en mi vida, por haberme apoyado en las buenas y en las malas, por su paciencia y amor incondicional. Por llenar mi vida de alegrías y amor cuando más lo he necesitado mil gracias, amor por hacer mi vida más amena.

Le agradezco la confianza, apoyo, tiempo y dedicación a mis catedráticos, por haber compartido conmigo sus conocimientos por ayudarme a ser un gran profesional.

Le agradezco Víctor Manuel Vázquez por su apoyo en momentos que más lo necesité por ser un buen amigo.

Sergio Alexander Rivera Zepeda

Dedicatoria.

En primer lugar, agradezco a Dios, quien me ha dado fortaleza, sabiduría y perseverancia para llegar hasta este momento tan importante en mi vida. Sin su guía y bendición este logro no habría sido posible. A el encomiendo cada paso que he dado y cada meta alcanzada.

Quiero expresar un agradecimiento especial a mis queridos tíos, quienes, a pesar de la distancia, han sido un apoyo invaluable. Su generosidad y apoyo me brindaron la oportunidad de continuar mis estudios y seguir mis sueños. Sin su ayuda, este camino hubiera sido mucho más difícil. Les estoy profundamente agradecido por creer en mí y en mis capacidades.

A mis padres, mis más profundos y sinceros agradecimientos. Ustedes han sido un pilar fundamental en mi vida, brindándome siempre amor, comprensión y apoyo incondicional. Su sacrificio, esfuerzo han sido la base sobre la que se construyó este logro. Todo lo que soy y lo que he logrado se lo debo a ustedes.

A mis hermanos, gracias por estar siempre a mi lado en cada etapa de este proceso, sé que desde donde estén en la distancia o en la cercanía, me desean todo el éxito en la vida. Cada uno ha tenido un papel importante en mi vida, gracias por apoyarme siempre.

Y finalmente quiero agradecer a mi abuela. Su apoyo desde cuando inicie mis estudios ha sido incondicional. A ella, que siempre ha estado pendiente de mi bienestar. Gracias, abuela, por tu cariño infinito.

A todos dedico este logro, porque es tan mío como de ustedes. ¡Gracias!

Jonathan Alejandro Figueroa Aguilar

Dedicatoria.

Este logro primeramente se lo dedico a Dios todopoderoso por regalarme la sabiduría necesaria para poder llegar hasta esta etapa de mi vida, ya que sin él ni la hoja de un árbol se puede mover, gracias por que sin tu ayuda nada somos.

A mi mamá por estar siempre y en todo momento por ser ese pilar tan fuerte en mi formación personal y profesional gracias, mamá por ser única en esta vida, por levantarme cuando creí que ya no podía, le agradezco por impulsarme y enseñarme cual es el verdadero valor y significado de las cosas, gracias por estar ahí cuando la he necesitado, por educarme para poder ser un hombre responsable. gracias por mostrarme su amor día a día, le pido a Dios que me regale la dicha de tenerla durante toda una vida, todo este esfuerzo ahora se resume y se lo dedico a usted; a mi papá que también a pesar de la distancia durante más de 15 años, siempre me ha estado apoyando de diversas formas y ha estado aconsejando y luchando siempre para sacarnos adelante y que también me ha mostrado el significado hermoso de la vida a ver las cosas desde otra perspectiva a ser alguien responsable en mi trabajo y en el hogar y como no agradecer a mi hermana Jessica de Santillana que también ha sido parte de este proceso y me ha acompañado siempre mostrándome su amor y apoyo incondicional, sus consejos sus deseos de que yo salga adelante, pero sobre todo alguien que ha cargado con mi cruz.

Agradezco a mi compañera de vida por convertirse en alguien esencial cuando pensé que hasta ahí llegaría obtuve su apoyo incondicional, gracias por formar parte de los ángeles que me animan en todo momento y que ha luchado día a día para mostrarme que siempre quiere lo mejor para mí.

Así como también agradezco a mis hijas Sofia Elizabeth Dávila, María Isabel Dávila y Mia Camila Dávila ya que ellas han sido la inspiración, por las que doy todo para salir adelante, la vida por las que me levanto sin importar cuantas veces me caiga y mostrarles que no hay límites ni obstáculos más grandes que los que nosotros nos pongamos, son la energía que siempre he necesitado para vencer cada obstáculo. Han llegado en momentos muy cruciales de mi vida en la que Dios se ha manifestado al regalarme el don de ser papá de tres hermosas princesas a las que con cariño llamo “Mis Pimpitas”

Y como no agradecer a mi buen amigo el ingeniero Walter Omar Vásquez, ya que él es el que me motivó y convenció para que yo emprendiera este vuelo y decidiera seguir estudiando, siempre se ha emocionado cada vez que me preguntaba como seguía en mis estudios, personas que valen oro así como a todos y cada una de mi demás familia las que siempre han creído en mí y me han visto como uno más de sus hijos mi tía Nury y a mis primas y sobrinas que me han llegado a alegrar y a motivar en los momentos de tristeza y desanimo.

Agradecer a cada uno de mis docentes los que formaron parte de este proceso académico a mis compañeros de estudio y de lucha sobre todo a mis compañeros de tesis y a nuestro asesor por compartir de la mejor manera posible todos sus conocimientos para que este proceso sea una realidad.

Infinitas “Gracias”

Milton Rafael Dávila Alvarado

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	4
1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	5
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	5
1.3 ENUNCIADO DEL PROBLEMA	6
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	6
1.5 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	7
1.6 ALCANCE Y LIMITACIONES.....	8
1.7 OBJETIVOS.....	9
1.7.1 OBJETIVO GENERAL	9
1.7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
1.8 METODOLOGÍA.....	10
CAPÍTULO II.....	11
2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	12
2.2 ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	12
2.3 MOTORES CC.....	13
2.4 MOTOR DC CONEXIÓN PARALELO O SHUNT.....	14
2.5 MOTOR DC CONEXIÓN IMÁN PERMANENTE.....	16
2.6 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO.	17
2.7 PAR Y MOVIMIENTO ROTARIO.....	19
2.7.1 COMO SE PRODUCE UNA ROTACIÓN CONTINUA.	20
2.7.2 ELEMENTOS Y FUNCIONAMIENTOS DE UN MOTOR CC.....	21
2.7.3 PARTES DEL MOTOR CC	22

2.7.3.1 ESTRUCTURA.....	22
2.7.3.2 ARMADURA.....	23
2.7.3.3 NÚCLEO.....	25
2.7.3.4 DEVANADO.	26
2.7.3.5 CONMUTADOR	28
2.7.3.6 CUBIERTA Y MONTAJE.....	29
2.7.3.7 CHUMACERAS Y ENFRIAMIENTO.....	30
2.8 LEYES FUNDAMENTALES	31
2.8.1 LEY DE FARADAY	31
2.8.2 LEY DE LENZ	33
2.8.3 LEY DE MALLAS DE KIRCHHOFF.....	34
2.8.4 LEY DE BIOT-SAVART. MAGNITUD Y DIRECCIÓN DE LA FUERZA	35
2.8.5 PÉRDIDAS EN LAS MÁQUINAS DE CORRIENTE CONTINUA.....	36
2.9 MÉTODOS DE REGULACIÓN DE VELOCIDAD DE MOTORES CC.....	39
2.9.1 MODULACIÓN POR ANCHURA DE PULSO (PWM).	39
2.9.2 MICROCONTROLADOR 125D.....	43
CAPÍTULO III	46
3.1 APLICACIONES	47
3.2 COMPONENTES PARA MÓDULO DIDÁCTICO.	48
3.3 MOTOR BALDOR 1/3 HP	49
3.4 TACÓMETRO	50
3.5 VOLTÍMETRO DIGITAL LCD.....	51
3.6 CONTROLADOR AJUSTABLE PWM.....	53

3.7 CONECTORES BANANA.....	55
3.8 FUENTE DE ALIMENTACIÓN CONMUTADA DC.....	57
3.9 POTENCIÓMETRO.	59
3.10 PULSADORES	61
3.11 CONTACTOR CHNT NC1-12.....	62
3.12 MANETA NP8	63
3.13 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO.....	64
3.14 PARO DE EMERGENCIA	65
CAPÍTULO IV	67
4.1 DISEÑO DEL MÓDULO DIDÁCTICO CC.....	68
4.1.1 COMPONENTES EN EL DISEÑO DEL MÓDULO DIDÁCTICO DC	69
4.1.2 DISEÑO AUTOCAD.	70
4.1.3 DISEÑO DE CONTROL ELÉCTRICO.	74
4.2 CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DIDÁCTICO DC.....	76
4.2.1 BASE ESTRUCTURAL Y COMPONENTES	77
4.2.1.1 DIMENSIONES	78
4.2.1.2 MATERIALES UTILIZADOS.....	80
4.2.1.3 DISEÑO MECÁNICO.	82
4.2.2 TABLERO	88
4.2.2.1 MATERIAL DEL TABLERO.....	88
4.2.2.2 DISTRIBUCIÓN DE LOS COMPONENTES	90
4.3 MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO DIDÁCTICO CC	95
4.4 MANUAL DE SEGURIDAD PARA UTILIZAR EL MÓDULO DIDÁCTICO CC. ...	100

4.5 MANUAL DE MANTENIMIENTO DE MÓDULO DIDÁCTICO CC.....	103
4.6 GUÍAS DE PRÁCTICAS EN MÓDULO DIDÁCTICO CC.....	106
CAPÍTULO V.....	124
5.1 CONCLUSIONES.....	125
5.2 RECOMENDACIONES	126
CAPÍTULO VI	127
6.1 BIBLIOGRAFÍA.....	128
CAPÍTULO VII.....	130
7.1 GLOSARIO.....	131
7.2 ADQUISICIÓN DE LOS MATERIALES.	144
7.3 PROCESO PASO A PASO DE LA FABRICACIÓN DEL MÓDULO DIDÁCTICO.....	150

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Equivalente electrónico Motor DC conexión independiente.....	14
Figura 2 Shunt o Motor de Excitación en Paralelo	15
Figura 3 Gráficas de motor de excitación en paralelo	15
Figura 4 Circuito Equivalente Motor Imán Permanente.....	16
Figura 5 Gráfica de torque y velocidad de motor de imán permanente.....	17
Figura 6 Líneas de flujo.	18
Figura 7 Regla de la mano derecha.	19
Figura 8 Partes de un motor CC.....	23
Figura 9 Partes de motor armadura.	24
Figura 10 Devanados de estator.....	27
Figura 11 Partes Conmutador.	28
Figura 12 Diagrama de flujo de potencia de maquina CC como generador.....	38
Figura 13 Diagrama de flujo de potencia de máquina CC como motor.	39
Figura 14 Comportamiento de pulsos PWM.	41
Figura 15 Pulse Width Modulation.....	42
Figura 16 Potenciómetros de ajustes interno.	45
Figura 17 Placa de control 125.	46
Figura 18 Motor Baldor 1/3 HP.....	50

Figura 19 Diagrama de motor.	51
Figura 20 Tacómetro digital.....	52
Figura 21 Voltímetro digital.	54
Figura 22 Controlador PWM.	56
Figura 23 Conectores banana.....	58
Figura 24 Fuente conmutada.....	60
Figura 25 Potenciómetro.....	62
Figura 26 Pulsadores marcha y paro.....	63
Figura 27 Contactor dimensiones.	64
Figura 28 Selector NP8.....	65
Figura 29 Interruptor automático	66
Figura 30 Paro de emergencia.....	67
Figura 31 Conexión típica de paro de emergencia.....	68
Figura 32 Tarjeta Dart Control 125 vdc.....	69
Figura 33 Fuente 12 V	70
Figura 34 Plano vista frontal.....	75
Figura 35 Plano vista lateral.	76
Figura 36 Plano vista planta.....	77
Figura 37 Diagrama eléctrico de fuerza.....	78

Figura 38 Diagrama de control.	79
Figura 39 Circuito equivalente.....	80
Figura 40 Plano frontal, módulo didáctico – medición de variables de un motor DC.	83
Figura 41 Perfil de aluminio V-Slot 20x20mm.	85
Figura 42 Perfil de aluminio V-Slot de 20 x 20 mm y 20 x 80 mm.	86
Figura 43 Conector de esquina de 90 grados.	86
Figura 44 Conector de esquina cubica de tres vías.	86
Figura 45 Tornillo cabeza avellanada Phillips 8 X 1 PLG.	86
Figura 46 Tornillos de perfil bajo M5.....	86
Figura 47 Tuerca en T deslizante.....	86
Figura 48 Soporte de esquina oculta interior.	86
Figura 49 Manilla de puerta con ranura en V.	86
Figura 50 Coraza LT de 1/2".	86
Figura 51 Caja Plexo rectangular.....	86
Figura 52 Conector recto para coraza LT de ½".	86
Figura 53 Lamina de aluminio calibre 20, 2 x 1 yardas.....	86
Figura 54 Panel de Control del módulo.	86
Figura 55 Diagrama de conexión de motor.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Componentes para módulo didáctico.....	49
Tabla 2 Características del Tacómetro digital	53
Tabla 3 Características de voltímetro	55
Tabla 4 Características principales de modulador PWM.....	57
Tabla 5 Dimensiones de conectores hembra banana	58
Tabla 6 Características de la fuente conmutada.....	61
Tabla 7 Valores de potenciómetro.	63
Tabla 8 Datos de operación de pulsadores.....	64
Tabla 9 Interruptor de corte y propiedades eléctricas.	67
Tabla 10 Características de la Fuente 12 V	70
Tabla 11 Cuadro de componentes principales para construcción del módulo.....	73

INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la ingeniería eléctrica, la adquisición de habilidades prácticas es fundamental para el desarrollo de profesionales competentes y preparados para enfrentar los desafíos del mundo real. En este contexto, la creación de un módulo didáctico para la enseñanza y el aprendizaje práctico es una herramienta invaluable en la formación de futuros ingenieros electricistas.

El presente trabajo de graduación está orientado en la construcción de un módulo didáctico destinado al área de laboratorio de Ingeniería Eléctrica, específicamente centrado en la medición de variables y el control de velocidad de un motor de corriente continua (CC) de 1/3 de HP Baldor. Este proyecto surge como respuesta a la necesidad de contar con herramientas didácticas modernas y efectivas que complementen la formación teórica impartida en las aulas universitarias.

El módulo didáctico propuesto tiene como objetivo ofrecer a los estudiantes una experiencia práctica en el análisis y control de sistemas electromecánicos, así como en el diseño e implementación de circuitos de control de velocidad a través de la práctica. Este recurso permitirá a los estudiantes aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en asignaturas como electrónica de potencia, control automático y máquinas eléctricas, entre otras, en un entorno de laboratorio que simula situaciones reales de manera representativa.

El diseño del módulo se fundamenta en una cuidadosa selección de componentes y en la implementación de técnicas de control modernas, que permitan a los estudiantes experimentar con distintos métodos de control de velocidad y observar sus efectos en el comportamiento del motor de corriente continua. Asimismo, se prestará especial atención a la seguridad y confiabilidad del

sistema, garantizando que los estudiantes puedan realizar sus prácticas de manera segura y sin riesgos innecesarios.

El contenido que forma parte del documento de investigación se conforma de siete capítulos y cada uno está estructurado de la siguiente manera:

Capítulo I. Generalidades: se describe totalmente el tema de investigación dando a conocer los conceptos generales, tales como: situación problemática, planteamiento del problema, justificación, delimitaciones, objetivos, entre otros.

Capítulo II. Generalidades de motores de corriente continua y fundamentos teóricos de funcionamiento: se detalla completamente y se establecen los lineamientos de la investigación, así como información sobre los equipos utilizados para elaborar el módulo didáctico de motores de corriente continua.

Capítulo III. Aplicaciones y elementos de módulo didáctico para medición de variable y control de velocidad de motor cc: en este capítulo se presentan las aplicaciones que brindan el uso de motores de corriente continua en la industria así mismo se detalla la forma de gobernar la velocidad.

Capítulo IV. Diseño y construcción de módulo didáctico cc: en este capítulo se detalla los paso a paso que fueron desarrollados para la elaboración del módulo didáctico así mismo el diseño de las prácticas de laboratorio que fortalecerán el conocimiento y construcción de las competencias técnicas en el estudiantado de ingeniería eléctrica.

Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones: en el capítulo se detallan las conclusiones y recomendaciones que se realizaron de acuerdo con los datos obtenidos en cada una práctica de

laboratorio, así como también para darles respuestas a cada uno de los objetivos planteados al inicio del proyecto.

Capítulo VI. Bibliografía: se presenta la lista completa de todas las fuentes que se han utilizado como consulta para desarrollar el presente proyecto.

Capítulo VII. Anexos: en este capítulo se presenta información adicional que sirve como guía para detallar por medio de fotografías el proceso de desarrollo del proyecto.

Resumiendo, el documento está formado y elaborado por todos los apartados anteriores para poder desarrollarse de forma clara y precisa teniendo como objetivo principal dar la respuesta al planteamiento del proyecto que se detalla como: construcción de módulo didáctico – medición de variables y control de velocidad de un motor de corriente continua para el área de laboratorio de ingeniería eléctrica

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES SOBRE LA FALTA DE UN MÓDULO DIDÁCTICO – MEDICIÓN DE VARIABLES Y CONTROL DE VELOCIDAD DE UN MOTOR CC

1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.

Se ha identificado como una mejora en la educación de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica en la Universidad, apoyar la teoría con la práctica, en laboratorios, principalmente en sectores especializados, donde actualmente faltan esos recursos didácticos en nuestra Universidad y se aplican mucho en el ambiente laboral de nuestro país.

Por lo tanto, el problema que aborda este trabajo de graduación es la falta de recursos didácticos adecuados para la enseñanza y el aprendizaje práctico del control de velocidad de motores de corriente continua en el área de laboratorio de Ingeniería Eléctrica de la UTLA. Si bien existen simuladores y software de simulación disponibles, estos no siempre proporcionan una experiencia práctica completa y pueden carecer de la interactividad y la retroalimentación en tiempo real que se obtiene al trabajar con hardware real.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

¿Se cuenta con módulo didáctico DC para medición de variables y control de velocidad en laboratorio de ingeniería eléctrica?

Existen módulos diversos en el laboratorio de ingeniería Eléctrica módulos trifásicos módulos de conexión Estrella-Delta módulos de generación y transferencia etc. Pero no se cuenta con modulo DC.

En el ámbito de la Ingeniería Eléctrica, es fundamental que los estudiantes adquieran habilidades prácticas y experiencia en el manejo de sistemas eléctricos y electrónicos. Uno de los aspectos clave es el control de velocidad de motores y medición de sus variables que se aplica en una amplia variedad de aplicaciones industriales, desde maquinaria hasta sistemas de transporte.

Por lo antes mencionado; es importante, que la UTLA pueda tener un módulo didáctico-medición de variables y control de velocidad de un motor DC, que permita a la población estudiantil enriquecer sus conocimientos prácticos sobre motores DC.

1.3 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.

¿Construcción de modulo didáctico – medición de variables y control de velocidad de un motor de corriente continua para el Área de Laboratorio de Ingeniería Eléctrica realmente será un recurso técnico suficiente y adecuado para la realización de prácticas de medición de variables y control de velocidad de motor DC en el Laboratorio de Ingeniería Eléctrica en la Universidad Técnica Latinoamericana (UTLA)?

1.4 JUSTIFICACIÓN.

La importancia de proporcionar recursos didácticos especializados para el control de motores de corriente continua es fundamental. Es esencial ofrecer a los estudiantes de ingeniería eléctrica herramientas prácticas que no solo refuercen su conocimiento teórico, sino que también amplíen su comprensión de los conceptos fundamentales.

La implementación de un proyecto que englobe la construcción de un módulo didáctico para el control de motores de corriente continua es una iniciativa que promete enriquecer el conocimiento teórico-práctico de los estudiantes de ingeniería eléctrica. Este enfoque práctico es esencial para una aplicación efectiva de la teoría en situaciones reales.

Esta iniciativa no solo busca elevar la calidad de la enseñanza, sino que también está diseñada para dotar a los estudiantes de habilidades prácticas vitales para su futuro profesional en el campo de la ingeniería eléctrica.

La competitividad institucional se ve reforzada al contar con recursos didácticos avanzados y actualizados. Esto no solo mejora la reputación de la institución académica, sino que también atrae a estudiantes e investigadores con un interés profundo en la ingeniería eléctrica. Como resultado, se puede esperar un incremento en la matrícula y en la captación de fondos destinados a la investigación.

1.5 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.

Aunque se espera que el proyecto contribuya significativamente al desarrollo de recursos didácticos en el área de ingeniería eléctrica, es importante reconocer y tener en cuenta ciertas limitaciones que podrían influir en su ejecución y resultados. Algunas de estas limitaciones incluyen:

1. Que es solo para motores CC.
2. No incluye pruebas de torque.
3. No incluye inversión de giro.

1.6 ALCANCE Y LIMITACIONES.

ALCANCE.

Diseño conceptual: Se efectuará un análisis meticuloso de los requisitos y especificaciones del módulo didáctico. Esto incluirá las funcionalidades esenciales, los componentes imprescindibles y las medidas de seguridad pertinentes.

Diseño y Montaje del Módulo: El módulo didáctico estará equipado con sistemas de visualización y puntos de medición que permitirán la comparación de variables. Las dimensiones del módulo estarán orientadas a propósitos educativos, buscando así demostrar procesos y facilitar la comprensión de las leyes eléctricas, tanto básicas como avanzadas.

Pruebas y Validación: Se realizarán pruebas rigurosas para asegurar que el módulo opera correctamente y cumple con los requisitos previamente definidos. Se efectuarán los ajustes y mejoras que sean necesarios.

Documentación: Se elaborará una documentación exhaustiva que incluirá manuales de usuario, guías para la experimentación y especificaciones técnicas del módulo. Esto facilitará su uso tanto para docentes como para estudiantes.

Para optimizar el aprendizaje, se desarrollarán guías detalladas con procedimientos para ser implementados en las prácticas de laboratorio.

LIMITACIONES DEL PROYECTO.

El proyecto no abarcará:

1. Diseño de sistemas a escala industrial o aplicaciones comerciales.
2. Análisis en profundidad de la fabricación de componentes del motor de corriente continua.
3. Estudio de otros tipos de motores que no sean de corriente continua.

1.7 OBJETIVOS.

1.7.1 OBJETIVO GENERAL.

- Construir un módulo didáctico utilizando medidor de variables y control de velocidad de un motor de corriente continua 1/3 HP para el área de laboratorio de ingeniería eléctrica.

1.7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Desarrollar una herramienta útil para la Universidad Técnica Latinoamericana (UTLA), que permita formar profesionales con conocimientos prácticos y teóricos.
2. Seleccionar y adquirir los componentes electrónicos y mecánicos necesarios para la construcción del módulo, asegurando su disponibilidad, calidad y adecuación para los propósitos educativos previstos.
3. Diseñar y montar físicamente el módulo didáctico, siguiendo las especificaciones establecidas y utilizando las mejores prácticas de diseño y fabricación.

1.8 METODOLOGÍA

La metodología empleada en la investigación es de carácter deductivo con un enfoque cuantitativo. El estudio de los motores de corriente directa comienza en el aula, basándose en fundamentos teóricos de libros prestigiosos para entender los fenómenos que pueden surgir. Esto permite obtener variables numéricas y analizar los resultados. No obstante, para comprender los elementos utilizados en el módulo entrenador de motores DC, es necesario complementar con metodologías experimental y bibliográfica.

La metodología bibliográfica facilita la recolección de información esencial para entender el funcionamiento de diversos dispositivos, lo que permite fundamentar el proyecto y obtener una mejor comprensión de los datos del módulo entrenador.

El método experimental permite verificar las teorías adquiridas en el aula. Por tanto, la implementación de un modelo práctico con prototipos específicos, como un módulo entrenador, permite realizar análisis más profundos en clases y laboratorios. Además, se pueden demostrar comportamientos de fórmulas ya aplicadas, llegando a conclusiones específicas sobre las prácticas de estudio, que se detallan a continuación:

Diseño de métodos prácticos para la verificación de modelos matemáticos y teorías de los motores de corriente continua.

Evaluación y estudio de métodos de aprendizaje destacados para la interacción con los motores de corriente continua.

Interacción y conocimiento para la visualización de parámetros eléctricos.

Análisis de resultados obtenidos en las prácticas con el módulo didáctico.

CAPÍTULO II

**GENERALIDADES DE MOTORES DE CORRIENTE
CONTINUA Y FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE
FUNCIONAMIENTO.**

2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

En el siglo XIX, científicos destacados llevaron a cabo experimentos pioneros que dieron origen al motor eléctrico de corriente continua. Entre ellos se encuentra Michael Faraday, el renombrado físico y químico británico. En la década de 1820, Faraday descubrió la inducción electromagnética, un principio fundamental para el funcionamiento de los motores eléctricos. En 1832, Michael Faraday creó el primer motor eléctrico de la historia, que se conoce como el disco de Faraday. (Mileaf, 1985, pág. 815)

Pero la verdadera revolución llegó con el trabajo de William Sturgeon, un científico británico. En 1832, el científico británico William Sturgeon inventó el primer motor de corriente continua con conmutador, capaz de poner en movimiento maquinaria.

Después, el inventor estadounidense Thomas Davenport contribuyó al desarrollo de motores eléctricos de corriente continua.

2.2 ANTECEDENTES TEÓRICOS.

Control de Procesos Industriales: Regulan maquinaria y procesos en fábricas y plantas.

Maquinaria de Precisión: Utilizados en equipos de medición y fabricación.

Vehículos Eléctricos: Proporcionan tracción y control en vehículos eléctricos e híbridos.

En resumen, los motores de corriente continua son parte esencial de la vida cotidiana y ayudan al desarrollo en muchas áreas industriales y científicas que son de uso cotidiano.

2.3 MOTORES CC.

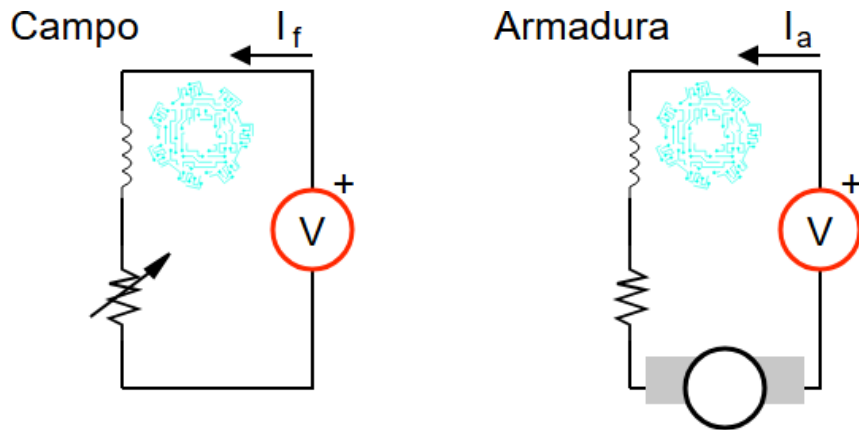
Los motores de corriente continua (CC) funcionan gracias a una fuente de potencia CC. A menos que se indique lo contrario, se asume que el voltaje de entrada es constante. Esta suposición simplifica el análisis y la comparación entre los distintos tipos de motores.

Hay seis clases principales de Motores CC de uso general:

- 1- Motor DC Conexión Independiente.
- 2- Motor DC Conexión Paralelo o Shunt.
- 3- Motor DC Conexión Imán Permanente.
- 4- Motor DC Conexión Compuesta Corta.
- 5- Motor DC Conexión Compuesta Larga.
- 6- Motor DC Conexión Serie.

Con la alimentación DC del rotor y del estator de dos fuentes de tensión independientes, según se detalla en la figura # 1. El campo magnético del estator permanece constante, independientemente de la carga del motor, y el par de fuerza es prácticamente invariable. Las variaciones en la velocidad al aumentar la carga se deben únicamente a la disminución de la fuerza electromotriz debido al incremento en la caída de tensión en el rotor. Se aplica donde se requiera una velocidad prácticamente constante, como grúas marinas, ventilador de hornos, tornos, taladros de materiales, desenrollado de bobinas y proceso de útiles.

Figura 1 Equivalente electrónico Motor DC conexión independiente

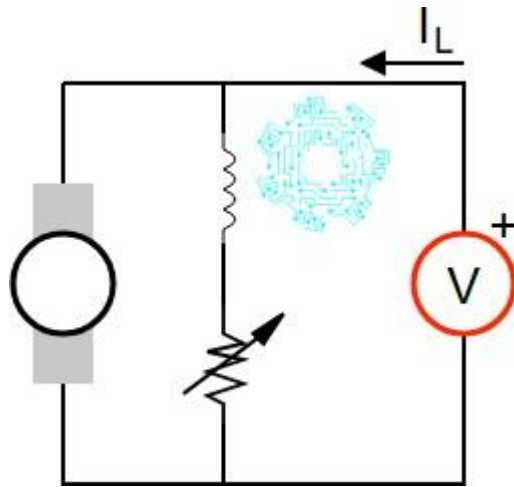


Nota: conexión eléctrica Fuente: [tps://www.mecatronicalatam.com](https://www.mecatronicalatam.com)

2.4 MOTOR DC CONEXIÓN PARALELO O SHUNT.

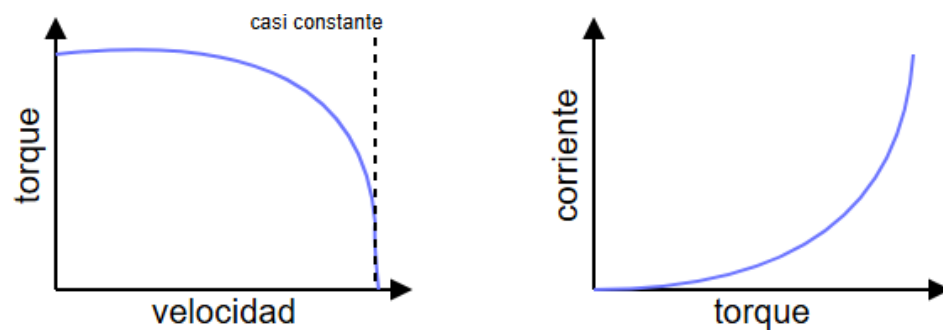
El motor de Corriente Continua cuyo bobinado inductor principal está conectado junto al circuito formado por los bobinados inducidos e inductor auxiliar, obsérvese la figura # 2. Las vueltas principales están formadas por numerosas espiras y con alambre de pequeña sección, lo que resulta en una alta resistencia del enrollado inductor principal. Se emplea en aplicaciones de velocidad constante, como en los sistemas de control para las máquinas generadoras de Corriente Continua en los grupos motogeneradores de CC.

Figura 2 Shunt o Motor de Excitación en Paralelo



Nota: Motor de excitación paralelo fuente: [tps://www.mecatronicalatam.com](https://www.mecatronicalatam.com)

Figura 3 Gráficas de motor de excitación en paralelo



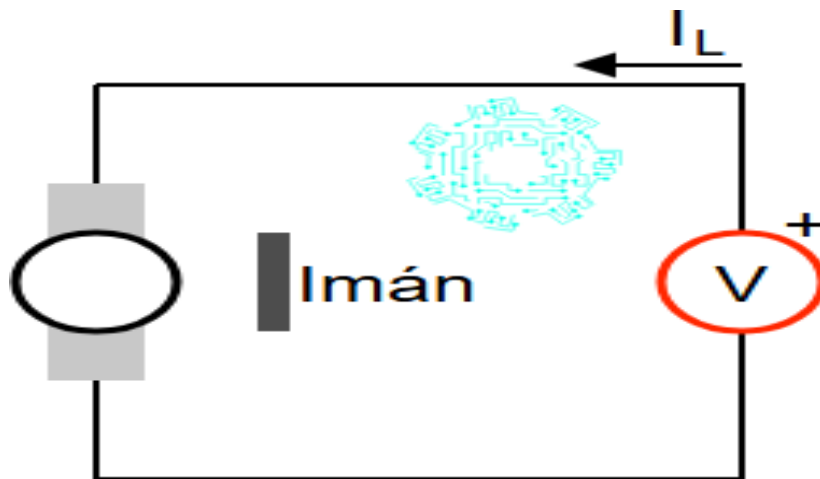
Nota: comportamiento de corriente y torque Fuente: [tps://www.mecatronicalatam.com](https://www.mecatronicalatam.com)

2.5 MOTOR DC CONEXIÓN IMÁN PERMANENTE.

Un Motor de Corriente Continua (DC) con imán permanente es aquel cuyos polos están fabricados con imanes permanentes. En ciertas aplicaciones, los motores DC ofrecen más ventajas que los motores DC en derivación. Estos Motores no requieren un circuito de campo externo y no sufren las pérdidas de cobre asociadas con los motores DC en derivación.

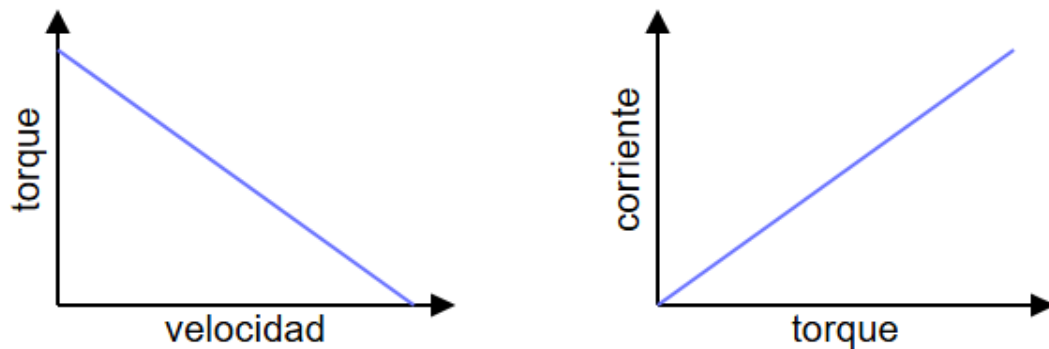
Además, al no necesitar un devanado de campo, los motores DC de imán permanente pueden ser más compactos que sus equivalentes en derivación. Estos motores son comunes en tamaños pequeños de caballaje fraccional, donde no justifica el costo y espacio de un circuito de campo separado. Obsérvese la figura # 4.

Figura 4 Circuito Equivalente Motor Imán Permanente.



Nota: Conexión de motor de imán permanente fuente: <https://www.mecatronicalatam.com>

Figura 5 Gráfica de torque y velocidad de motor de imán permanente.



Nota: Comparación fuente: <https://www.mecatronicalatam.com>

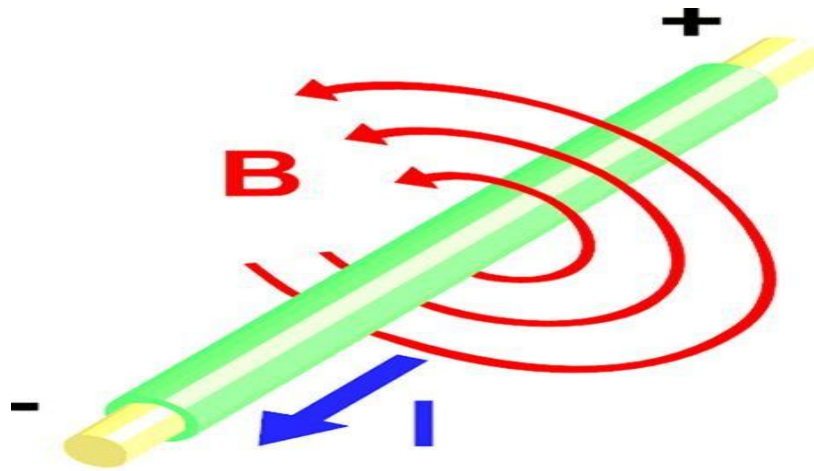
2.6 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO.

A pesar de su ingenio, el motor de Faraday no era práctico para realizar trabajo utilizable. Esto se debía a que su eje impulsor estaba encerrado y sólo podía producir un movimiento orbital interno; no podía transferir su energía mecánica al exterior para impulsar una carga externa.

No obstante, aquel motor sirvió para mostrar cómo se podía hacer que los campos magnéticos de un conductor y un imán interactuaran para producir movimiento continuo. En el motor de Faraday, el rotor de alambre giraba fuera del campo del imán. En un motor práctico, el rotor debe atravesar las líneas de fuerza del imán.

Cuando se hace pasar una corriente a través del conductor, se producen líneas de fuerza circulares a su alrededor. La dirección de esta regla de la mano izquierda describe líneas de flujo. Las líneas de fuerza de un imán van del polo N al polo S. Obsérvese que, en un lado del alambre, las líneas de fuerza magnéticas tienen la misma dirección que el campo circular que rodea al conductor. En cambio, al otro lado siguen la dirección opuesta; como resultado, las líneas de flujo del conductor se oponen a las líneas de flujo del imán.

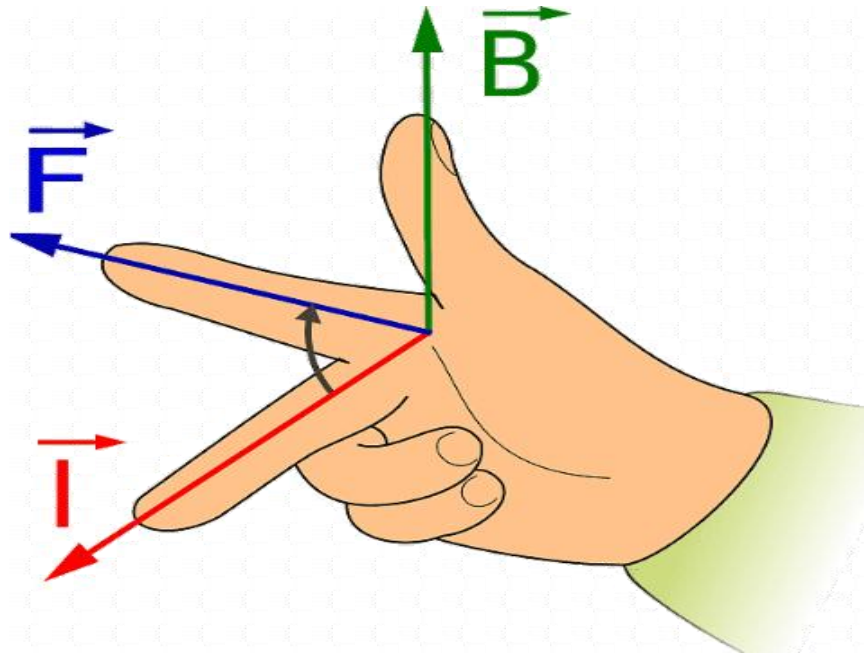
Figura 6 Líneas de flujo.



Nota: imagen propiedad de <https://www.pngwing.com/es/free-png-zbdye>

Pero las líneas de flujo siguen la trayectoria de menor resistencia; en el otro lado del conductor se concentra un mayor número de ellas. Debido a esto, las líneas de flujo se desvían y queda muy poco espacio entre ellas. Cuando las líneas de flujo magnético se enderezan y se separan más ampliamente, la parte del campo donde están más curvas y densas ejerce una fuerza que empuja al conductor en una dirección específica. La regla de la mano derecha nos ayuda a determinar en qué dirección se moverá el conductor.

Figura 7 Regla de la mano derecha.



Nota: Imagen describe la regla de la mano derecha para campos magnéticos imagen propiedad <https://www.pngwing.com/es/free-png-xttal>

2.7 PAR Y MOVIMIENTO ROTARIO.

En las secciones anteriores, se estudió un motor elemental en el que el conductor sólo se mueve en línea recta y se detiene en cuanto está fuera del campo, aunque la corriente siga fluyendo en el conductor. Un motor práctico debe producir movimiento rotatorio continuo. Para esto, es necesario desarrollar una fuerza de torsión básica llamada par.

Si doblamos el conductor recto del motor básico en forma de espira, podremos observar cómo se genera el par motor. Cuando conectamos la espira a una batería, la corriente fluye en una dirección en un lado de la espira y en la dirección opuesta en el otro. Se rescató los conceptos del par electromagnético y se indica que, el par que se desarrolla en el inducido de las máquinas de corriente continua cuando está la máquina excitada, es recorrido por una corriente, se puede

calcular aplicando el punto de vista electromagnético acción de un campo magnético sobre una capa de corriente el cual se visualiza en la siguiente. (Cherta, 2006, pág. 51)

Ecuación #1:

Ecuación #1 Par Electromagnético

$$M = -\frac{\pi}{2} * P^2 * \Phi_1 fem * sen\theta M.N$$

Fuente: Cherta

Cuando las escobillas se encuentran en la línea neutra (que es el eje transversal), el ángulo formado por el eje del campo magnético (que es el eje directo) y el eje de la onda de frecuencia del inducido es de 90° eléctricos. En resumen, esta fórmula se aplica a las máquinas de corriente continua para determinar el sentido del par, sin tener en cuenta el signo.

2.7.1 COMO SE PRODUCE UNA ROTACIÓN CONTINUA.

Para obtener una rotación continua, la armadura debe mantenerse girando en la misma dirección al pasar por el plano neutro, lo que se logra invirtiendo la dirección del campo polar, o la dirección del flujo de corriente que pasa por la armadura cuando pasa por el plano neutro.

Las inversiones de corriente de este tipo suelen realizarse mediante dispositivos de cambio de circuito, como el interruptor correspondiente tendría que sincronizarse con la armadura, resulta más lógico construirlo sobre la armadura que en el campo.

El conmutador es un dispositivo práctico que permite cambiar la dirección del flujo de corriente en una armadura para mantener una rotación continua.

2.7.2 ELEMENTOS Y FUNCIONAMIENTOS DE UN MOTOR CC.

El motor elemental consta de cuatro componentes principales: un campo magnético, un conductor móvil, un conmutador y escobillas. En la práctica, el campo magnético puede ser generado por un imán permanente o un electroimán. En este proyecto, para la mayoría de las descripciones de los diversos principios de funcionamiento del motor, se asumirá el uso de un imán permanente. En otros casos, cuando sea necesario enfatizar que el campo del motor se produce eléctricamente, se mencionará el uso de un electroimán.

En todo caso, el campo magnético en sí consta de líneas de flujo magnético que forman un circuito magnético cerrado.

Las líneas de flujo salen del polo norte del imán, cruzan el entrehierro que hay entre los polos del imán, entran al polo sur y luego atraviesan el propio imán, regresando de nuevo al polo norte. Generalmente, el conductor móvil es una espira llamada armadura, la cual se coloca en el entrehierro que hay entre los polos del imán. Por lo tanto, la armadura está dentro del campo magnético.

Cuando se suministra potencia CC a la armadura a través de las escobillas y el conmutador, también se origina un flujo magnético alrededor de la armadura. La armadura interactúa con el campo magnético en el que está suspendida para generar el par que impulsa el funcionamiento del motor.

2.7.3 PARTES DEL MOTOR CC.

Estátor: Es la parte fija del motor y contiene los polos de la máquina, que pueden ser devanados de hilo de cobre sobre un núcleo de hierro o imanes permanentes.

Rotor: Es la parte móvil del motor, generalmente de forma cilíndrica, que también está devanada y tiene un núcleo. Está alimentado con corriente continua a través del colector.

Colector: Formado por delgas, generalmente de cobre, que están en contacto alternante con las escobillas fijas.

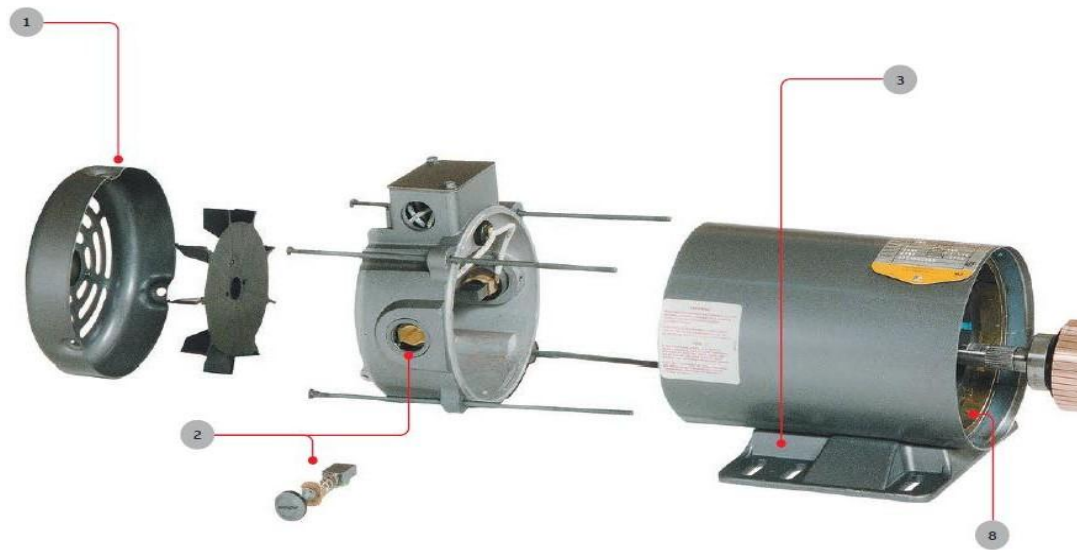
Escobillas: Son componentes que hacen contacto con el colector para permitir el flujo de corriente. Las escobillas de los motores de baja potencia suelen ser de grafito, mientras que las de motores que requieren corrientes elevadas se fabrican con una aleación de grafito y metal.

Estas partes trabajan en conjunto para producir el movimiento rotatorio característico de los motores de corriente continua.

2.7.3.1 ESTRUCTURA.

Esta estructura permite conversión eficiente de energía mediante interacción de campos magnéticos. Tiene varios componentes que trabajan juntos que convierten la energía eléctrica en energía mecánica descritos a continuación.

Figura 8 Partes de un motor CC.



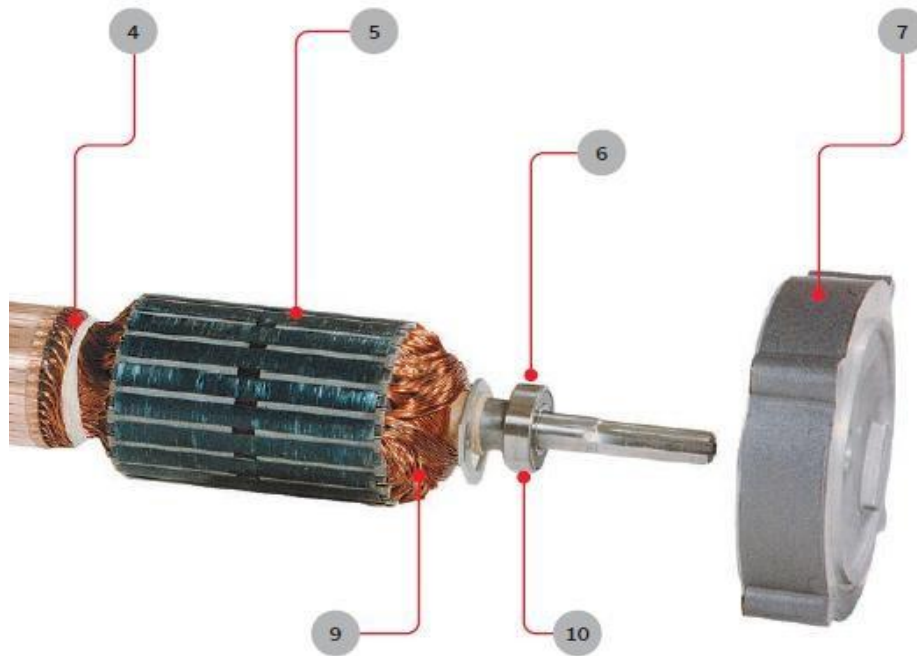
Nota: Partes de motor adaptado fuente: <https://search.abb.com/> Copyright 2021 ABB.

1. Tacómetro adaptable con tacómetro opcional kit de montaje (Tapa trasera)
2. Cepillos de larga duración, fuerza constante resortes en tamaños de cuerpo de marco 42 y 180. (33P y 36P).
3. Estructuras de acero resistentes con bases de montaje extraíbles (36P y soldado a prueba de explosiones).
4. Cerámica orientada de la más alta calidad, imanes de ferrita para mayor eficiencia del motor.

2.7.3.2 ARMADURA.

La armadura es responsable de generar el par motor necesario para hacer girar el rotor y es parte esencial de los motores CC, están diseñada con un núcleo de hierro laminado. Este diseño es crucial porque las láminas delgadas de hierro, aisladas entre sí, ayudan a reducir las pérdidas por corrientes parásitas.

Figura 9 Partes de motor armadura.



Nota: Fuente: Nota partes de motor adaptado fuente: <https://search.abb.com/> Copyright 2021 ABB.

- 4. Conexiones de armadura fusionadas conmutador para confiabilidad y baja resistencia
- 5. Imán resistente a la humedad Clase H+ cable operado con un aumento de Clase F durante mucho tiempo vida del aislamiento.
- 6. Cojinete del extremo de transmisión bloqueado en su lugar permitiendo montaje vertical o eje axial.
- 7. Placas terminales de aleación fundida a presión con acero insertos de rodamientos.
- 9. Armadura equilibrada dinámica para funcionamiento suave.
- 10. Rodamientos de bolas de doble sello con humedad.

La armadura, también conocida como conjunto de inducido, comprende todas las partes rotatorias de un generador. Estas partes incluyen el eje o flecha de armadura, el núcleo de armadura, el devanado de armadura y el conmutador.

El núcleo y el conmutador se montan sobre el eje, mientras que el devanado se enrolla alrededor del núcleo en ranuras. Los extremos de cada bobina del devanado están conectados a los segmentos del conmutador (Mileaf, 1985, pág. 830). Aunque no se ilustra, también hay una parte que debe montarse en el eje de la armadura.

2.7.3.3 NÚCLEO.

El término “armadura” o “rotor” se aplica a la parte giratoria del motor. Cuando observamos un motor en funcionamiento, generalmente vemos el eje que gira. Este eje es una extensión externa de la armadura que atraviesa la cubierta y la carcasa del motor; se encuentra en el lado opuesto al extremo del conmutador del motor (que describiré más adelante).

Un núcleo de armadura típico es un cilindro sólido con ranuras, hecho de metal. En realidad, el núcleo está formado por delgadas láminas prensadas de acero dulce. Cada una de las laminaciones tiene muescas en el borde; están revestidas con un barniz aislante y comprimidas para formar el núcleo.

Durante el proceso de formación, las muescas se alinean de manera que el núcleo acabado tiene una serie de ranuras longitudinales en todo su perímetro. Las laminaciones se utilizan en el núcleo para reducir las pérdidas debidas a corrientes parásitas.

Las corrientes parásitas son aquellas que se inducen en un material conductor cuando este corta líneas de flujo magnético. Las laminaciones reducen el área donde pueden existir estas

corrientes parásitas, lo que aumenta la resistencia relativa del material y, por lo tanto, reduce las pérdidas de potencia.

El uso de acero dulce como material del núcleo también disminuye las pérdidas por histéresis. Recordemos que estas pérdidas ocurren cuando las inversiones de magnetización del material del núcleo están desfasadas con respecto a las inversiones de la corriente (Mileaf, 1985).

Las ranuras ya formadas en el núcleo sirven para alojar las espiras de alambre de cobre o los devanados de la armadura. El núcleo de la armadura se monta sobre el eje del motor, que generalmente es una barra de acero duro con una superficie interna de contacto muy pulida. El método de montaje del núcleo sobre el eje varía considerablemente según el tipo de motor.

2.7.3.4 DEVANADO.

El conjunto de campo consta de piezas polares y bobinas de campo. Las piezas polares de campo generalmente están atornilladas en la circunferencia interna de la cubierta y están hechas de láminas de acero dulce laminadas para reducir las pérdidas debidas a corrientes parásitas. Estas piezas polares suelen tener una forma que se ajusta a la curvatura de la armadura para minimizar el entrehierro entre las piezas polares y la armadura, ya que el aire ofrece una reluctancia relativamente alta a las líneas de flujo magnético (Mileaf, 1985).

Figura 10 Devanados de estator.



Nota: Bobinado artesanal de motor fuente: <https://millenium21.com>

En la mayoría de los motores de corriente continua (CC), las piezas polares son polos salientes que sobresalen hacia el área de la armadura. El devanado de campo de un motor de polos salientes consta de todas las bobinas de campo enrolladas alrededor de sus núcleos, es decir, las piezas polares. El número de bobinas de campo determina el número de polos del motor. Por ejemplo, un motor de dos polos tiene dos bobinas de campo, mientras que un motor de cuatro polos tiene cuatro (Mileaf, 1985).

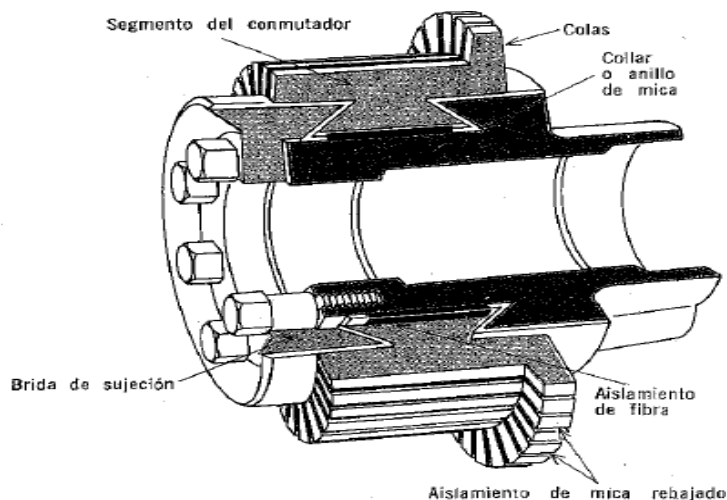
En algunos motores, el devanado de campo no está formado por polos salientes, sino que está distribuido alrededor del marco del campo. Los devanados están dispuestos de tal manera que, cuando se les suministra energía, se generan polos magnéticos fijos.

2.7.3.5 CONMUTADOR.

El conmutador se compone de segmentos individuales de cobre tirado a mano que tienen la forma que aparece en la figura. Cada segmento se ensambla en forma cilíndrica y se fija mediante una brida de sujeción.

Los segmentos se colocan en un espacio cuneiforme entre las dos mitades de la brida de sujeción y, entonces, los tornillos de ésta se aprietan, con lo cual los segmentos quedan rígidamente fijos. Los segmentos están aislados entre sí mediante hojas delgadas de mica. También están aislados de la brida de sujeción con anillos de mica (Mileaf, 1985).

Figura 11 Partes Conmutador.



Nota: Componentes de conmutador fuente: Electricidad serie 1-7

Las puntas de las bobinas de armadura se conectan a las partes sobresalientes de los segmentos de conmutador, las cuales se conocen como colas. Algunos segmentos del conmutador

se fabrican sin colas y en su lugar, tienen ranuras en los extremos, a los cuales se conectan las puntas de la bobina de la armadura.

Después de armado el conmutador, se tornea la superficie en forma perfectamente cilíndrica y se pule hasta darle un acabado muy terso, lo cual asegura que la fricción entre la superficie de conmutación y las escobillas sea al mínimo.

Finalmente, esto es de gran importancia, el aislamiento de mica entre los segmentos se recorta de modo que quede ligeramente abajo de la superficie de los segmentos del conmutador, a fin de que no interfiera el paso de las escobillas.

2.7.3.6 CUBIERTA Y MONTAJE.

La cubierta del motor cumple dos funciones principales: proporciona soporte mecánico para las diversas partes del motor y protege las partes móviles de influencias externas como polvo, suciedad y agua.

Por lo general, las cubiertas de los motores constan de tres partes: una cubierta de campo y dos cabezales. La cubierta de campo sostiene las bobinas de campo y, si existen, los interpolos. Además, forma parte del circuito magnético del devanado de campo. Debido a esta función magnética, la cubierta de campo está hecha de hierro y acero con buenas propiedades magnéticas.

La armadura debe estar suspendida en el campo para que pueda girar dentro de él. La cubierta también proporciona soporte básico mediante cojinetes montados en ranuras de cada uno de los cabezales, lo que permite la rotación con la mínima pérdida de potencia debido a la fricción. Los cabezales están montados en ambos extremos del cuerpo del campo y se atornillan a él (Mileaf, 1985, pág. 715).

En algunos motores, los cabezales tienen orificios o accesorios para aceite o grasa, lo que permite lubricar los cojinetes. La cubierta también sostiene los conjuntos de escobillas y de campo. Además, constituye el soporte externo del motor y está diseñada para resistir las partes activas del motor y protegerlo en diversos entornos. Por lo general, se incorporan orificios de ventilación en los cabezales y, a menudo, también en la parte central para permitir la circulación del aire de enfriamiento del motor.

2.7.3.7 CHUMACERAS Y ENFRIAMIENTO.

En los motores eléctricos hay dos características estructurales clave son los cojinetes y los dispositivos internos de enfriamiento. Los cojinetes sostienen la armadura y permiten una rotación suave a alta velocidad con fricción mínima. Cuando se utilizan baleros, se montan a presión en los extremos del eje de la armadura y en la suspensión de los cabezales. En cambio, los cojinetes metálicos simplemente se colocan en la suspensión de los cabezales, y el eje pulido de la armadura se ajusta al cojinete.

Al atornillar los cabezales a la parte central durante el ensamblaje de la cubierta, los cojinetes de los cabezales sostienen automáticamente la armadura. Algunos motores tienen cojinetes con lubricación permanente para toda la vida útil del motor, mientras que otros requieren lubricación periódica.

Por lo general, se incorporan dispositivos o copas de engrase en los cabezales para este propósito. La lubricación periódica es fundamental para el mantenimiento del motor (Mileaf, pág. 849).

Cuando un motor está en funcionamiento, genera calor significativo. Para garantizar una larga vida útil del motor, es crucial disipar este calor rápidamente. El método más común para lograrlo es mediante orificios de ventilación y un ventilador integrado en el motor. Los orificios de ventilación se encuentran en los cabezales y en el cuerpo central, permitiendo la ventilación de las partes internas que conducen corriente.

El ventilador, generalmente montado en un extremo del eje de la armadura, extrae el calor al girar y sacar aire a través de los orificios de ventilación.

2.8 LEYES FUNDAMENTALES.

El funcionamiento de un motor se basa en varias leyes fundamentales de la física. La Ley de Faraday permite la inducción de corriente eléctrica mediante cambios en el campo magnético, mientras que la Ley de Ampere describe cómo una corriente genera un campo magnético. La Ley de Lenz asegura que la corriente inducida se opone al cambio en el campo magnético original, y la Ley de Conservación de la Energía establece que la energía se transforma, no se crea ni se destruye. Estas leyes permiten que los motores conviertan diferentes formas de energía en movimiento útil.

2.8.1 LEY DE FARADAY

(Michel Liwischitz-Garik, 1981, pág. 27). Establece la fórmula de esta Ley en la siguiente ecuación # 2

Ecuación #1 Ley de Faraday

$$e = -\frac{d\phi}{dt} * 10^{-8} \text{volt}$$

Fuente: Michael Liwischitz-Garik

La fuerza electromotriz inducida (FEM) en un circuito cerrado es igual a la tasa de cambio del flujo magnético Φ con respecto al tiempo, interconectada con el circuito, y su unidad se mide en voltios. Cuando un conductor se mueve con relación al flujo, que permanece constante en el tiempo a una velocidad (v), puede ser conveniente utilizar la Ley de Faraday en la forma expresada en la Ecuación #3.

Un circuito cerrado es igual a la tasa de cambio del flujo magnético con respecto al tiempo, interconectada con el circuito, y su unidad se mide en voltios. Cuando un conductor se mueve en relación con el flujo, que permanece constante en el tiempo a una velocidad (v), puede ser conveniente utilizar la Ley de Faraday en la forma expresada en la Ecuación #3

Ecuación #3 Ley de Faraday

$$e = -B * l * v * 10^{-8} \text{volt}$$

Fuente: Chapman S. J.

Puede interpretarse como sigue: La Fem inducida en el conductor es igual al flujo cortado por éste, por segundo.

En la Ecuación #3, **B** es la densidad de flujo en Gauss, **l** la longitud del conductor dentro del flujo en cm y **v** la velocidad relativa entre conductor y el flujo en cm/seg. Cuando **B** está expresada en líneas por pulgada cuadrada, **l** en pulgadas y **v** en pies por minuto, debe multiplicarse el miembro del lado derecho de la Ecuación #3 por 1/5 (Michel Liwischitz-Garik, 1981, p. 28).

2.8.2 LEY DE LENZ

Hace notar que la Ley de Faraday de la inducción electromagnética no es sino uno de los efectos electromagnéticos que relaciona la fuerza mecánica que se aplica a un cuerpo con el campo electromagnético (Kosow, 1991, p. 11). Las direcciones de voltaje y la corriente inducida con el conductor. La relación entre la fuerza electromotriz inducida y el flujo magnético se expresa mediante la ley de Faraday de inducción. En pocas palabras, esta ley establece que un cambio en el campo magnético de la ecuación #2.

El valor negativo de la Ecuación #2 indica que $\mathcal{E}$ se opone a la variación del flujo que la produce. Este signo corresponde a la Ley de Lenz. En situaciones de inducción magnética, cuando se produce un voltaje inducido, se generará una corriente en un circuito cerrado. Esta corriente se orientará de tal manera que el efecto magnético se oponga al cambio que lo originó.

El enunciado anterior de la Ley de Lenz implica una causa y un efecto que se opone a una causa. La causa implicada no es necesariamente el movimiento del conductor que resulta de una fuerza mecánica, sino un cambio en los eslabonamientos de flujo. El efecto implicado es una corriente generada por un voltaje inducido, cuyo campo magnético se opone a la causa original. En todos los casos de inducción electromagnética, cuando hay un cambio en el flujo magnético, se induce un voltaje que busca establecer una corriente en una dirección tal que se genere un campo magnético que se oponga al cambio en el flujo magnético que atraviesa las vueltas (bobinas) del circuito.

Si se ve de ese modo, se hará patente un concepto de la Ley de Lenz, que satisface todos los casos de la FEM inducida, incluso el Transformador y el Motor de Inducción, así como la FEM inducida en los motores y generadores CC.

2.8.3 LEY DE MALLAS DE KIRCHHOFF

Extrayendo datos se establece que, en cada malla de una red, la suma de todas las Fem aplicada e inducidas tomadas en consideración con los signos adecuados es igual a la suma de todas las caídas de tensión resistiva (Michel Liwischitz-Garik, 1981, p. 36). Ver Ecuación #3:

Ecuación #4 Ley Kirchhoff

$$\sum (V + E) = \sum (I * R)$$

Fuente: Michael Liwischitz-Garik

Aplicando la Ley de Kirchhoff a un circuito **R-L** con una **L** constante y la tensión aplicada **v**, la Ecuación #4 obtenida es:

Ecuación #5 Ley de Kirchhoff 2

$$v - L * \frac{di}{dt} = (i * R)$$

Fuente: Michael Liwischitz-Garik

Ecuación #6 Ley de Kirchhoff 3

$$v = i * R + L \frac{di}{dt}$$

Fuente: Michael Liwischitz-Garik

Donde **v** e **i** son valores instantáneos de la tensión y corriente aplicadas, respectivamente, **L** el valor de la inductancia (Henrios) y **di/dt** la derivada de la corriente con respecto al tiempo, como esta expresado en la Ecuación #6

Las ecuaciones #1 y #2 pueden entenderse de la siguiente manera: en cualquier momento, la tensión aplicada debe superar tanto la caída de tensión resistiva como la fuerza electromotriz (Fem) de autoinducción. Sin embargo, sería incorrecto concluir

que la Ecuación #6 tiene la misma naturaleza que la caída de tensión resistiva ($i \cdot R$). Debemos recordar que L representa el flujo entrelazado con una Fem inducida, pero no más que eso.

2.8.4 LEY DE BIOT-SAVART. MAGNITUD Y DIRECCIÓN DE LA FUERZA.

Indica que la Ley sobre las fuerzas sobre conductores en un campo magnético es cuando el conductor que conduce corriente está orientado propiamente en un campo magnético, se ejerce una fuerza sobre este (Michel Liwischitz-Garik, 1981, p. 41). Si la dirección de las líneas de inducción hace un ángulo α con la dirección del conductor que conduce la corriente, donde la fuerza esta expresada en la Ecuación #6

Ecuación #7 Ley de Biot-Savart

$$f = 8.85 * 10^{-8} B * l_e * I * \text{sen} \alpha \text{ lb}$$

Fuente: Michael Liwischitz-Garik

Donde l_e es la longitud efectiva del conductor en pulgadas, esto es la longitud situada dentro del flujo, I la corriente en amperes, B la densidad del flujo en líneas por pulgadas cuadrada en la que el conductor está alojado y α es el ángulo comprendido entre la corriente y densidad de flujo (Michel Liwischitz-Garik, 1981).

En Máquinas Eléctricas, las líneas de inducción y los conductores están practicantes siempre perpendiculares entre sí. De este modo en Máquinas Eléctricas se obtiene la siguiente Ecuación #8:

Ecuación #8 Ley de Biot-Savart 2

$$f = 8.85 * 10^{-8} B * l_e * I \text{ lb}$$

2.8.5 PÉRDIDAS EN LAS MÁQUINAS DE CORRIENTE CONTINUA.

Las máquinas de corriente continua (CC) tienen un flujo de potencia y pérdidas que se pueden categorizar de la siguiente manera: los generadores de CC convierten la potencia mecánica en potencia eléctrica, mientras que los motores de CC hacen lo contrario.

En ambos casos, no toda la potencia de entrada se convierte en potencia útil debido a diversas pérdidas. La eficiencia de una máquina de CC se define como el cociente entre la potencia de salida y la potencia de entrada, multiplicado por 100%. Las pérdidas en estas máquinas se dividen en cinco categorías: pérdidas eléctricas o en el cobre, pérdidas en las escobillas, pérdidas en el núcleo, pérdidas mecánicas y pérdidas dispersas. Las pérdidas eléctricas en el inducido y el campo se calculan como:

Ecuación #9

$$P_A = I_A^2 R_A$$

Donde:

(P_A) es la pérdida en el inducido.

(I_A) es la corriente del inducido.

(R_A) es la resistencia del inducido.

La fórmula para calcular las pérdidas en el circuito de campo de una máquina de corriente continua es:

Ecuación #10

$$P_F = I_F^2 R_F$$

Donde:

(P_F) es la pérdida en el circuito de campo.

(I_F) es la corriente de campo.

(R_F) es la resistencia de campo.

Las pérdidas en el núcleo son causadas por histéresis y corrientes parásitas, mientras que las pérdidas mecánicas se deben a la fricción en los cojinetes y el rozamiento con el aire. Las pérdidas dispersas, que no se pueden clasificar en las categorías anteriores, se consideran generalmente como el 1% de la carga plena. Un diagrama de flujo de potencia ayuda a visualizar estas pérdidas y conversiones de potencia en una máquina de CC. Para un generador de CC, la potencia mecánica suministrada se reduce por las pérdidas dispersas, mecánicas y del núcleo, resultando en la potencia convertida.

La potencia convertida en términos eléctricos es:

Ecuación #11

$$P_{\text{CONV}} = E_A I_A$$

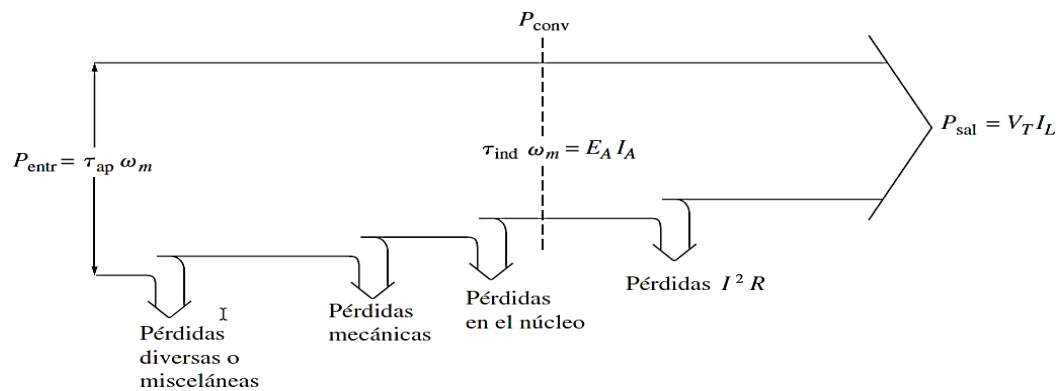
Donde:

(E_A) es la fuerza electromotriz inducida.

(I_A) es la corriente del inducido.

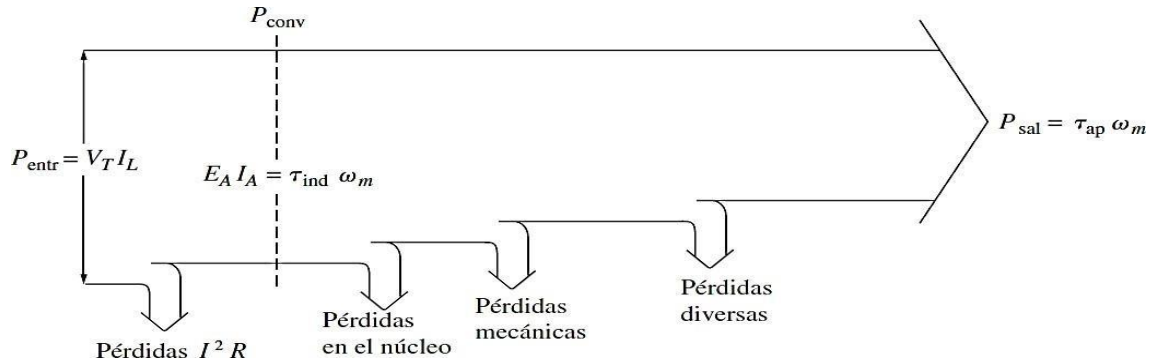
Sin embargo, ésta no es la potencia que está presente en los terminales de la máquina. Antes de llegar a los terminales se deben restar las pérdidas eléctricas $I^2 R$ y las pérdidas en las escobillas. En el caso de los motores de corriente continua, este diagrama de flujo de potencia.

Figura 12 Diagrama de flujo de potencia de maquina CC como generador.



Nota: Perdidas de un generador [imagenhttps://maquinas-sincronas-y-cd.blogspot.com/](https://maquinas-sincronas-y-cd.blogspot.com/).

Figura 13 Diagrama de flujo de potencia de máquina CC como motor.



Nota: Perdidas de un motor imagen de <https://maquinas-sincronas-y-cd.blogspot.com/>.

2.9 MÉTODOS DE REGULACIÓN DE VELOCIDAD DE MOTORES CC.

Existen varios métodos para poder regular la velocidad de motores eléctricos:

Modular la tensión de alimentación mediante el procedimiento de

Modulación por anchura de pulso (PWM).

Microcontrolador regulador de tensión.

Intercalar una resistencia, aunque este sistema desperdicia energía.

2.9.1 MODULACIÓN POR ANCHURA DE PULSO (PWM).

PWM son siglas de <<Pulse Width Modulation>> o <<Modulación por anchura de pulso>>

Hoy en día muchos microcontroladores comerciales incorporan esta función en Hardware que se puede utilizar para conseguir una salida analógica a partir de una señal digital.

Control de motores mediante PWM. El movimiento de un motor eléctrico se consigue mediante la variación continua de un campo eléctrico o magnético depende del tipo de motor para obtener así un campo rotatorio esta variación continua se consigue alimentando adecuadamente los bobinados del rotor o del estator según el tipo de motor y variando dicha corriente de alimentación se consigue variar la velocidad del motor.

Mediante PWM se controla la corriente de alimentación del motor variando el porcentaje de tiempo de la señal rectangular en estado alto y bajo, es decir, variando la anchura de pulso de la señal, varía la potencia que se entrega al motor, con lo que la velocidad de giro puede ser controlada con mucha precisión (Usategui, 2006, pág. 422).

La aplicación de potencia máxima durante breves intervalos de tiempo (durante los pulsos) no causa problemas en la práctica. De hecho, el PWM permite aplicar potencias superiores a las que se usarían sin él, siempre que el valor medio visto por la carga esté dentro de los límites permitidos por el fabricante. El ciclo de trabajo, expresado en porcentaje, determina el tiempo en que el interruptor está encendido y la energía se transmite. Un ciclo de trabajo bajo corresponde a poca potencia, ya que el interruptor está apagado la mayor parte del tiempo. Un ciclo de trabajo del 100% significa que se trabaja a máxima potencia.

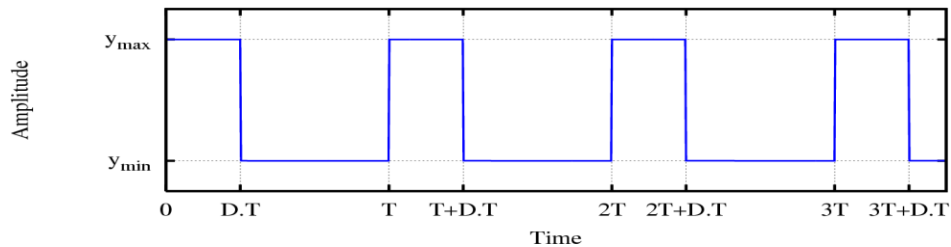
El ciclo de trabajo, expresado en porcentaje, indica cuánto tiempo estará el interruptor encendido, permitiendo el flujo de energía. El PWM (Modulación por Ancho de Pulso) es efectivo en sistemas de control digital, ya que permite ajustar fácilmente el ciclo de trabajo. En una señal o fuente de alimentación, el PWM implica variar el tiempo durante el cual la señal está encendida (en alto) y apagada (en bajo). Esto se utiliza para enviar información a través de canales de comunicación o para controlar la cantidad de energía entregada a una carga.

El PWM utiliza una onda de pulso rectangular cuyo ancho de pulso se modula, lo que resulta en la variación del valor medio de la forma de onda. Si consideramos una forma de onda de pulso $f(t)$ con un valor bajo (y_{min}), un valor alto (y_{max}) y un ciclo de trabajo D , el valor medio de la forma de onda se calcula mediante la siguiente función:

Ecuación #12

$$f(t) = y_{min} + D \cdot (y_{max} - y_{min})$$

Figura 14 Comportamiento de pulsos PWM.



Nota fuente: <https://es.wikipedia.org/>

El ciclo de trabajo de una señal periódica es el ancho relativo de su parte positiva en relación con el período. Expresado matemáticamente:

Ecuación #13

$$D = \frac{\tau}{T}$$

Donde:

D es el ciclo de trabajo

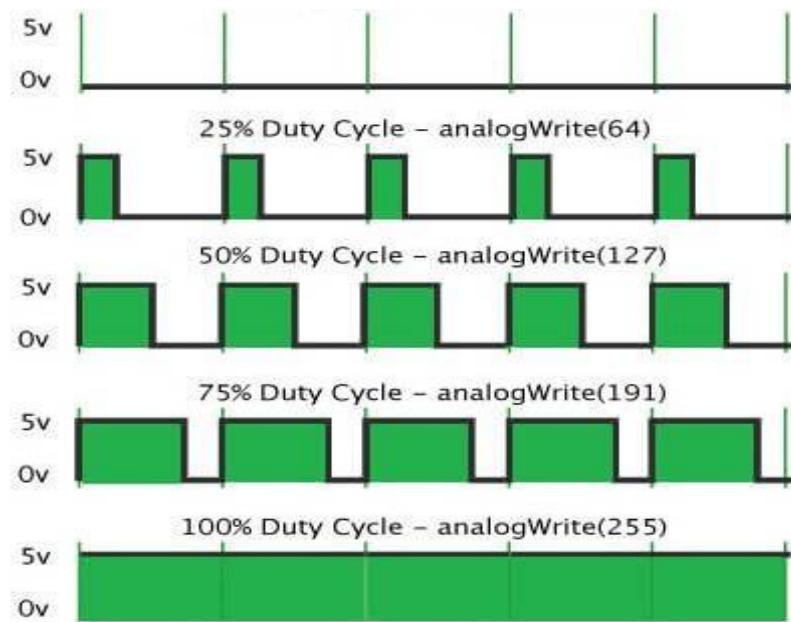
τ es el tiempo en que la función es positiva (ancho del pulso)

T es el período de la función.

Ecuación #14

$$y = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt$$

Figura 15 Pulse Width Modulation.



Nota fuente: <https://www.circuitgeeks.com/arduino-pwm/>

2.9.2 MICROCONTROLADOR 125D.

El Dart Control 125DV-C es un controlador de velocidad para motores de corriente continua (CC) y motores universales. Su principio de funcionamiento se basa en la regulación de la tensión de salida para controlar la velocidad del motor.

Entrada de voltaje: El controlador recibe una tensión de entrada de 24/36 VAC.

Salida de voltaje: Proporciona una salida de 0-90/0-180 VDC.

Potencia ajustable: Puede configurar la potencia según las necesidades.

Inhibición para inicio/parada: Incluye un circuito de inhibición para un funcionamiento seguro.

Regulación de velocidad del 1%: Ofrece una regulación precisa de la velocidad en un rango de 50:1.

En resumen, el controlador ajusta la tensión de salida para **es una fuente que sirve como un alimentador específico, partiendo del voltaje de entrada. Sin embargo, en términos generales, un microcontrolador es un circuito integrado compacto que contiene un procesador, memoria y periféricos de entrada/salida en un solo chip, diseñado para controlar una tarea específica en un sistema embebido.** VELOCIDAD MINIMA - Permite el ajuste de la velocidad del motor cuando el “SPEEDPOT” (potenciómetro) se fija en el mínimo (giro total a la izquierda, es decir, giro total en la dirección opuesta a las manecillas de reloj). Esto permite que el usuario pueda eliminar la “banda muerta” en el control principal de velocidad, permitiendo la calibración a cero. Al girar el “trimpot” de “MIN” en la dirección de las manecillas de reloj, se aumenta la velocidad mínima del motor.

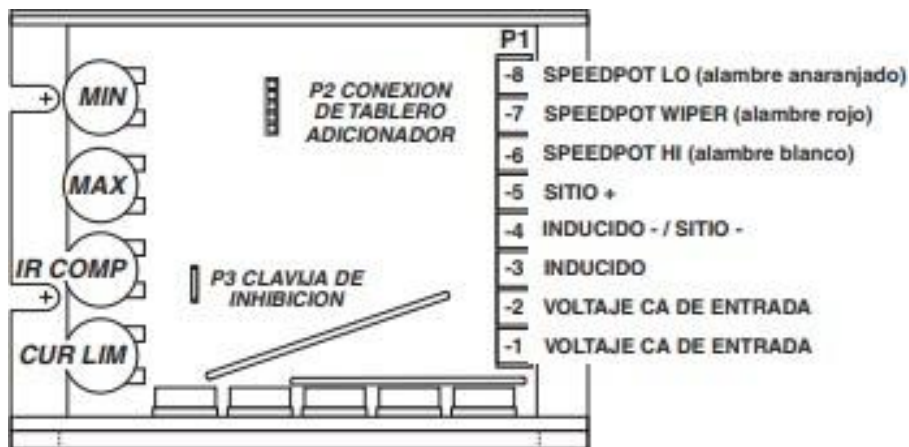
MAX. SPEED (Velocidad Máxima) - Permite el ajuste de la velocidad del motor cuando el

“SPEEDPOT” se ha fijado al máximo (giro máximo a la derecha, es decir, giro máximo en la dirección de las manecillas de reloj). Esta característica permite que el usuario elimine el extremo

superior de la “banda muerta”, lo cual proporciona velocidad máxima con rotación máxima. Al girar el “trimpot” de “MAX” en la dirección de las manecillas de reloj se aumenta la velocidad máxima del motor.

IR COMP. (Regulación de Velocidad) - Este control permite el ajuste de los circuitos que controlan la velocidad de regulación del motor. Estos circuitos controlan la velocidad de la armadura, cambiando el voltaje de la armadura para compensar por aumentos o disminuciones en la carga del motor. Al girar el “trimpot” “IR COMP” en la dirección de las manecillas del reloj se aumenta la compensación.

Figura 16 Potenciómetros de ajustes interno.



Nota: Describe los componentes de ajuste interno imagen propiedad del fabricante

<https://www.dartcontrols.com/>.

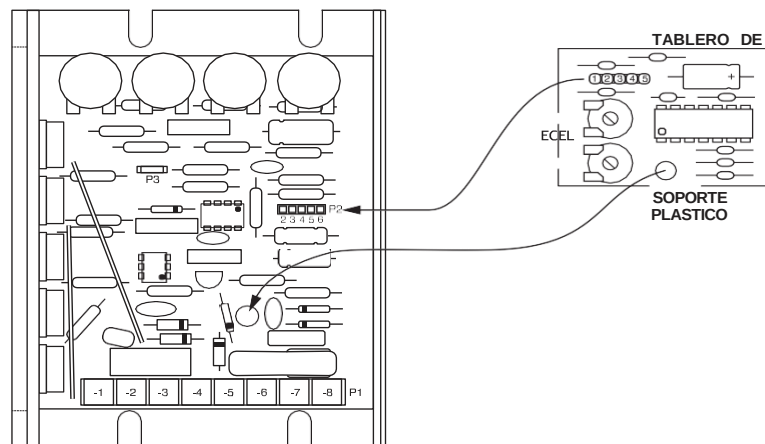
CUR. LIM. (Límite de Corriente) - Proporciona protección contra corriente excesiva de armadura, limitando la corriente máxima de la armadura que puede proporcionar el control. Esta característica permite el ajuste del momento de torsión* máximo que el motor puede proporcionar. El ajuste de límite de corriente (CUR.LIM.) está fijado en 125% de la clasificación de momento de torsión del motor, basado en su caballaje de potencia. Al girar el “trimpot” “CUR. LIM.” en la dirección de las manecillas de reloj se aumenta la corriente (de torsión) que el control puede proporcionar.

* En algunos países el momento de torsión se denomina “par”.

TERMINAL INHIBIDOR EN CLAVIJA - Permite que el usuario pueda arrancar y parar fuertemente (rápidamente), o parar fuertemente con un arranque suave a través de una rampa ajustable de aceleración, sin interrumpir las líneas de CA

BANDA DE TERMINALES - Permite la conexión de líneas de CA, conductores del motor, campo del motor (si es necesario), y potenciómetro de velocidad.

Figura 17 Placa de control 125.



Nota fuente: www.dartcontrols.com

CAPÍTULO III

**APLICACIONES Y ELEMENTOS DE MÓDULO
DIDÁCTICO PARA MEDICIÓN DE VARIABLE Y
CONTROL DE VELOCIDAD DE MOTOR CC.**

3.1 APLICACIONES.

LABORATORIOS DE AUTORIZACIÓN.

Para usos futuros de este documento, refiere el uso del módulo didáctico de control de velocidad de un motor DC como Módulo DC. Este tipo de módulos están diseñados para funcionar con motores de corriente continua, lo que significa que permiten ajustar la velocidad del motor de manera precisa. El rango de control de velocidad es muy amplio, lo que permite realizar una variedad de experimentos y aplicaciones educativas.

Entre las aplicaciones del Módulo CC se pueden aplicar: prácticas de laboratorio, proyectos de ingeniería, automatización industrial, robótica y desarrollo de nuevos métodos de control. La demanda de conocimientos en control de motores está en constante aumento debido al avance tecnológico y la necesidad de optimizar procesos, lo que representa un gran reto tanto en la educación como en la investigación. Por ello, contar con un módulo CC es vital para el aprendizaje y desarrollo de habilidades en el control de motores, ya que permite experimentar con diferentes técnicas y algoritmos que garantizan un control eficiente y preciso.

TIPOS DE MÓDULOS DIDÁCTICOS DE LABORATORIOS.

Módulo de Control de Motor Trifásico: Este módulo emplea microcontroladores para gestionar motores de inducción, permitiendo a los estudiantes adquirir experiencia práctica con motores trifásicos y sistemas de control industrial.

Módulo de Control con PLC: Facilita la simulación de procesos industriales mediante el uso de controladores lógicos programables (PLC), siendo ideal para la enseñanza de automatización y control de procesos.

Estos módulos son esenciales para la formación práctica en ingeniería eléctrica y automatización, proporcionando una base sólida para el desarrollo de habilidades técnicas y conocimientos aplicados.

3.2 COMPONENTES PARA MÓDULO DIDÁCTICO.

A continuación, se detallan los materiales y equipos necesarios para construcción de módulo didáctico.

Tabla 1 Componentes para módulo didáctico.

Componentes
Motor DC 1/3 HP Baldor
Fuente 120 V AC/ 0 a 90 V DC
Microcontrolador 125
Controlador de velocidad DC ajustable PWM
Kit de en chufes banana hembra 4mm
Fuente 120 V AC/ 0 a 12 V DC a 15 watts
Voltímetro digital LED amperímetro voltímetro 0 a 100 V
Tacómetro de medición digital a 12V
Pulsador botón OFF/ ON
Selector de posición
Contactor
Potenciómetros
Kit de en chufes banana macho 4mm
Cable número 16
Aluminio perfiles de aluminio CNC 2.25 metros cada barra 20x80mm
Paro de emergencia

Nota: Tabla tipo propia describe los elementos utilizar en el proyecto.

Los componentes en la tabla anterior mencionados serán debidamente detallados a continuación, para aplicaciones de Módulo Didáctico de Corriente Continua.

3.3 MOTOR BALDOR 1/3 HP.

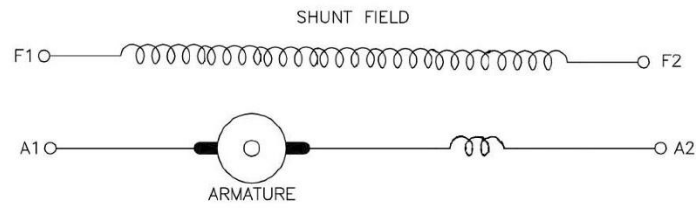
El motor DC Baldor 413D de 1/3 HP, con un voltaje de 90V DC y una corriente de 4.8 a 5 Amperios, es ideal para aplicaciones industriales que requieren un control preciso de la velocidad y el par. Con una velocidad de aproximadamente 2400 RPM, este motor es robusto y fiable, adecuado para equipos de laboratorio y sistemas de control de movimiento. Además, puede contar con enfriamiento tipo TENV o ventilación forzada, lo que lo hace apto para operar en condiciones exigentes.

Figura 18 Motor Baldor 1/3 HP.



Nota imagen tipo propia muestra motor de su parte frontal.

Figura 19 Diagrama de motor.



CONNECTION	DIRECTION OF ROTATION			
	CWDE		CCWDE	
	POS TERM (+)	NEG TERM (-)	POS TERM (+)	NEG TERM (-)
LOW VOLTAGE	A1 F1	A2 F2	A2 F1	A1 F2

⚠ Precaución

- **No intercambies A1/A2 con F1/F2**, ya que el campo y la armadura tienen funciones distintas.
 - Si no están marcados, puedes usar un **multímetro** para medir la resistencia:
- **A1–A2**: baja resistencia (1–10 ohmios).
- **F1–F2**: resistencia más alta (50–200 ohmios).

3.4 TACÓMETRO.

El tacómetro es una herramienta esencial para medir la velocidad de rotación de objetos, ideal para aplicaciones industriales y de mantenimiento. Su diseño compacto y fácil instalación lo hacen adecuado para una variedad de entornos.

Figura 20 Tacómetro digital.



Nota: Propiedad de la marca SHIDWJ china muestra los dígitos combinación de 4 dígitos.

A continuación, se presentan las características principales y especificaciones técnicas del tacómetro LED celeste, un dispositivo diseñado para proporcionar mediciones precisas y confiables de la velocidad en revoluciones por minuto (RPM). Este equipo destaca por su alta estabilidad y precisión, así como por su capacidad para resistir interferencias externas. Además, su diseño estándar facilita la instalación en una variedad de equipos y máquinas. La tabla también incluye detalles sobre la fuente de alimentación, la frecuencia de actualización de la pantalla y el contenido del paquete.

Tabla 2 Características del Tacómetro digital

Características Principales
Tamaño estándar: Facilita su instalación en diferentes equipos y máquinas.
Alta estabilidad: Garantiza lecturas consistentes y confiables.
Alta precisión: Proporciona mediciones exactas, cruciales para aplicaciones técnicas.
Fuerte capacidad anti-interferencias: Resiste eficazmente las interferencias externas, asegurando la precisión de las mediciones.
Especificaciones Técnicas
Fuente de alimentación: Funciona con corriente alterna (CA) y consume 40mA.
Función de borrado cero: Automática, lo que simplifica el proceso de reinicio.
Frecuencia de actualización de la pantalla: 3 veces por segundo, permitiendo una visualización rápida y precisa de los datos.
Pantalla: LED celeste, que ofrece una visualización clara y brillante incluso en condiciones de poca luz.
Contenido del Paquete: Tacómetro LED celeste: Medidor de velocidad de RPM.
Sensor de interruptor de proximidad Hall: Permite la detección precisa de la velocidad de rotación sin contacto directo.

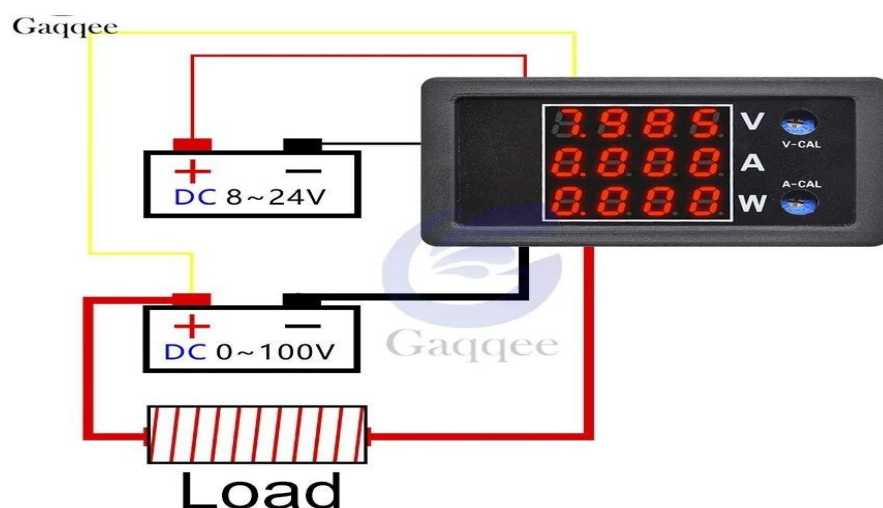
Nota: La tabla muestra valores de operación de dispositivo electrónico.

Aplicaciones: El tacómetro es ideal para su uso en diversas industrias, como la textil, de impresión, y cualquier otra que requiera la medición precisa de la velocidad de rotación de componentes. Su capacidad para medir sin contacto lo hace especialmente útil para tareas de mantenimiento y supervisión de sistemas de producción.

3.5 VOLTÍMETRO DIGITAL LCD.

El voltímetro es una herramienta versátil y precisa, ideal para medir voltaje, corriente y potencia en circuitos de corriente continua CC. Su diseño compacto y su pantalla LCD.

Figura 21 Voltímetro digital.



Nota: Imagen propiedad de la marca Gaqgee china describe las partes que muestra la pantalla.

A continuación, se detallan las características principales y especificaciones técnicas del dispositivo de medición, diseñado para ofrecer un monitoreo preciso y eficiente de voltaje, corriente y potencia. Este equipo es ideal para aplicaciones que requieren alta precisión y rápida actualización de datos, con una pantalla HTN LCD que facilita la visualización simultánea de múltiples parámetros.

Además, su amplio rango de medición y capacidad para operar en distintos proyectos lo hacen adecuado para una variedad de usos técnicos y profesionales.

Tabla 3 Características de voltímetro

Características Principales
Rango de Medición:
Voltaje: DC 0-500V
Corriente: 0-10A
Potencia: 0-1000W
Precisión:
Error de voltaje: $\pm 1\%$ (ajustable)
Error de corriente: $\pm 1\%$ (ajustable)
Error de potencia: $\pm 1\%$ (ajustable)
Frecuencia de Actualización: 300ms por vez, lo que permite una visualización rápida y precisa de los datos.
Método de Visualización: Pantalla HTN LCD con 3 filas de 3 dígitos, que muestra simultáneamente el voltaje y la corriente, facilitando la monitorización en tiempo real.
Voltaje de Alimentación: DC 8-24V
Corriente de Operación: <15mA
Temperatura de Trabajo: -10°C a 60°C, adecuado para diversas condiciones ambientales.

Nota: Información de la fabricante adaptada

Aplicaciones: El voltímetro es ideal para su uso en una amplia gama de aplicaciones, incluyendo: Sistemas de Energía Solar: Para monitorizar y gestionar la producción y el consumo de energía. Automoción: Para medir y diagnosticar sistemas eléctricos en vehículos. Laboratorios y talleres: Para pruebas y experimentación en proyectos electrónicos. Hogares y oficinas: Para monitorizar el consumo de energía y optimizar el uso de dispositivos eléctricos.

3.6 CONTROLADOR AJUSTABLE PWM.

Este dispositivo opera eficientemente dentro de un amplio rango de voltaje de CC, desde 6V hasta 90V, y es compatible con el control PLC. Utiliza una frecuencia PWM de 16 kHz para garantizar un rendimiento óptimo.

Especificaciones de Corriente: El controlador está diseñado para manejar una corriente continua de trabajo de 8A, con una capacidad máxima de corriente de 15A, permitiendo así una salida de potencia máxima de hasta 1000W.

Pantalla Digital y Ajuste: Equipado con una pantalla digital y una perilla de ajuste, los usuarios pueden monitorear y ajustar con precisión el porcentaje de voltaje. El dispositivo ofrece un control continuo de velocidad con un rango de salida PWM de 0 a 100%

Figura 22 Controlador PWM.



Nota: Propiedad del fabricante Modul Live muestra parte superficial e interna del controlador.

A continuación, se presentan las especificaciones técnicas del dispositivo, diseñado para operar con un amplio rango de voltaje de corriente continua (DC) y proporcionar un control preciso de la corriente y la potencia. Este equipo es ideal para aplicaciones que requieren una regulación eficiente del voltaje y una alta capacidad de manejo de corriente. Además, incluye un fusible de arco cerámico de fusión rápida para mayor seguridad. La tabla detalla los valores aplicables de voltaje, corriente, potencia, y las características del control PWM y del fusible.

Tabla 4 Características principales de modulador PWM

Voltaje aplicable: CC (voltaje amplio DC6V-90V) no se puede conectar a CA.
Corriente aplicable: corriente nominal 8A (corriente máxima 15A) corriente de reposo 0.005A (estado de espera) rango de potencia: 0,01-1000W
Rango de regulación de voltaje: rango de salida PWM 0% -100%, el motor se ajusta para detenerse y funcionar a máxima velocidad y frecuencia PWM: 16kHz
Especificaciones del fusible: Arco cerámico de 15 A que extingue el tipo de fusión rápida

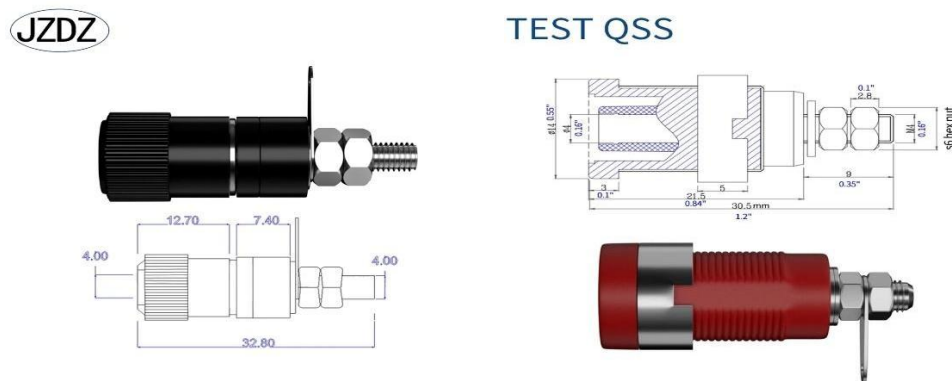
Nota: Se muestran principales características del módulo de control PWM propiedad intelectual de Modul Live.

Precauciones e instrucciones de uso:

1. La entrada del controlador de velocidad del motor de CC es corriente continua y no se puede conectar directamente a corriente alterna (como corriente alterna doméstica de 120/240 V), de lo contrario se quemará.
2. Los polos positivo y negativo de la fuente de alimentación de CC no se pueden invertir; de lo contrario, se dañará el gobernador.
3. El motor puede ser positivo o negativo, cuando la dirección de funcionamiento no coincide con lo esperado. La dirección se puede cambiar ajustando la secuencia de líneas.
4. La perilla del potenciómetro puede cambiar el ciclo de trabajo de la salida del gobernador, cambiando así la velocidad del motor.

3.7 CONECTORES BANANA.

Los conectores banana son un tipo de conector eléctrico diseñado para proporcionar una conexión segura y conveniente sin necesidad de soldadura. Son especialmente populares en aplicaciones de audio y laboratorio debido a su capacidad para crear conexiones temporales y fiables.



Dimensiones
Diámetro Interior de la Cubierta de Plástico: 6 mm
Diámetro del Pasador: 4 mm
Longitud del Pasador: 28 mm
Longitud Total: 32.6 mm

Estos dispositivos son ideales para laboratorios y equipos de prueba, facilitando conexiones temporales en experimentos y pruebas, así como en proyectos electrónicos para conexiones rápidas y fiables. Son fáciles de usar, no requieren herramientas especiales para su instalación, y son accesibles para usuarios de todos los niveles de habilidad. Además, proporcionan una conexión estable y segura, minimizando el riesgo de desconexiones accidentales. Su versatilidad los hace adecuados para una amplia gama de aplicaciones, desde sistemas de audio hasta equipos de laboratorio.

3.8 FUENTE DE ALIMENTACIÓN CONMUTADA DC.

Las fuentes de alimentación conmutadas incorporan generalmente un circuito integrado que realiza la regulación PWM, además de muchas otras funciones, como la protección contra cortocircuito, sobretensiones, corrección de errores y arranque suave. En el módulo entrenador de motores DC es fuente modular para la regulación de velocidad de un motor de corriente continua ya que el circuito PWM se puede variar la frecuencia y con esto el voltaje necesario suministrado por la fuente y así dicho motor puede cambiar su velocidad de giro según sea necesario, también este tipo de fuente conmutada cuenta con un voltaje máximo de 90 DC y 5.5 amperios especialmente para alimentar un motor de corriente continua de excitación compuesta sin causar estrés o calor excesivo al circuito de alimentación.

Figura 24 Fuente conmutada.



Nota se muestra la parte exterior puntos de conexión y medidas principales de la fuente conmutada imagen propiedad intelectual de hongpoe.

A continuación, se presentan las especificaciones técnicas de la fuente de alimentación conmutada ajustable de 1000W, diseñada para aplicaciones LED. Este dispositivo convierte corriente alterna (CA) de 120V o 220V a corriente continua (CC), proporcionando una salida estable y eficiente. La fuente de alimentación, modelo MS-1000W

Cuenta con certificaciones CE, FCC y RoHS, asegurando su cumplimiento con estándares internacionales de seguridad y calidad. Sus dimensiones compactas y su peso ligero facilitan la instalación y el manejo. La tabla detalla las características clave, incluyendo el rango de voltaje de entrada, tamaño, peso, frecuencia de operación y certificaciones.

Tabla 6 Características de la fuente conmutada.

Fuente de alimentación conmutada ajustable de 1000W para Led 1000W
120/220V CA a CC SMPS
120 V CA a 12 VCC SMPS
1. MS-1000W
Soporte: 120VAC o 220VAC Entrada de voltaje único
Tamaño: 240*125*65mm
Peso del paquete: 1,5 KG
Frecuencia 50 Hz / 60Hz
Certificado CE, FCC, RoHS
Salida Única

Nota: Se muestran valores de operación adaptados.

La modulación por ancho de pulsos es una técnica utilizada para regular la velocidad de giro de los motores eléctricos de inducción o asíncronos. Mantiene el par motor constante y no supone un desaprovechamiento de la energía eléctrica. Se utiliza tanto en corriente continua como en alterna, como su nombre lo indica, al controlar: un momento alto (encendido o alimentado) y un momento bajo (apagado o desconectado), controlado normalmente por relés (baja frecuencia) o MOSFET o tiristores (alta frecuencia).

En el proyecto las fuentes de alimentación conmutadas son parte fundamental para el funcionamiento de los sensores y de los dispositivos, como pantalla, voltímetros digitales, tacómetro y PWM. En un circuito eléctrico es importante separar la parte de control y la fuerza.

3.9 POTENCIÓMETRO.

Un potenciómetro es un tipo de resistor variable que se utiliza para ajustar niveles de voltaje en un circuito. Tiene tres terminales: dos terminales están conectados a los extremos de una resistencia fija, y el tercer terminal está conectado a un contacto deslizante o giratorio llamado cursor.

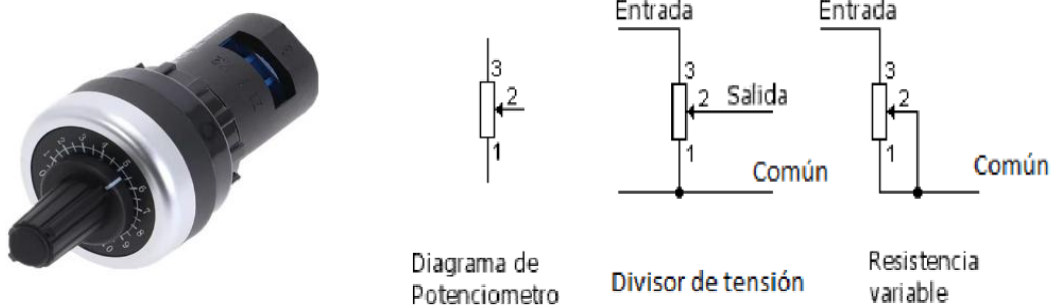
El funcionamiento de un potenciómetro se basa en el movimiento del cursor a lo largo de la resistencia fija. Al mover el cursor, se cambia la resistencia entre el cursor y cada uno de los extremos de la resistencia fija, lo que permite ajustar el voltaje de salida.

Tipos de potenciómetros.

Lineales: La resistencia cambia de manera lineal con el movimiento del cursor.

Logarítmicos: La resistencia cambia de manera logarítmica, comúnmente utilizados en controles de volumen de audio.

Figura 25 Potenciómetro.



Nota se muestra parte física y tipos de conexiones del potenciómetro consultada del manual del fabricante.

A continuación, se presentan las especificaciones técnicas del potenciómetro modelo LA42WQ-22. Este dispositivo cuenta con una resistencia de 5K ohmios y un orificio de montaje de 22 mm, lo que facilita su instalación en diversos equipos. Diseñado para operar en un rango de temperatura de -20 a +55 grados Celsius, el potenciómetro ofrece un alto nivel de protección IP65, asegurando su durabilidad y resistencia en condiciones adversas. El paquete incluye una unidad del potenciómetro.

Tabla 7 Valores de potenciómetro.

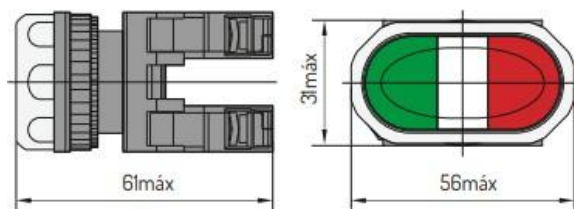
Tipo: LA42WQ-22
Resistencia: 5K
Orificio de montaje: 22 mm
Temperatura de funcionamiento: -20~+55 Celsius
Nivel de protección: IP65
El paquete incluye: 1 Unida x potenciómetros

Nota: En la tabla se muestran valores de operación de potenciómetro extraídos de hoja de datos del fabricante.

3.10 PULSADORES.

Los interruptores de paro y marcha son fundamentales en el control de motores eléctricos, especialmente en sistemas de arranque directo. El botón de marcha (Start) cierra el circuito de control al ser presionado, energizando la bobina del contactor y permitiendo que el motor arranque; este botón utiliza un contacto normalmente abierto (NA). Por otro lado, el botón de paro (Stop) abre el circuito de control al ser presionado, desenergizando la bobina del contactor y deteniendo el motor; este botón utiliza un contacto normalmente cerrado (NC).

Figura 26 Pulsadores marcha y paro.



Nota: Se muestran dimensiones del dispositivo que se encuentran en manual <https://www.chint.eu/>

A continuación, se presentan las especificaciones técnicas de un dispositivo conforme a la norma IEC/EN60947-5-1. Este equipo está disponible en colores verde y rojo, y cuenta con contactos auxiliares configurados como 1 NA (normalmente abierto) y 1 NC (normalmente cerrado).

Su corriente nominal es de 3A en aplicaciones AC15 a 240VCA, y su tensión de operación nominal máxima varía entre 240V y 415V en AC-15. Además, el dispositivo ofrece un nivel de protección IP65, garantizando su resistencia al polvo y al agua.

Tabla 8 Datos de operación de pulsadores.

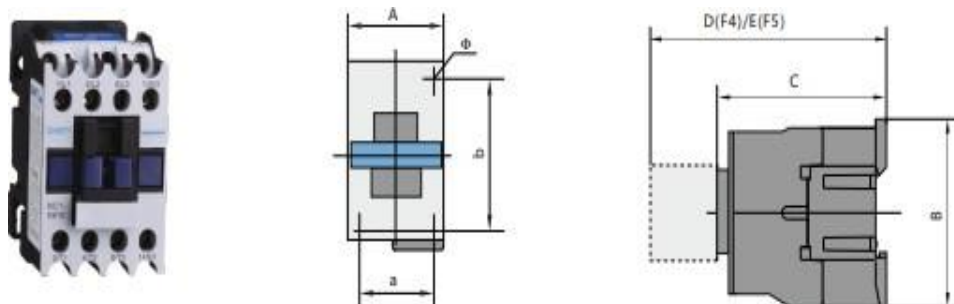
Norma		IEC/EN60947-5-1
Color		Verde / Rojo
Contactos Auxiliares		1 NA + 1 NC
Corriente I (A)		3A - AC15 @ 240VCA
Tensión de Operación Nominal Máxima		240V - 415V AC-15
Protección IP		65

Nota tabla de datos extraída de manual de fabricante <https://www.chint.eu/>

3.11 CONTACTOR CHNT NC1-12.

El contactor CHNT NC1-12 es un dispositivo utilizado para controlar circuitos eléctricos de potencia, especialmente en aplicaciones industriales. Tiene una corriente nominal de 12A, modelo (AC3), lo que significa que puede manejar corrientes de hasta 12 amperios en aplicaciones de motores. Generalmente, está disponible en configuraciones de 3 polos con contactos principales normalmente abiertos (NA) y opciones de contactos auxiliares adicionales. La tensión de la bobina puede variar, incluyendo opciones como 24V, 48V, 120V, 240V y 400V AC.

Figura 27 Contactor dimensiones.



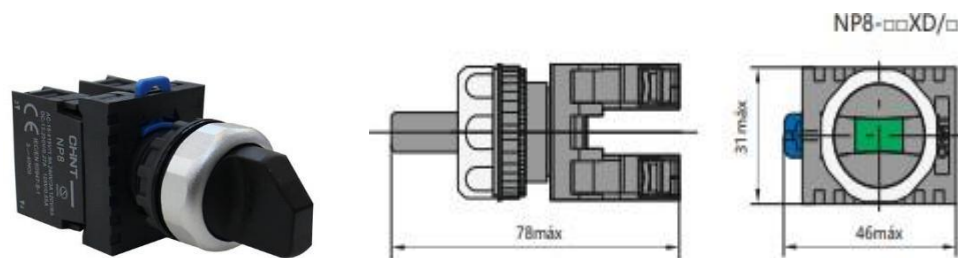
Nota: Se muestra el contactor y sus dimensiones para instalación. Fabricante <https://www.chint.eu/>

Este contactor es ideal para el control de motores y otros equipos eléctricos, permitiendo la conexión y desconexión remota del circuito. Además, puede incluir módulos adicionales como relés térmicos para protección contra sobrecargas. Es conocido por su fiabilidad y durabilidad, siendo una opción popular en entornos industriales donde se requiere un control robusto y eficiente de la energía eléctrica.

3.12 MANETA NP8.

La maneta de posición NP8 es un dispositivo de control industrial que permite seleccionar entre diferentes modos de operación. Generalmente, tiene 3 posiciones y está hecha de materiales resistentes como metal cromado que ofrece altos grados de protección (IP66, IP67, IP69, e IP69K), lo que la hace ideal para entornos industriales exigentes. Puede tener un mecanismo de retorno al centro por resorte o bloqueo en posición, y utiliza bornes de tornillo para facilitar la conexión a los circuitos de control.

Figura 28 Selector NP8.



Nota: Se muestra dimensiones del dispositivo imagen propiedad <https://www.chint.eu/>

3.13 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO.

El interruptor magnetotérmico de 1 polo y 5 amperios (5A) con una curva de disparo tipo C y un poder de corte de 10 kA es ideal para proteger circuitos bifásicos con cargas moderadamente inductivas, como motores pequeños y transformadores. Este dispositivo asegura la protección contra sobrecargas y cortocircuitos, garantizando la seguridad y la integridad del sistema eléctrico.

Figura 29 Interruptor automático



Nota: imagen propiedad de ABB

A continuación, se muestran datos del dispositivo eléctrico está diseñado para manejar una corriente nominal de hasta 5 Amperios (A), asegurando un funcionamiento seguro dentro de este rango. Con 1 polo (1P), es capaz de interrumpir dos conductores simultáneamente, lo que proporciona una mayor seguridad en la desconexión de circuitos.

La curva de disparo lo hace ideal para cargas moderadamente inductivas, como motores pequeños, permitiendo manejar corrientes de arranque más altas sin dispararse de inmediato. Además, cuenta con un poder de corte de 10 kA, lo que significa que puede interrumpir corrientes de cortocircuito de hasta 10,000 Amperios, garantizando protección en situaciones extremas.

Tabla 9 Interruptor de corte y propiedades eléctricas.

Característica	Descripción
Corriente Nominal	5 amperios (A)
Número de Polos	1P (interrumpe a la fase)
Curva de Disparo	C (adecuada para cargas moderadamente inductivas, como motores pequeños)
Poder de Corte	10 kA (capacidad para interrumpir corrientes de cortocircuito de hasta 10,000 A)

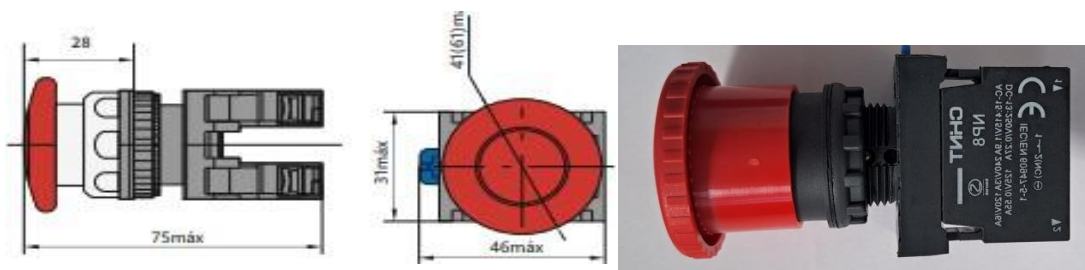
Nota: Se muestra tabla de datos del fabricante y dispositivo imagen propiedad de <https://www.chint.eu/>

3.14 PARO DE EMERGENCIA.

En un equipo eléctrico que involucra movimientos mecánicos o accionamiento de maquinarias que pueden generar una acción de peligro, se necesita elementos para su puesta en marcha, asimismo, elementos que permitan su paro en un momento determinado o de emergencia.

El paro de emergencia debe poder activarse tanto en condiciones normales de funcionamiento, al finalizar un trabajo o maniobra, como en condiciones anormales, cuando se presenta una situación de peligro (emergencia) para el operario o la máquina. Los dispositivos que permiten el paro en condiciones normales se denominan dispositivos de paro normal, mientras que aquellos que se utilizan en situaciones de emergencia se conocen como dispositivos de parada de emergencia.

Figura 30 Paro de emergencia.



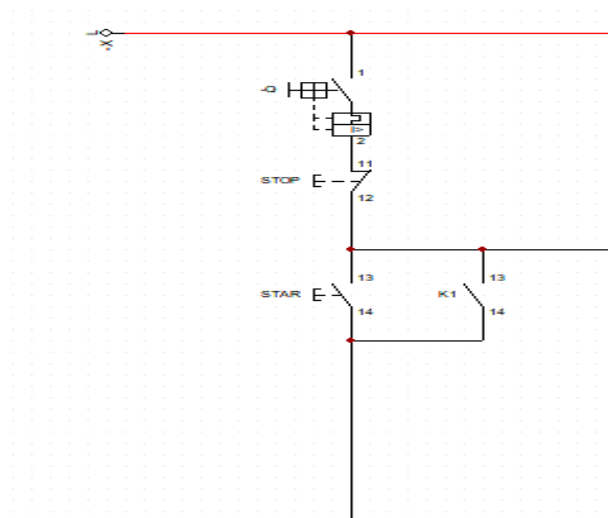
Nota: Se muestran dimensiones para montaje del dispositivo de seguridad propiedad de <https://www.chint.eu/>

Los botones de paro de emergencia (E-Stop) son componentes cruciales de seguridad en muchos circuitos eléctricos, especialmente aquellos que controlan equipos peligrosos como bombas de combustible, maquinaria en movimiento, sierras, molinos, herramientas de corte, cintas transportadoras y otros tipos de equipos. Están diseñados para permitir que un operador o espectador detenga el equipo en caso de emergencia.

Los botones de paro de emergencia están conectados en serie con el circuito de control del equipo. Al pulsar el botón, se interrumpe el circuito y se corta la energía del relé que mantiene el circuito energizado. Este concepto se aplica tanto a circuitos monofásicos como trifásicos y a voltajes más altos.

En este caso el módulo entrenador de motores DC cuenta con un botón de emergencia de disparo rápido.

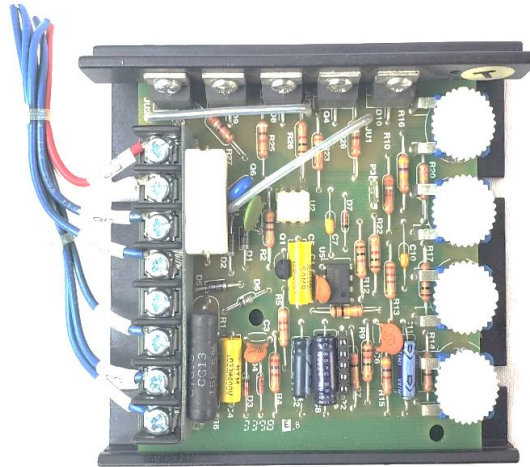
Figura 31 Conexión típica de paro de emergencia.



Nota: Descripción de conexión de paro de emergencia imagen propia.

3.15 MICROCONTROLADOR 125D

Figura 32 Tarjeta Dart Control 125 vdc



Nota: Se muestra la estructura de la tarjeta Dart control 125 imagen propia.

El controlador Dart Serie 125 está diseñado para una amplia gama de aplicaciones industriales, incluyendo equipos de oficina, maquinaria de manufactura, sistemas de transporte y equipos de procesamiento. Su capacidad de manejar múltiples tipos de motores DC lo convierte en una solución versátil para diversas necesidades de control de velocidad.

Entrada de Voltaje: Dual 120/240 VAC con configuración flexible para diferentes suministros eléctricos. Rangos de Potencia:\n- 120VAC: 1/50 a 1/8 HP y 1/4 a 1/2 HP 240VAC: 1/25 a 1/4 HP y 1/8 a 1 HP Salida: 0-90/180 VDC ajustable según requerimientos de la aplicación.

Precisión de Control: Regulación de velocidad del 1% sobre un rango de velocidad de 50:1, proporcionando control preciso para aplicaciones críticas.

Características Estándar: Circuito de inhibición integrado para operación arranque-parada.

La variante 125DV incluye aceleración y desaceleración ajustables independientemente.

Diseño: Chasis abierto con placa de terminales y potenciómetros de gran tamaño para facilidad de instalación y mantenimiento. Construcción probada al 100% bajo carga completa.

3.16 FUENTE DC 120 VAC / 12 VDC

Figura 33 Fuente 12 V



Nota: Se muestra la figura de la fuente de 12 V imagen propia.

La fuente de alimentación conmutada de 15 watts está diseñada específicamente para aplicaciones LED, convirtiendo corriente alterna (CA) de 120V a corriente continua (CC) de 12V de manera estable y eficiente.

Este dispositivo cumple con los estándares internacionales de seguridad y calidad, contando con certificaciones CE, FCC y RoHS. Su diseño compacto y ligero facilita la instalación y el manejo.

Tabla 10 Características de la Fuente 12 V

Potencia de salida	15 W
Voltaje de entrada	85 ~ 127 VAC / 47 ~ 63Hz
Rango de Ajuste	± 10% (tensión nominal de salida)
Protección	Cortocircuito / Sobrecarga / Sobretensión
Número de salidas	1 salida
Salida de tiempo de arranque	$\leq 2S @ 120VAC \leq 1.0S @ 127VAC$
Tiempo de espera de salida	$\geq 10 \text{ ms a } 120 \text{ VCA}, \geq 20 \text{ ms } @ 127VAC$
Tensión de salida de canal 1	12 V
Corriente de salida de canal	3 A

CAPÍTULO IV

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MÓDULO DIDÁCTICO CC.

4.1 DISEÑO DEL MÓDULO DIDÁCTICO CC.

El diseño del módulo didáctico está orientado a proporcionar una herramienta práctica y educativa para los estudiantes de ingeniería eléctrica, permitiéndoles experimentar de manera realista con el control de velocidad y la medición de variables en motores de corriente continua.

Este módulo se construyó considerando tanto los requisitos técnicos como las necesidades pedagógicas, integrando componentes esenciales que faciliten el aprendizaje de conceptos teóricos mediante la práctica. Entre sus elementos principales se encuentran el motor DC, controladores de velocidad PWM, sensores de medición de velocidad y pantallas digitales para la visualización de variables críticas como voltaje, corriente y potencia.

La estructura del módulo, construida en materiales resistentes y de fácil ensamblaje, garantiza una disposición accesible y segura de todos los componentes, organizada para permitir un flujo lógico de trabajo. Cada decisión de diseño desde la selección de componentes hasta la disposición ergonómica de los controles está enfocada en mejorar la comprensión del sistema y facilitar el desarrollo de habilidades prácticas en los estudiantes, además, el módulo está equipado con sistemas de protección y controles de seguridad, asegurando una operación segura y eficiente en el entorno de laboratorio. Este diseño busca no solo reforzar el conocimiento teórico, sino también preparar a los estudiantes para enfrentar de manera efectiva los desafíos técnicos del campo laboral.

4.1.1 COMPONENTES EN EL DISEÑO DEL MÓDULO DIDÁCTICO DC.

A continuación, se presenta un cuadro de lista y descripción de los componentes principales utilizados en el diseño del módulo didáctico DC, cada uno seleccionado para facilitar el aprendizaje práctico de los conceptos de control.

Tabla 11 Cuadro de componentes principales para construcción del módulo.

Componente	Descripción
Motor DC	Motor de corriente continua que permite la demostración práctica de control de velocidad mediante el sistema PWM y Dart Control. Su respuesta rápida lo hace ideal para experimentos en control de velocidad y potencia.
Fuentes de 12 V	Fuentes de alimentación de 12 V que suministran energía a pantallas y otros dispositivos electrónicos, asegurando que cada componente funcione con voltaje estable para un rendimiento confiable.
Fuente de Alimentación Conmutada	Fuente conmutada dedicada a alimentar el sistema PWM. Su diseño compacto y eficiencia energética permite una modulación adecuada sin interferencias de otros dispositivos.
Sensores de Velocidad (Tacómetro)	Dispositivos que miden la velocidad de rotación del motor en tiempo real, facilitando un análisis preciso y monitoreo constante de los ajustes realizados en el sistema de control.
Microcontrolador 125DV-C	El principio de funcionamiento del Dart Control 125DV-C se basa en la regulación de la tensión de salida. Este dispositivo ajusta la cantidad de voltaje que recibe el motor, lo cual, a su vez, determina la velocidad de operación.
Potenciómetro para el Control	Potenciómetro que permiten el ajuste manual de la velocidad del motor mediante variación de voltaje, facilitando el control preciso de la salida.
Interruptor Start/Stop	Interruptor que inicia o detiene el funcionamiento del motor de manera segura, brindando un método directo para manejar el sistema sin afectar el ajuste de otros componentes.

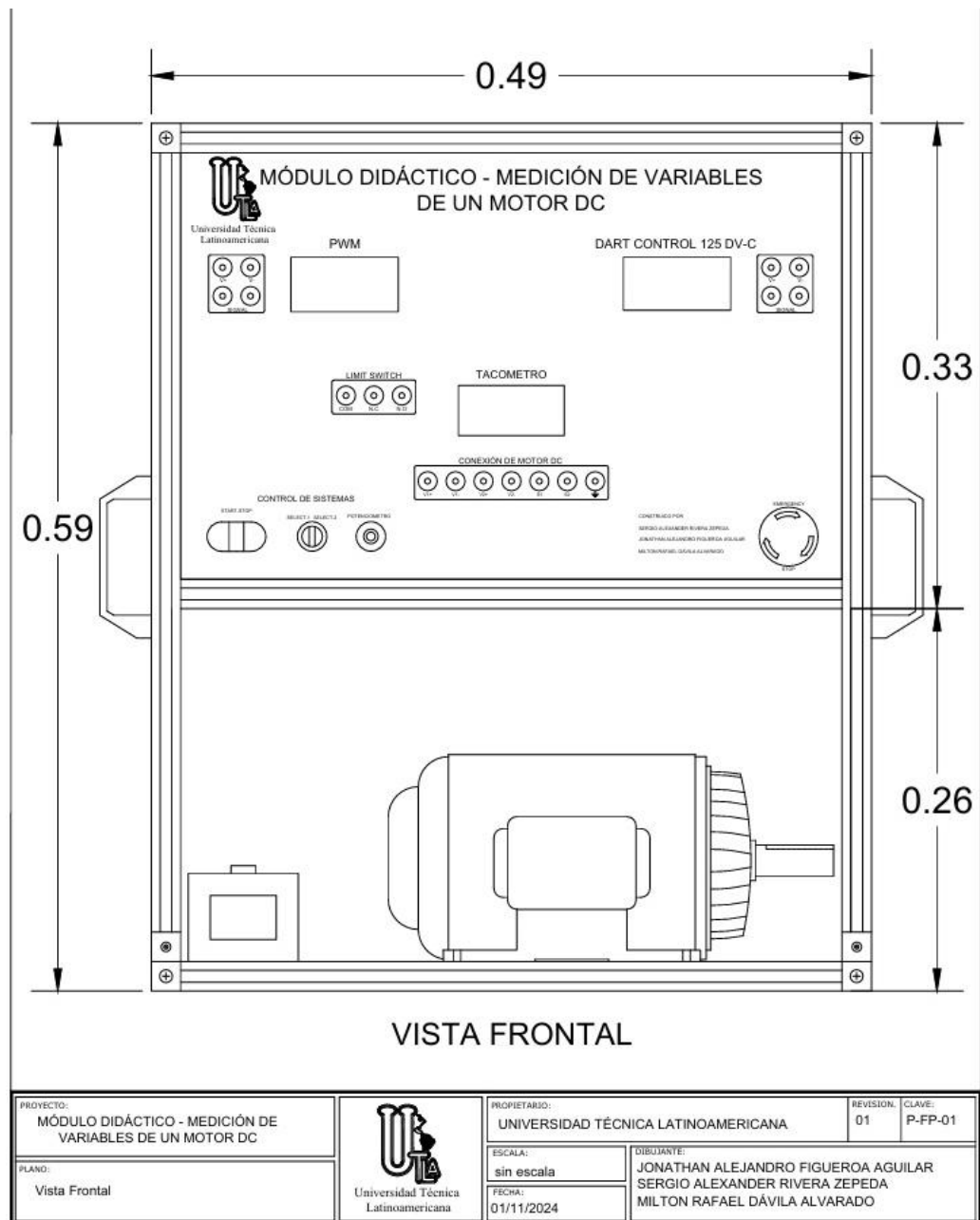
Maneta NP8	Selector de modo que permite al usuario alternar entre diferentes modos PWM o Dart Control 125DV.C, facilitando la configuración según las necesidades de cada práctica.
PWM (Modulación por Ancho de Pulso)	Controlador que modula la velocidad del motor DC mediante variaciones en la señal de ancho de pulso. Este sistema es clave para controlar la velocidad del motor sin alterar el voltaje de entrada.
Pantalla Digital del Tacómetro	Pantalla que muestra en tiempo real la velocidad de rotación del motor en revoluciones por minuto (RPM). Facilita la observación directa de los efectos de los ajustes en velocidad y control del sistema.
Pantallas Digitales (voltaje, corriente, potencia)	Pantallas digitales que muestran en tiempo real voltaje, corriente y potencia, permitiendo al usuario monitorear los parámetros eléctricos del sistema, evaluar la eficiencia y ajustar los controles conforme a las necesidades.
Conectores Tipo Banana	Conectores que permiten la conexión rápida y segura de cables para mediciones de corriente, voltaje y otras conexiones, facilitando el acceso a los datos de forma segura y ordenada durante las practicas
Paro de Emergencia	Interruptor de seguridad diseñado para detener el motor y desconectar el sistema de forma rápida en caso de emergencia, protegiendo al usuario y los componentes del módulo de cualquier incidente.

Nota: Este cuadro proporciona una lista completa de cada componente esencial en el diseño del módulo didáctico DC, detallando sus funciones y su rol en el aprendizaje seguro y práctico del sistema.

4.1.2 DISEÑO AUTOCAD.

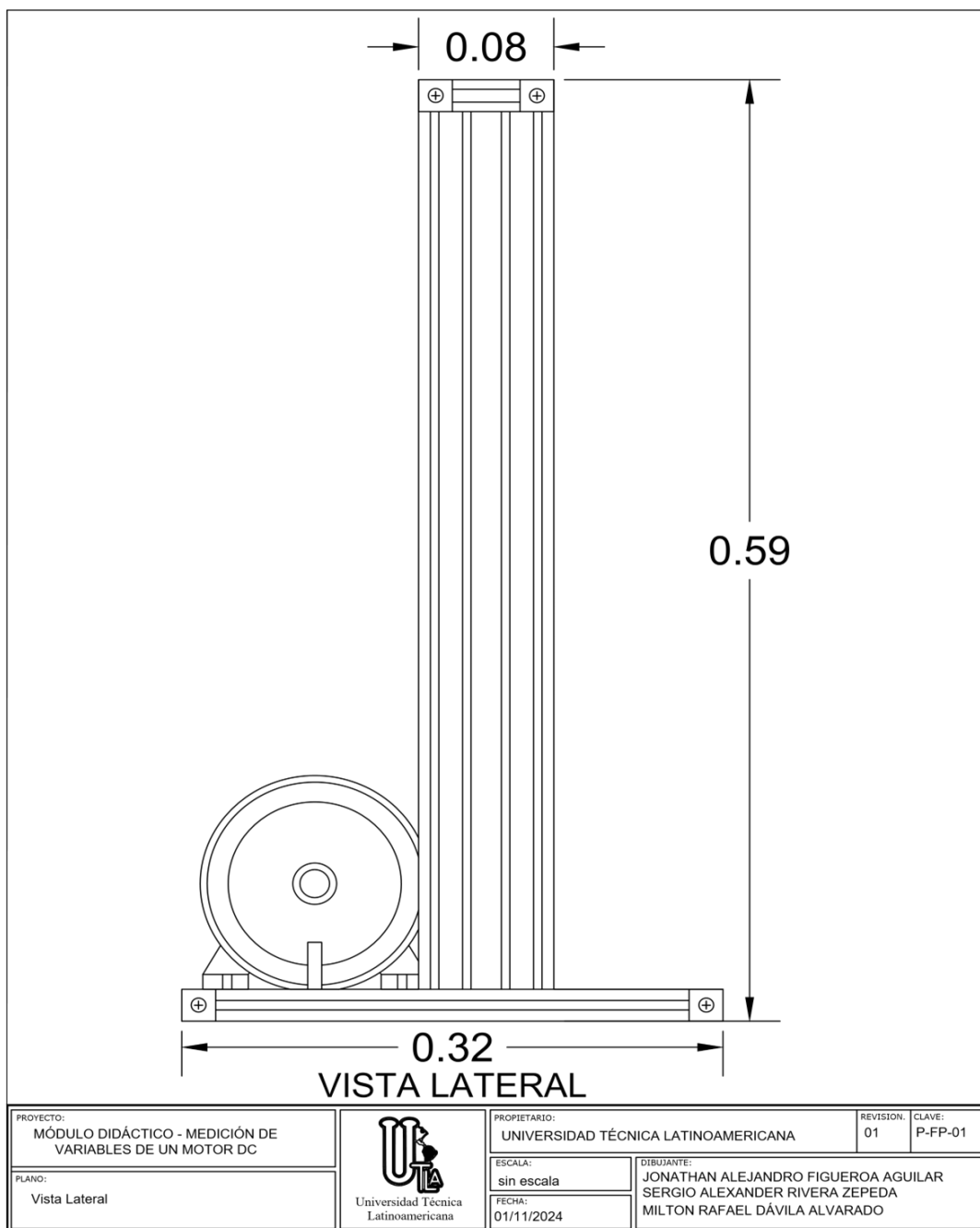
Para asegurar una construcción precisa y eficiente del módulo didáctico DC, se realizaron planos y diseños preliminares utilizando AutoCAD. Este software permitió modelar de manera detallada tanto la estructura general como la distribución de cada componente en el módulo. Lo cual fue fundamental para visualizar y planificar la disposición óptima de los elementos antes del ensamblaje.

Figura 34 Plano vista frontal



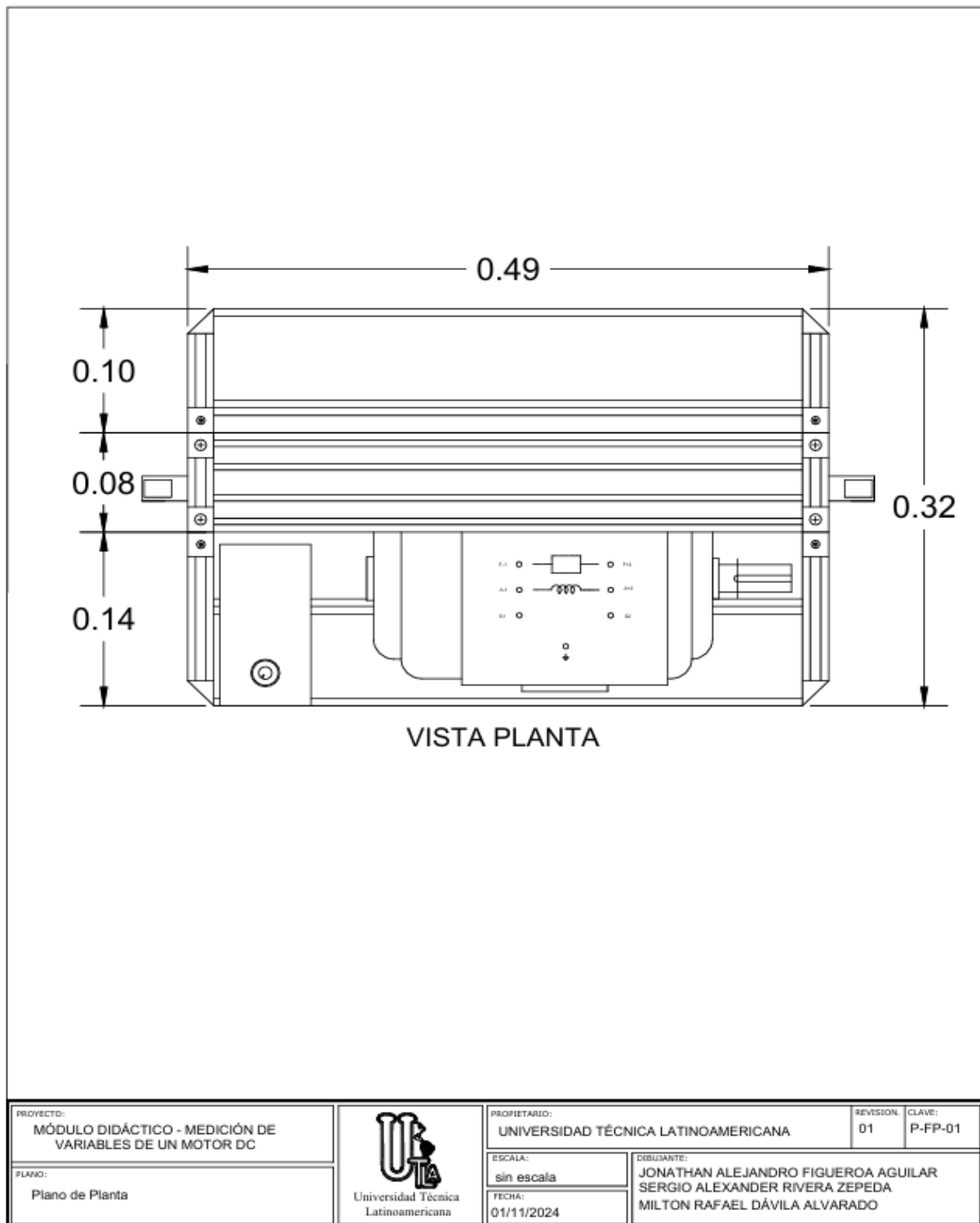
Nota: Este plano presenta una vista frontal con el diseño y distribución de componentes del módulo didáctico. Elaboración propia.

Figura 35 Plano vista lateral.



Nota: Este plano presenta una vista lateral del diseño del módulo didáctico. Elaboración propia.

Figura 36 Plano vista planta.



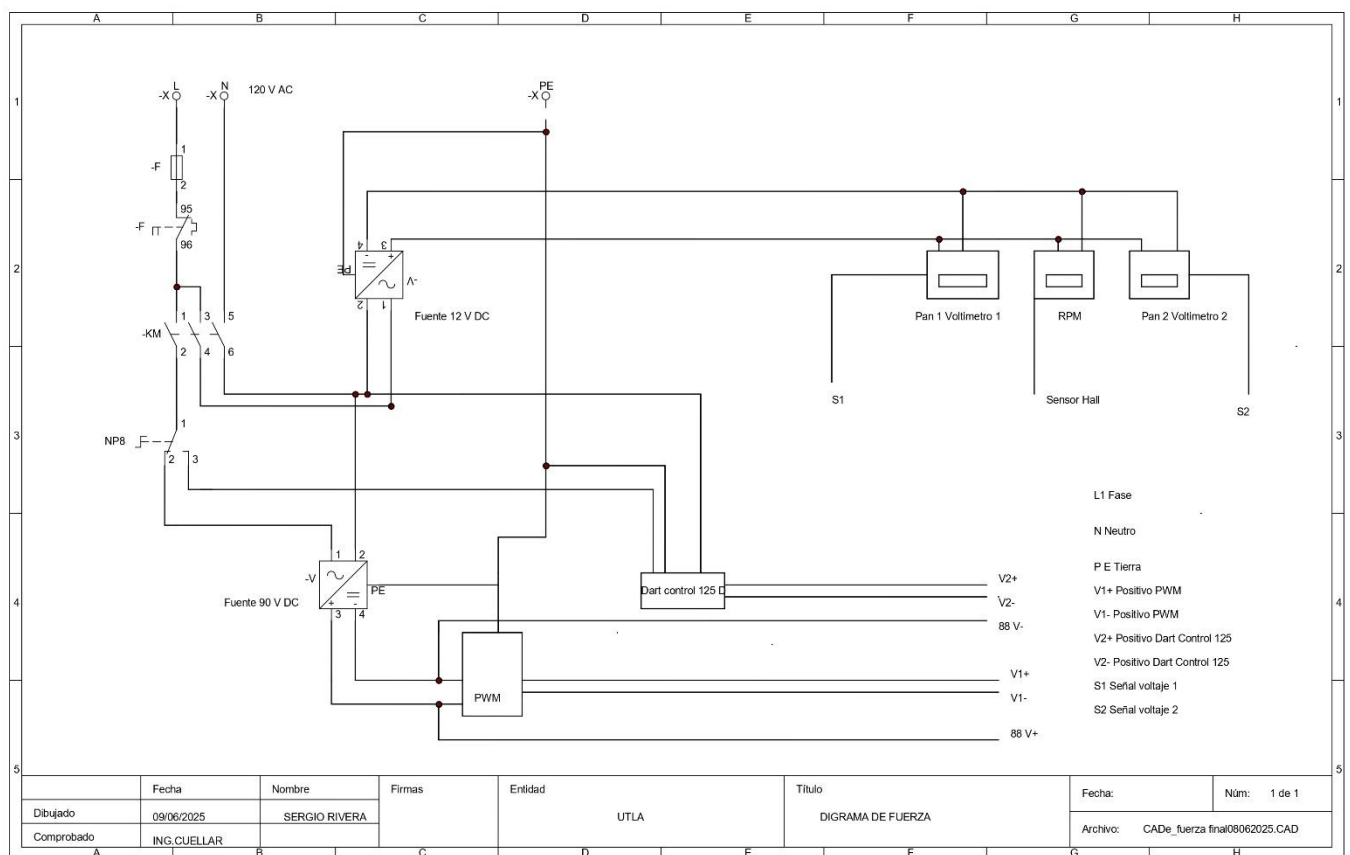
Nota: Este plano presenta una vista en planta del diseño del módulo didáctico. Elaboración propia.

A través del diseño fue fácil identificar los posibles ajustes en dimensiones, espacios y puntos de conexión. Estos planos incluyen tanto el diseño de la base estructural (con perfiles de aluminio y uniones) como la ubicación exacta de los controles, pantallas, sensores y conexiones eléctricas en el tablero.

4.1.3 DISEÑO DE CONTROL ELÉCTRICO.

Diagrama eléctrico de fuerza del sistema en que se muestran las conexiones internas de nuestro proyecto.

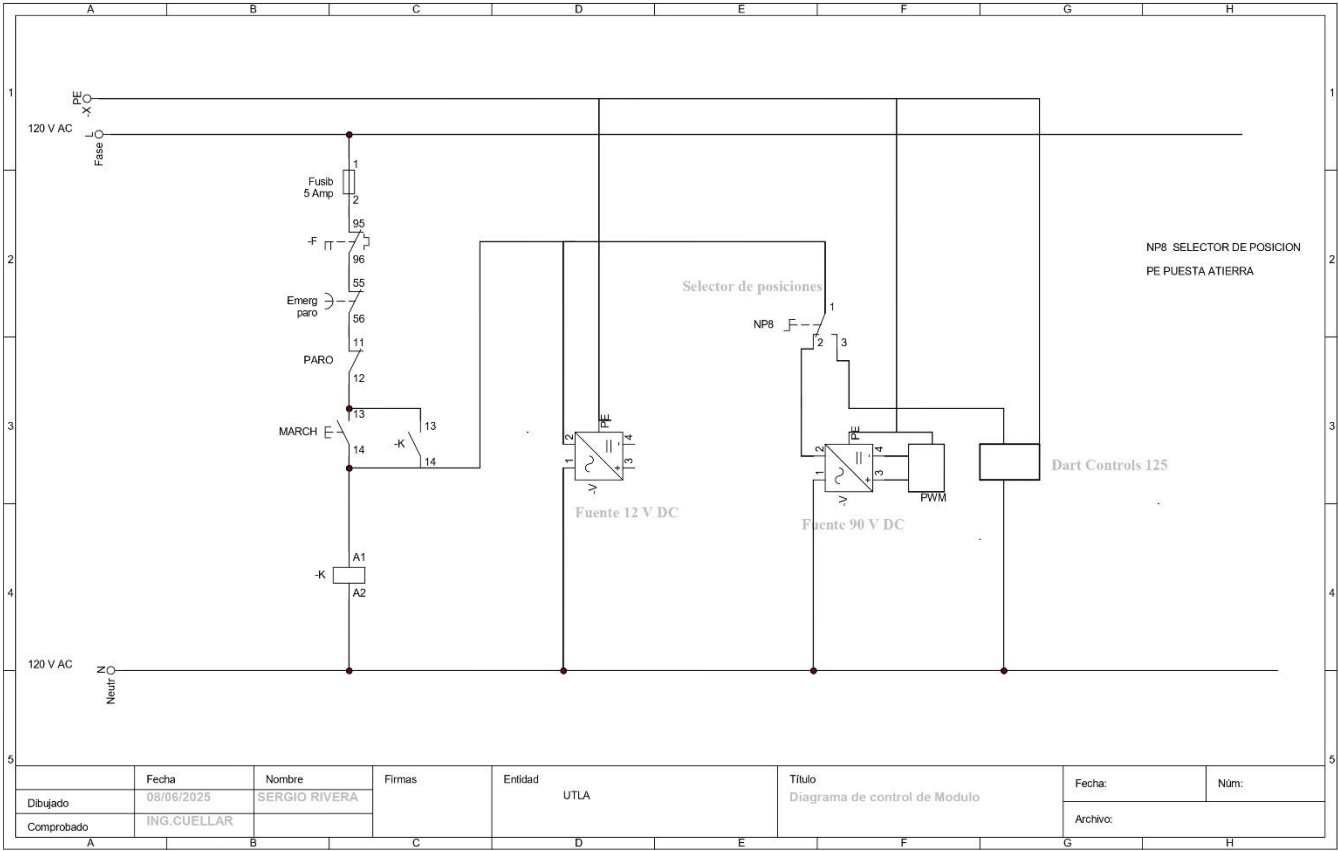
Figura 37 Diagrama eléctrico de fuerza.



Nota: imagen tipo propia creada en software cade SIMU.

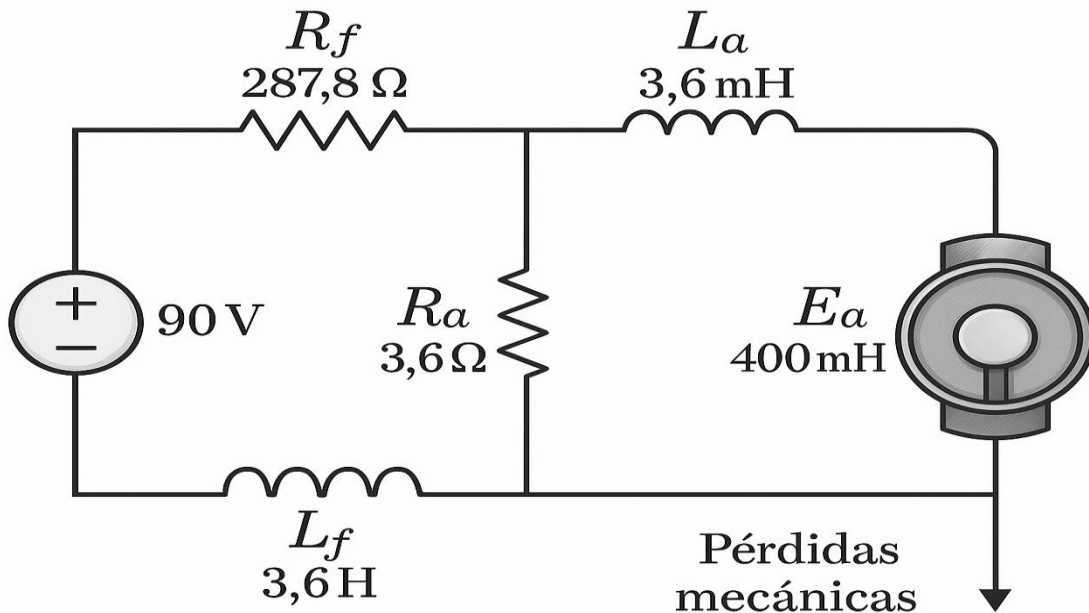
Diagrama eléctrico de control de nuestro proyecto el principio de control es ampliamente usado en control de motores.

Figura 38 Diagrama de control.



Nota: imagen tipo propia creada en software cade SIMU.

Figura 39 Circuito equivalente



Resistencia del campo (R_f): 287,8 Ω

Representa la resistencia óhmica del devanado de campo.

Inductancia del campo (L_f): 3,6 Ω

Representa el efecto inductivo del devanado de campo

CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DIDÁCTICO DC.

En el diseño y construcción del módulo didáctico DC, se optó por el uso de perfiles de aluminio V-Slot como material principal para la estructura. Esta elección se fundamentó en las ventajas técnicas y estéticas que ofrece este material, las cuales se alinean perfectamente con los objetivos del proyecto, como la durabilidad, el diseño modular, y la portabilidad del sistema.

El aluminio V-Slot es una aleación de alta pureza que destaca por su ligereza en comparación con otros materiales como el acero, lo que facilita el transporte y manipulación del módulo dentro del laboratorio. Este atributo es particularmente importante en un entorno educativo, donde los equipos suelen ser trasladados o reorganizados con frecuencia.

Otra característica destacada del aluminio V-Slot es su resistencia estructural. A pesar de ser liviano, este material proporciona la rigidez necesaria para soportar los componentes eléctricos y mecánicos del módulo, manteniendo la estabilidad y seguridad durante su operación. La estructura en forma de “V” de las ranuras facilita la integración de piezas móviles, como guías lineales y sistemas de montaje, lo que simplifica la instalación de nuevos componentes o el ajuste de los ya existentes.

Además de su funcionalidad, el aluminio V-Slot ofrece un acabado profesional y moderno. Su apariencia limpia y brillante contribuye a un diseño estético que mejora la percepción del módulo como un recurso didáctico de calidad. Este aspecto es esencial en un entorno educativo, donde un equipo bien diseñado no solo debe ser funcional, sino también visualmente atractivo para captar la atención de los estudiantes y fomentar su interés.

Desde el punto de vista práctico, el aluminio V-Slot es un material altamente modular y versátil. Las ranuras permiten ensamblar la estructura mediante conectores y tornillos sin

necesidad de soldaduras, lo que facilita el montaje y desmontaje. Esto también permite realizar modificaciones o expansiones al diseño inicial, adaptando el módulo a futuras necesidades académicas sin grandes inversiones de tiempo o recursos.

Finalmente, el aluminio V-Slot es resistente a la corrosión, lo que asegura que la estructura del módulo mantenga su integridad y estética a lo largo del tiempo, incluso en condiciones ambientales adversas. Este atributo reduce significativamente los costos de mantenimiento y prolonga la vida útil del sistema (Maker Store USA, 2023).

4.1.4 BASE ESTRUCTURAL Y COMPONENTES.

Se describen los elementos principales que conforman la base estructural del módulo didáctico DC, detallando sus dimensiones, materiales de construcción y diseño mecánico. El módulo está diseñado con dimensiones planificadas de 59 cm de altura, 49 cm de ancho, y 32 cm de profundidad, lo que garantiza una estructura estable, funcional y ergonómica. Estas medidas permiten un acceso cómodo a los controles y componentes durante las prácticas educativas.

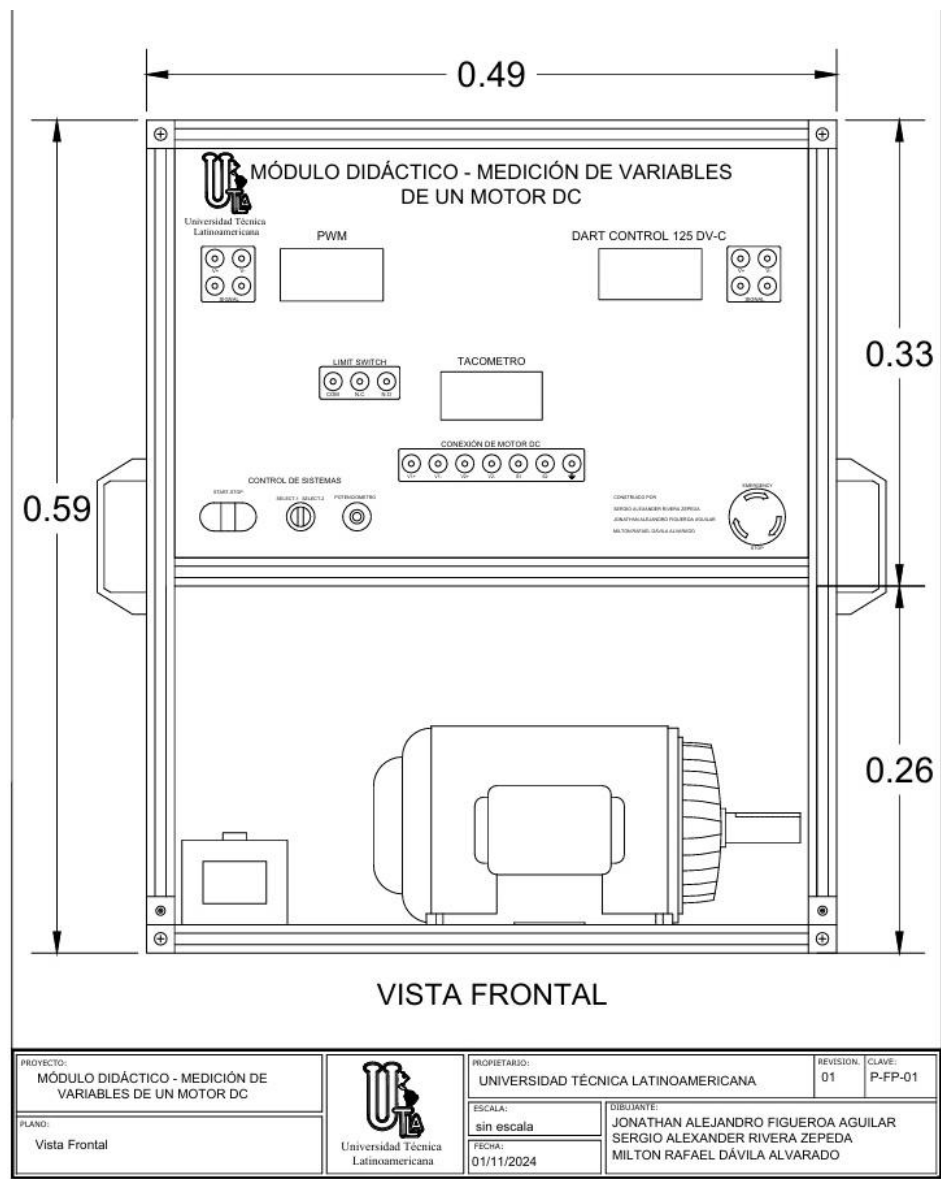
La estructura utiliza perfiles de aluminio V-Slot, un material seleccionado por su ligereza, resistencia y modularidad. Estos perfiles permiten un montaje preciso y seguro, utilizando conectores de esquina, tornillos M5 y tuercas deslizantes que facilitan el ensamblaje y la posibilidad de ajustes futuros. Este enfoque modular es clave para asegurar la durabilidad y adaptabilidad del módulo en el entorno educativo.

En cuanto al diseño mecánico, se realizó el corte de perfiles de aluminio a medida, seguido de un ensamblaje cuidadoso para garantizar la correcta distribución de los componentes en el tablero de control. Este diseño permite organizar de manera lógica y segura los elementos

electromecánicos, como pantallas digitales, potenciómetros y controles de operación, asegurando la funcionalidad y la seguridad del sistema para los usuarios.

4.1.4.1 DIMENSIONES.

Figura 40 Plano frontal, módulo didáctico – medición de variables de un motor DC.



Nota: Plano de vista frontal, elaboración propia.

Altura Total.

El módulo está diseñado con una altura planificada de 59 cm desde la base hasta la parte superior. Esta altura permite un acceso cómodo a los controles y componentes, asegurando una interacción ergonómica para los estudiantes, ya sea colocado sobre una mesa de trabajo o una estación fija.

Ancho de la Base.

La base contará con un ancho de 49 cm, que proporcionará una plataforma amplia y estable para soportar el motor y otros componentes mecánicos del sistema. Este ancho fue diseñado para garantizar la firmeza del módulo durante las prácticas.

Profundidad de la Base.

Se ha planificado una profundidad de 32 cm, suficiente para garantizar estabilidad al sostener el peso de los dispositivos instalados, sin afectar la movilidad del módulo dentro del laboratorio.

Dimensiones del Tablero de Control.

El tablero de control tendrá unas dimensiones de 45 cm de ancho y 29 cm de alto. Estas medidas permitirán organizar de forma lógica y accesible los interruptores, controles de velocidad, indicadores y otros dispositivos necesarios para operar el motor DC y los componentes del sistema.

4.1.4.2 MATERIALES UTILIZADOS.

Para la estructura del módulo didáctico, se seleccionó aluminio V-Slot como material principal debido a varias razones técnicas y prácticas que lo hacen ideal para este tipo de proyecto.

Figura 41 Perfil de aluminio V-Slot 20x20mm.



Nota: Esta imagen muestra un perfil de aluminio V-Slot comúnmente utilizado en estructuras de módulos didácticos y proyectos de automatización (Maker Store, 2023).

Algunas de las características principales del aluminio V-Slot:

- **Ligereza:** El aluminio es significativamente más ligero que otros materiales como el acero, lo que facilita el manejo y el transporte del módulo didáctico. Esto es importante para un entorno educativo, donde el módulo puede necesitar ser movido o ajustado con frecuencia.
- **Alta resistencia estructural:** Aunque el aluminio es ligero, ofrece una gran resistencia estructural. El perfil V-Slot, con sus ranuras en forma de “V”, proporciona una rigidez adecuada para soportar componentes mecánicos y eléctricos, asegurando la estabilidad del módulo sin necesidad de estructuras más pesadas.

- Modularidad y facilidad de ensamblaje: El diseño de las ranuras del perfil V-Slot permite una fácil integración y ajuste de piezas adicionales, como sensores, motores, y paneles de control, sin la necesidad de soldaduras o modificaciones complejas. Esto facilita la personalización y expansión del módulo a medida que se desarrollan nuevas prácticas o necesidades.
- Resistencia a la corrosión: El aluminio 6063 T-5 tiene una excelente resistencia a la corrosión, lo que asegura que la estructura del módulo no se degrade fácilmente con el tiempo, incluso en ambientes con condiciones adversas como la humedad. Esto garantiza una mayor durabilidad y menor necesidad de mantenimiento.

El aluminio V-Slot tiene un acabado liso y atractivo que le da al módulo didáctico un aspecto moderno y profesional, lo que es ideal para fines educativos donde la apariencia y la organización del equipo son importantes.

El uso de aluminio para la construcción del módulo didáctico ofrece una combinación optima de ligereza, resistencia, modularidad, durabilidad, lo que lo convierte en una elección adecuada para un entorno educativo en el que se necesita una estructura resistente que permita múltiples configuraciones y ajustes.

4.1.4.3 DISEÑO MECÁNICO.

El proceso de fabricación mecánica del módulo didáctico se llevó a cabo utilizando componentes seleccionados por su diseño, modularidad y facilidad de ensamblaje. El objetivo fue construir una base estructural estable y adaptable, que sirviera como soporte para los elementos electrónicos y didácticos del sistema. El proceso de fabricación de la base estructural siguió los siguientes pasos:

Corte del aluminio: Una vez adquirido el material, los perfiles V-Slot fueron cortados a las medidas exactas requeridas para la base estructural del módulo. Este proceso se realizó con una maquina especializada, asegurando cortes precisos que permitieran un ensamblaje correcto y estable.

Figura 42 Perfil de aluminio V-Slot de 20 x 20 mm y 20 x 80 mm.



Nota: Esta imagen muestra un perfil de aluminio V-Slot cortado con las dimensiones previstas en el diseño.

La estructura fue ensamblada utilizando diferentes componentes que facilitaban una unión firme y precisa de los perfiles de aluminio los cuales se describen a continuación:

Conectores de esquina de 90 grados: Estos conectores se emplearon para unir los perfiles en las esquinas de la estructura, proporcionando una unión robusta y asegurando que la estructura fuera cuadrada y alineada.

Figura 43 Conector de esquina de 90 grados.



Nota: imagen propia.

Conector de esquina cubica de tres vías: Utilizados para reforzar las uniones, estos soportes añaden rigidez a las esquinas sin afectar la estética de la estructura, proporcionando un acabado limpio.

Figura 44 Conector de esquina cubica de tres vías.



Nota: imagen propia.

Tornillo cabeza avellanada Phillips 8 X 1 PLG: Su cabeza cónica permite que se inserte en la cavidad del conector de esquina cubica, proporcionando una fijación segura sin sobresalir, lo que mejora tanto estética como la seguridad del ensamblaje.

Figura 45 Tornillo cabeza avellanada Phillips 8 X 1 PLG.



Nota: imagen propia.

Tornillos de perfil bajo M5: Se utilizaron en conjunto con las tuercas deslizantes para fijar los conectores de esquina y soportes en su lugar.

Figura 46 Tornillos de perfil bajo M5.



Nota: imagen propia.

Tuerca en T deslizante: Estas tuercas fueron insertadas en las ranuras del V-Slot para fijar el conector de esquina de 90 grados insertando los tornillos de perfil bajo M5 sin necesidad de perforaciones adicionales.

Figura 47 Tuerca en T deslizante.



Nota: imagen propia.

Soporte de esquina oculta interior: Estos conectores proporcionan una unión robusta en puntos críticos de la estructura, especialmente en aquellos donde se requiera más fuerza mecánica y estética.

Figura 48 Soporte de esquina oculta interior.



Nota: imagen propia
90

Manilla de puerta con ranura en V: Esta manilla permite un soporte cómodo y seguro del módulo para su manipulación y movimiento. Su diseño en V asegura un ajuste firme y estable dentro de las ranuras del perfil.

Figura 49 Manilla de puerta con ranura en V.



Nota: imagen propia.

Coraza flexible LT de ½": La coraza LT es un conducto flexible metálico que protege los cables eléctricos contra daños mecánicos, humedad y polvo. Se utiliza para guiar los cables desde la caja Plexo IP55, que contiene las fuentes, el contactor y las borneras, asegurando seguridad y durabilidad en la instalación.

Figura 50 Coraza LT de 1/2".



Nota: imagen propia.

Caja plexo rectangular para conexión 310X240X124 mm IP55 con membrana: fabricada en material plástico resistente a impactos, humedad y polvo, con grado de protección IP55, fue elegida por su capacidad de alojar fuentes, contactores y borneras, adaptándose perfectamente a nuestras necesidades al garantizar seguridad y durabilidad en entornos exigentes.

Figura 51 Caja Plexo rectangular.



Nota: imagen propia.

Conector recto para coraza LT de 1/2 galvanizado: Se utilizaron para conectar la caja Plexo al panel de control del módulo, asegurando una unión segura y protegida entre ambos componentes, evitando el ingreso de polvo o humedad y facilitando el paso ordenado de los cables.

Figura 52 Conector recto para coraza LT de ½”.



Nota: imagen propia.

4.1.5 TABLERO.

El tablero de control del módulo didáctico DC está diseñado para proporcionar un acceso rápido y fácil a los principales controles y dispositivos, facilitando la manipulación de los parámetros del motor y asegurando un entorno de aprendizaje práctico y seguro.

4.1.5.1 MATERIAL DEL TABLERO.

El tablero de control del módulo didáctico está fabricado con una lámina de aluminio calibre 20 A1050, un material ampliamente utilizado en aplicaciones industriales y educativas debido a sus propiedades favorables.

Figura 53 Lámina de aluminio calibre 20, 2 x 1 yardas



Nota: Esta figura representa una lámina de aluminio calibre 20 con dimensiones de 182 x 91 cm, utilizada frecuentemente en estructuras mecánicas y proyectos educativos.

Ligereza: El aluminio A1050 es un material liviano, lo que facilita la manipulación y el transporte del módulo didáctico. Esto es especialmente útil en entornos educativos donde el equipo necesita ser movido o ajustado con frecuencia.

Resistencia a la corrosión: Gracias a su alta pureza, este aluminio tiene una excelente resistencia a la corrosión en ambientes normales, asegurando una larga vida útil del tablero sin necesidad de mantenimiento frecuente.

Buena conductividad térmica y eléctrica: El aluminio A1050 también es reconocido por su capacidad de disipar el calor de manera eficiente, lo que es útil cuando se instalan componentes eléctricos que generan calor, como el motor DC y la fuente de alimentación.

Fácil de mecanizar y moldear: Esta aleación es fácil de cortar, doblar y perforar, permitiendo que los componentes del tablero se monten de forma precisa y segura.

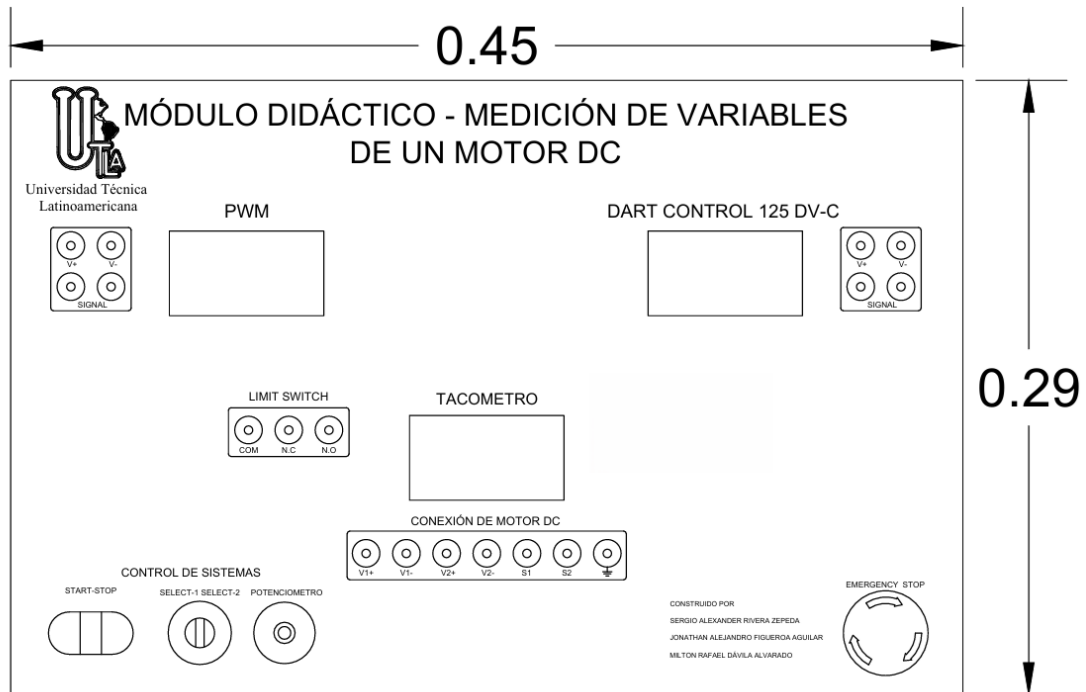
Estética y acabado: El aluminio A1050 tiene una apariencia lisa y brillante, proporcionando un acabado limpio y profesional al tablero de control. Además, su superficie es ideal para añadir etiquetas o indicadores visuales, mejorando la organización de los controles.

En resumen, el aluminio A1050 fue seleccionado para el tablero de control por su ligereza, resistencia a la corrosión, y su facilidad de fabricación, lo que lo convierte en un material ideal para este tipo de aplicaciones didácticas.

4.1.5.2 DISTRIBUCIÓN DE LOS COMPONENTES.

El tablero de control tiene unas dimensiones de 29 cm de alto y 45 cm de ancho, está diseñado para garantizar una distribución lógica y accesible de los componentes, está organizado por dos áreas claramente definidas: el área del PWM en la parte izquierda y el área de Dart Control en la parte derecha. Esta disposición asegura que los componentes sean accesibles, fáciles de manejar, y que las conexiones eléctricas sean seguras. A continuación, se describen los componentes de cada área:

Figura 54 Panel de Control del módulo.



Nota: Plano de vista frontal, elaboración propia.

- Área del PWM

El área del PWM está ubicada en la parte superior izquierda del tablero y contiene los siguientes elementos:

Pantalla Digital: En la parte superior del módulo se encuentra una pantalla que muestra los datos de voltaje, corriente y potencia relacionados con el controlador. Esta pantalla permite al usuario monitorear en tiempo real los parámetros eléctricos para ajustar el funcionamiento del motor.

Conectores Hembra Tipo Banana: Al lado izquierdo de la pantalla también se encuentran los conectores tipo banana, que permiten realizar mediciones y conexiones rápidas para tomar

datos relacionados con las señales del controlador o para realizar configuraciones adicionales al sistema.

- Área de Dart Control

El área de Dart Control está ubicada en la parte superior derecha del tablero y cuenta con los siguientes componentes:

Pantalla Digital: En la parte superior se encuentra otra pantalla digital, que también muestra parámetros de voltaje, corriente y potencia. Esta pantalla ofrece información esencial sobre los parámetros eléctricos, permitiendo un monitoreo constante y preciso.

Conectores Hembra Tipo Banana: Al igual que en el área de PWM, en el área de Dart Control se encuentran conectores tipo banana. Estos facilitan la medición de datos y la conexión de dispositivos de prueba, asegurando que el sistema pueda ser evaluado en tiempo real sin afectar la operación.

- Parte Central; Tacómetro

La pantalla digital del tacómetro: se encuentra ubicada en el centro del tablero y sirve para monitorear la velocidad del motor, funcionando para las dos áreas de control del módulo y asegurando una lectura clara y accesible en todo momento. En el lado izquierdo y derecho de la pantalla del tacómetro se encuentran los conectores tipo banana, que permiten la conexión de los limit switches para cada área de control. Además, en la parte inferior de la pantalla se encuentran conectores destinados a la conexión del motor con el panel de control, permitiendo que el motor pueda arrancar y funcionar mediante dos opciones de control: el DART o la señal PWM.

Los conectores V2+ y V2- están destinados para conectar el motor al panel de control, brindando la opción de utilizar el control DART o PWM. El conector S2 proporciona la señal para

la pantalla, la cual muestra parámetros clave del motor, como voltaje, corriente y potencia. De manera similar, los conectores V1+ y V1- se utilizan para la conexión del mismo motor al panel de control en la configuración de señal PWM, mientras que el conector S1 transmite la señal para que la pantalla muestre los mismos parámetros. Además, se incluye un conector para tierra física, que asegura una conexión segura a tierra para el sistema. Estos elementos permiten una configuración versátil y segura, facilitando la monitorización de los parámetros necesarios desde el tacómetro central.

- Área de Control Manual Pulsadores Maneta NP8 y Potenciómetro.

En la parte inferior izquierda se encuentra el panel de control manual, que incluye un pulsador de marcha y paro, una maneta NP8 que permite seleccionar el modo de operación del módulo y un potenciómetro. Estos elementos están alineados de izquierda a derecha para facilitar el acceso y el uso rápido durante las pruebas del sistema.

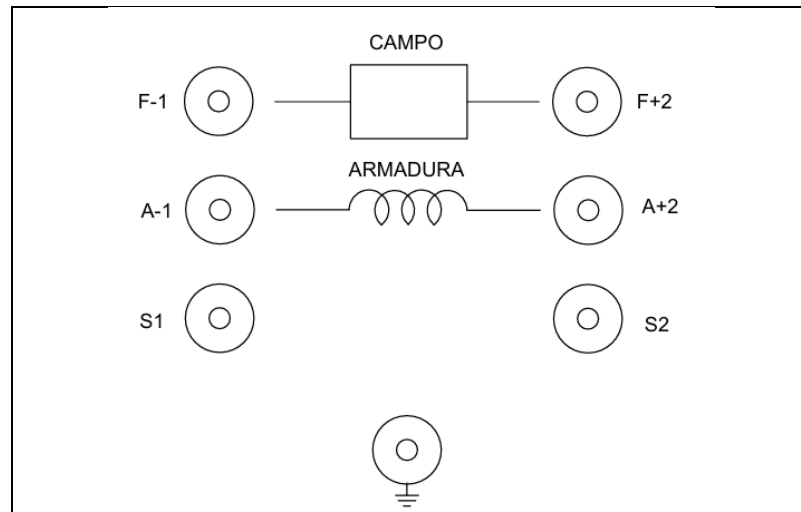
- Parte Inferior Derecha: Paro de Emergencia.

En la parte inferior derecha se encuentra el paro de emergencia está claramente visible y accesible, permitiendo detener de inmediato el sistema en caso de fallos o riesgos de seguridad.

- Área de conexión del Motor.

En la parte inferior del motor se muestra las conexiones principales, incluyendo la disposición de las bobinas y las entradas de los conectores tipo banana. Estas entradas de conexión permiten vincular el motor al panel de control, facilitando el tipo de conexión deseada para el control de velocidad y el monitoreo de variables eléctricas como corriente y voltaje. Su diseño también permite integrar dispositivos externos, como multímetros, para realizar mediciones en tiempo real durante las prácticas.

Figura 55 Diagrama de conexión de motor.



Nota: **Precaución** ⚠

- **No intercambies A1/A2 con F1/F2**, ya que el campo y la armadura tienen funciones distintas.
 - Si no están marcados, puedes usar un **multímetro** para medir la resistencia:
- **Accesibilidad y Seguridad.**
 - **Accesibilidad:** La distribución de los componentes en el tablero permite al usuario acceder fácilmente a las pantallas digitales y los conectores tipo banana. Las pantallas del área de PWM y del área de Dart Control proporcionan lecturas claras de los parámetros eléctricos, mientras que los conectores están convenientemente ubicados para realizar mediciones rápidas sin complicaciones.
 - **Seguridad:** Los conectores tipo banana están dispuestos de manera que eviten interferencias en el cableado y aseguren una conexión estable. Las pantallas permiten monitorear en tiempo real los valores críticos de voltaje, corriente y potencia, lo que mejora la seguridad operativa del sistema

4.2 MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO DIDÁCTICO CC.

1. Introducción.

El módulo didáctico CC permite a los usuarios experimentar con el control de velocidad y la medición de variables en un motor de corriente continua (CC). Este manual proporciona instrucciones para operar el módulo de manera segura y eficiente, detallando los componentes clave y el flujo de operación según el modo seleccionado: PWM o Dart Control.

2. Componentes Principales y sus Funciones.

1. Motor DC: Motor de 1/3 HP, con voltaje de 90V DC de corriente continua cuyo funcionamiento será controlado mediante señales PWM o Dart Control.
2. Fuente Conmutada: Fuente de alimentación regulada con voltaje de entrada 120V AC y salida de 0 a 90V DC que proporciona energía a los controladores.
3. Fuente de 12V: Fuente de alimentación de 12V que alimenta los multímetros digitales y tacómetro que mide las RPM del motor.
4. Pantallas Digitales: Muestran datos en tiempo real de voltaje, corriente y potencia del sistema.
5. Tacómetro: Mide y muestra la velocidad de rotación del motor en revoluciones por minuto (RPM).
6. Potenciómetro: Dos potenciómetros, uno para el control del PWM (integrado en el controlador) y otro para el control del Dart Control (ubicado en el tablero).
7. Interruptor Start/Stop: Controla el encendido y apagado del motor.
8. Paro de Emergencia: Botón que corta inmediatamente la alimentación al sistema en caso de emergencia.

9. Conectores Tipo Banana: Permiten realizar conexiones para la medición de voltaje y corriente.

10. Maneta de Selección de Modo (NP8): Selector de modo que alterna entre el control de velocidad mediante PWM (regula la velocidad del motor encendiendo y apagando la energía muy rápido, controlando la potencia promedio sin cambiar el voltaje máximo). O mediante Dart Control que (ajusta la velocidad variando directamente el voltaje que entrega al motor).

3. Instrucciones de Operación.

3.1. Encendido del Sistema.

1. Conecta el módulo a la fuente de alimentación de energía alterna 120V.
2. Asegúrate de que todos los controles, incluidos los potenciómetros, estén en su posición de reposo.
3. Usa la maneta NP8 para seleccionar el modo de operación deseado:
 - PWM (SELECT-1): Control del motor mediante el controlador PWM.
 - Dart Control (SELECT-2): Control del motor mediante el sistema Dart Control y el potenciómetro ubicado en el tablero.

3.2. Conexión de los conectores banana para el modo PWM.

1. Identificar en la placa superior del motor los conectores hembra de las bobinas, etiquetados como F-1, F+2 correspondiente al bobinado de campo y A-1, A+2 del bobinado de la armadura.
2. Conectar F+2 y A+1 en serie usando cables plug a plug y luego conectar al terminal V1+ del panel de control.
3. Conectar F-2 y A-2 en serie y luego conectar al terminal V1- del panel de control.

4. ⚠️ Precaución: No intercambies A1/A2 con F1/F2, ya que el campo y la armadura tienen funciones distintas. Si no están marcados, puedes usar un multímetro para medir la resistencia:

A1–A2: baja resistencia (1–10 ohmios).

F1–F2: resistencia más alta (50–200 ohmios).
5. Conectar el terminal S1 de la placa del motor al conector S1 del panel de control. Esto permitirá que los parámetros de voltaje, corriente y potencia del motor se muestren en la pantalla del módulo.
6. Asegurar la conexión a tierra: Conecta el terminal de tierra del motor al terminal de tierra del panel de control para garantizar seguridad en el sistema.
7. Acciona el interruptor Start/Stop para encender el sistema.
8. Gira el potenciómetro que se encuentra en la parte superior del PWM así podrás ajustar la velocidad del motor,
9. Mueve el potenciómetro en posición de reposo y apaga el sistema con el botón de paro.

3.3. Conexión de los conectores banana para el modo Dart Control.

1. Identificar en la placa superior del motor los conectores hembra de las bobinas, etiquetados como F-1, F+2 correspondiente al bobinado de campo y A-1, A+2 del bobinado de la armadura.
2. Conectar F+2 y A+1 en serie usando cables plug a plug y luego conectar al terminal V2+ del panel de control.
3. Conectar F-2 y A-2 en serie y luego conectar al terminal V2- del panel de control.

4. ⚠️ Precaución: No intercambies A1/A2 con F1/F2, ya que el campo y la armadura tienen funciones distintas. Si no están marcados, puedes usar un multímetro para medir la resistencia:

A1–A2: baja resistencia (1–10 ohmios).

F1–F2: resistencia más alta (50–200 ohmios).

5. Conectar el terminal S2 de la placa del motor al conector S2 del panel de control. Esto permitirá que los parámetros de voltaje, corriente y potencia del motor se muestren en la pantalla del módulo.
6. Realizar la conexión a tierra del sistema, uniendo el conector de tierra tanto en el panel de control como en el motor para asegurar la protección y estabilidad de la conexión.
7. Acciona el interruptor Start/Stop para encender el sistema.
8. Gira el potenciómetro que se encuentra en panel de control superior así podrás ajustar la velocidad del motor,
9. Mueve el potenciómetro en posición de reposo y apaga el sistema con el botón de paro.

4. Medición de Variables (Voltaje, Corriente y Potencia).

- Las pantallas digitales muestran continuamente las lecturas de voltaje, corriente y potencia, independientemente del modo de operación.
- En caso de requerir mediciones externas, conecta un multímetro u otro dispositivo de medición a los conectores tipo banana para obtener lecturas precisas.

5. Paro de Emergencia.

- En una situación de emergencia, presiona el botón de Paro de Emergencia para detener el sistema y desconectar la alimentación de inmediato.
- Asegúrate de volver a colocar todos los controles en posición de reposo antes de encender el sistema nuevamente.

6. Apagado del Sistema

1. Baja la velocidad del motor a cero con el potenciómetro.
2. Apaga el sistema usando el interruptor Start/Stop.
3. Desconecta el módulo de la fuente de alimentación de energía alterna si no se va a utilizar de inmediato.

7. Precauciones de Seguridad.

- Nunca opere el módulo con las manos húmedas ni en entornos húmedos.
- Asegúrate de que todos los cables estén en buenas condiciones y las conexiones seguras.
- Usa el botón de Paro de Emergencia en caso de cualquier situación riesgosa.
- Mantén el área de trabajo despejada para evitar accidentes.

8. Mantenimiento Básico.

- Revisión de conexiones: Verifica que las conexiones eléctricas estén firmes y sin desgaste.
- Limpieza: Limpia el módulo regularmente con un paño seco y mantén los conectores sin polvo.
- Pruebas periódicas: Realiza una prueba funcional periódica para asegurar que todos los componentes operen correctamente.

9. Resolución de Problemas Comunes.

- El motor no enciende: Verifica la fuente de alimentación y asegúrate de que la maneta NP8 esté en el modo correcto.
- Lecturas incorrectas en las pantallas: Revisa los sensores y las conexiones de los dispositivos de medición.
- El motor no responde al ajuste de velocidad: Comprueba el estado de los potenciómetros y verifica que el modo seleccionado sea el correcto.

Este manual describe el funcionamiento según el modo de operación, y los roles específicos de las dos fuentes, el controlador Dart Control y el sistema PWM, proporcionando una guía práctica y clara para los usuarios del módulo didáctico CC.

4.3 MANUAL DE SEGURIDAD PARA UTILIZAR EL MÓDULO DIDÁCTICO CC.

1. Introducción

Este manual de seguridad está diseñado para proteger a los usuarios del módulo didáctico CC, minimizando los riesgos asociados con la manipulación de componentes eléctricos y el funcionamiento del motor. A continuación, se presentan las normas y procedimientos de seguridad esenciales para operar el módulo de manera segura.

2. Normas de Seguridad.

2.1. Equipo de Protección Personal (EPP)

- Guantes aislantes: Usa guantes de seguridad aislantes cuando manipules componentes eléctricos o conexiones del módulo. Esto reducirá el riesgo de descargas eléctricas.
- Gafas de seguridad: Utiliza gafas de protección en todo momento para proteger los ojos de posibles chispas o partículas al manipular el módulo.
- Ropa de manga larga: Asegúrate de que la ropa cubra completamente los brazos y no sea suelta, para evitar enredos con las partes móviles del motor.

2.2. Precauciones Generales al Manipular Componentes Eléctricos

- Desconexión previa: Antes de realizar cualquier ajuste o manipulación en el módulo, asegúrate de que esté desconectado de la fuente de alimentación.
- Verificación de cables y conexiones: Inspecciona visualmente todos los cables y conexiones para asegurarte de que no estén desgastados o dañados. No manipules cables dañados, ya que podrían provocar cortocircuitos o descargas.
- Evitar el contacto directo: No toques los componentes eléctricos ni los conectores mientras el módulo esté en funcionamiento. Mantén una distancia segura de las partes en movimiento.

- Condiciones del entorno: No utilices el módulo en áreas húmedas o con superficies mojadas, ya que el agua aumenta el riesgo de electrocución.

2.3. Procedimientos en Caso de Emergencia

- Desconexión rápida: En caso de mal funcionamiento o emergencia, presiona inmediatamente el botón de Paro de Emergencia. Este botón corta toda la alimentación del módulo y detiene el motor de inmediato.
- Corte de la fuente principal: Si es necesario, desconecta la fuente de alimentación de energía alterna para asegurar que no haya flujo eléctrico al sistema.
- Primeros auxilios:
- En caso de descarga eléctrica: Si alguien recibe una descarga, corta la alimentación de inmediato antes de tocar a la persona afectada. Luego, revisa su estado y, de ser necesario, llama a los servicios de emergencia.
- En caso de quemaduras: Si se produce una quemadura, enfría el área afectada con agua fría y busca asistencia médica si es grave.
- En caso de lesión por componentes en movimiento: Apaga el sistema y atiende cualquier herida. Usa presión directa en caso de sangrado y solicita ayuda médica de ser necesario.

3. Mantenimiento de la Zona de Trabajo.

- Área despejada: Mantén la zona de trabajo libre de objetos innecesarios para evitar interferencias o accidentes.
- Organización de cables: Asegúrate de que los cables y conectores estén organizados para reducir el riesgo de tropiezos o de que se desconecten

accidentalmente.

- Acceso a dispositivos de seguridad: Mantén siempre el botón de Paro de Emergencia y la fuente principal accesibles, de manera que puedan ser usados rápidamente en caso de emergencia.

4. Recomendaciones Adicionales.

- Supervisión de personal capacitado: Siempre que sea posible, opera el módulo bajo la supervisión de un instructor o técnico calificado, especialmente durante las primeras prácticas.
- Prácticas de revisión previa: Antes de encender el módulo, realiza una verificación rápida de todos los controles, conexiones, y componentes para asegurarte de que estén en condiciones óptimas.
- Evitar distracciones: Mantente concentrado en la operación del módulo y evita el uso de dispositivos móviles o cualquier otra distracción durante el manejo.

Este Manual de Seguridad asegura que los usuarios comprendan y sigan las mejores prácticas de seguridad al utilizar el módulo didáctico DC, reduciendo riesgos y promoviendo un ambiente de trabajo seguro y responsable.

4.4 MANUAL DE MANTENIMIENTO DE MÓDULO DIDÁCTICO CC.

1. Revisión periódica de conexiones eléctricas.

Es fundamental revisar todas las conexiones eléctricas del módulo para asegurar que no haya cables sueltos, dañados o desgastados.

Instrucciones:

1. Apaga el módulo y desconéctalo de la fuente de alimentación.
 2. Inspecciona visualmente los cables de conexión y asegúrate de que estén bien ajustados.
 3. Verifica que no haya señales de desgaste en los conectores o cables (como decoloración o daños en el aislamiento)
 4. Aprieta o ajusta los conectores que presentan cualquier holgura.
 5. Si encuentras cables dañados, sustitúyelos inmediatamente.
- ##### **2. Limpieza de componentes mecánicos y eléctricos.**

La acumulación de polvo o suciedad puede afectar el rendimiento de los componentes eléctricos y mecánicos del módulo. Mantener el sistema limpio es vital para evitar problemas de funcionamiento.

Instrucciones:

1. Desconecta el módulo de la fuente de alimentación antes de comenzar la limpieza.
2. Utiliza aire comprimido o una brocha suave para remover el polvo de los componentes eléctricos y mecánicos (motor, panel de control, interruptores, etc.)
3. Evita utilizar productos líquidos de limpieza en componentes eléctricos; si es necesario, usa un paño ligeramente humedecido con alcohol isopropílico para

superficies externas.

4. Asegúrate de que no haya partículas sueltas o residuos que puedan interferir con el movimiento de los componentes mecánicos.
3. Verificación de la fuente de alimentación.

La fuente de alimentación es uno de los componentes más críticos del módulo. Su funcionamiento correcto asegura que los demás sistemas operen dentro de los parámetros adecuados.

Instrucciones:

1. Desconecta la fuente de alimentación del módulo y realiza una inspección visual.
2. Verifica que los cables de alimentación no estén dañados o expuestos.
3. Con un multímetro, mide la salida de voltaje de la fuente de alimentación y asegúrate de que se encuentre dentro de los parámetros especificados.
4. Reemplaza la fuente de alimentación si detectas algún fallo en la salida de voltaje o si muestra signos de deterioro.

4. Calendario de Mantenimiento.

Se recomienda realizar el mantenimiento preventivo en intervalos regulares, según la siguiente tabla:

Tarea	Frecuencia recomendada	Responsable
Revisión de conexiones eléctricas	Cada 3 meses	
Limpieza de componentes mecánicos y eléctricos	Cada 2 meses	
Sustitución de componentes dañados	Según inspección	
Verificación de la fuente de alimentación	Cada 6 meses	
Revisión completa del sistema	Anualmente	

El mantenimiento regular y adecuado del módulo didáctico DC es esencial para garantizar un funcionamiento seguro y prolongar la vida útil de todos los componentes, siguiendo estas instrucciones de mantenimiento preventivo y cumpliendo con el calendario recomendado, se minimizarán los riesgos de fallos técnicos y se asegurará un rendimiento óptimo del módulo durante su uso en actividades didácticas.

4.5 GUÍAS DE PRÁCTICAS EN MÓDULO DIDÁCTICO CC.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA FACULTAD DE INGENIERÍA	
	MATERIA:	PRÁCTICA Nº 1
	TEMA: Reconocimiento y conexiones del módulo de control de motor DC	
LUGAR DE EJECUCIÓN: LABORATORIO DE ELÉCTRICA		

1.0 OBJETIVO GENERAL

Familiarizar al estudiante con la estructura, componentes y conexiones del módulo didáctico de control de velocidad de un motor de corriente continua, comprendiendo su funcionamiento básico y las medidas de seguridad.

1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Identificar los componentes del módulo didáctico.
- Realizar la conexión correcta entre el motor DC de 1/3 HP conexión Shunt con voltaje de 90V DC y el panel de control.
- Comprender el funcionamiento de los componentes del sistema.

2.0 MATERIAL Y EQUIPO.

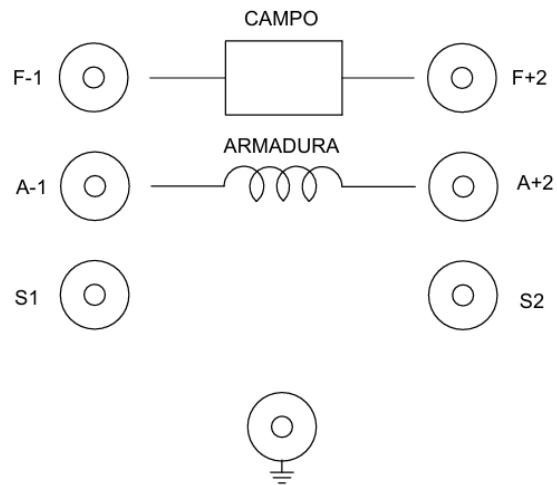
- Módulo didáctico con motor DC de 1/3 HP conexión Shunt con voltaje de 90V DC.
- Panel de control con selector de modo, botones, potenciómetros, multímetros digitales y tacómetro.
- Cables de conexión (con conectores macho)

3.0 INTRODUCCION TEORICA

El módulo didáctico de control de motor DC permite estudiar el arranque, paro y medición de variables eléctricas del motor. Antes de su uso, es esencial reconocer sus componentes, realizar las conexiones correctas y aplicar las normas de seguridad para un funcionamiento confiable.

4.0 COMPONENTES DEL MÓDULO

- Motor DC con conectores hembra en la parte superior:



- Panel de control con:

- Botón de Arranque (Start) y



- Selector de modo: PWM
Select 1 / Dart Control Select
2



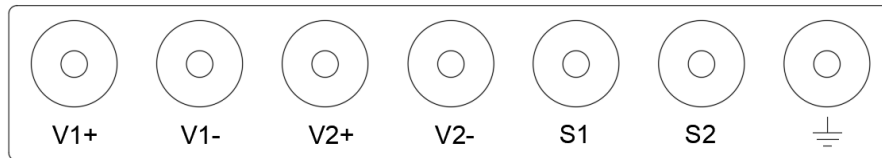
- PWM (modulador por ancho de pulso).



- Tarjeta DART CONTROL (cuenta con potenciómetro ubicado en el panel de control)



CONEXIÓN DE MOTOR DC



- Botón de paro de emergencia (E-Stop)

- Conectores hembra para realizar la conexión ubicados en el panel de control.

5.0 PROCEDIMIENTO

1. Verificación inicial



- Verifica que todos los componentes estén presentes y en buen estado.
 - Asegúrate de que el paro de emergencia esté en posición desbloqueada.
2. Identificación de conectores

- Ubica los conectores hembra ubicados en la parte superior del motor y los conectores correspondientes en el panel de control ubicados en la parte inferior del panel de control.

3. Conexión del sistema

- Conecta el módulo a la fuente de alimentación ubicada en la parte posterior.
- Verifica que el sistema permanezca sin tensión hasta presionar el botón de arranque.

4. Prueba de arranque y paro

- Presiona el botón de Arranque y observa que el sistema se energiza.
- Prueba el botón de Paro de emergencia y verifica que des energiza completamente el sistema.

6.0 PRUEBA DE CONOCIMIENTO

- Realiza un diagrama de conexión del sistema.
- Señala en una imagen del módulo la ubicación de los controles.
- Describe brevemente la función de cada componente.

1. ¿Qué función cumple el botón de paro de emergencia?

2. ¿Por qué es importante identificar correctamente los conectores antes de energizar el sistema?

3. ¿Qué consecuencias podría haber si se conecta incorrectamente el motor al panel

 Universidad Técnica Latinoamericana	UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA	
	FACULTAD DE INGENIERÍA	
	MATERIA:	PRÁCTICA N° 2
	TEMA: Arranque y Parada del Motor DC utilizando PWM	
LUGAR DE EJECUCIÓN: LABORATORIO DE ELÉCTRICA		

1.0 OBJETIVO GENERAL.

Familiarizar a los estudiantes con el arranque y parada del motor DC utilizando el control de modulación por ancho de pulso (PWM) y realizar las conexiones del motor al módulo didáctico, comprendiendo la configuración de bobinas y conexiones para la medición de parámetros.

1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Comprender los principios de la modulación por ancho de pulso (PWM) y su aplicación en el control de velocidad y potencia de un motor DC

- Conectar correctamente el motor DC al módulo didáctico, identificar los controles del panel y configurar el sistema en modo PWM para medir parámetros como voltaje, corriente, potencia y RPM en la pantalla del módulo.
- Desarrollar una actitud responsable y cuidadosa en el uso del equipo de laboratorio, cumpliendo con las normas de seguridad y respetando las instrucciones para asegurar un manejo seguro y eficiente del sistema de control del motor.

2.0 MATERIAL Y EQUIPO.

- Módulo didáctico con control de motor CC.
- Cables de conexión Plug a Plug tipo banana.
- Multímetro digital.

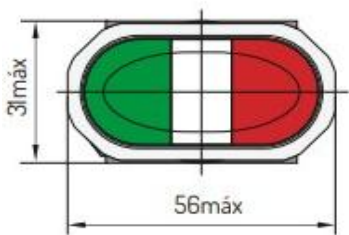
3.0 INTRODUCCIÓN TEÓRICA.

La modulación por ancho de pulso (PWM) es un método eficiente para el control de velocidad en motores CC. Al modular el ciclo de trabajo de la señal PWM, se ajusta la cantidad de energía suministrada al motor, controlando así su velocidad. En esta práctica, se explorará cómo el control PWM permite un arranque y parada suave, observando las variaciones de voltaje, corriente y potencia en tiempo real.

4.0 PROCEDIMIENTO

1. Localiza y familiarízate con los siguientes controles:

- Botón de arranque y paro (START)/ (STOP)



- Selector de modo (SELECT-1 = PWM) (SELECT-2 = DART CONTROL)



- Potenciómetro PWM



2. Conexión del módulo a la Fuente de Alimentación:

- Conectar el módulo didáctico a una fuente de 120V, asegurándose de identificar correctamente la fase y neutro en el tomacorriente antes de la conexión.

3. Configuración del Panel de Control:

- Identificar el botón de arranque y paro en el panel de control, luego coloque la maneta de posicionamiento en Select-1, lo que configura el sistema en modo PWM para el control del motor, verificar que el paro de emergencia se encuentre desbloqueado.

4. Conexión del Motor:

- Identificar en la placa superior del motor los conectores hembra de las bobinas, etiquetados como F-1, F+2 correspondiente al bobinado de campo y A-1, A+2 del bobinado de la armadura.
- Conectar F+2 y A+1 en serie usando cables plug a plug y luego conectar al terminal V1+ del panel de control.

- Conectar F-2 y A-2 en serie y luego conectar al terminal V1- del panel de control.
- Conectar el terminal S1 de la placa del motor al conector S1 del panel de control. Esto permitirá que los parámetros de voltaje, corriente y potencia del motor se muestren en la pantalla del módulo.
- Realizar la conexión a tierra del sistema, uniendo el conector de tierra tanto en el panel de control como en el motor para asegurar la protección y estabilidad de la conexión.

5. Configuración y Operación del Sistema en modo PWM

- Presionar el botón de marcha en el panel de control para iniciar el motor.
- Asegurarse de que la maneta de posicionamiento esté en Select-1, seleccionando así el modo PWM.
- Ajustar la velocidad del motor utilizando el potenciómetro ubicado en la parte superior del controlador PWM. Para cada posición del potenciómetro (al menos 5 posiciones diferentes mostradas en el cuadro), registrar los valores de voltaje, corriente, potencia y RPM observados en la pantalla del módulo.

Observar el tiempo de respuesta del motor y la velocidad a la que alcanza su régimen máximo en modo PWM.

- Utilizar el siguiente cuadro para anotar las mediciones:

Posición del Potenciómetro PWM	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia (W)	RPM
20%				
40%				
60%				
80%				
100%				

5.0 PRUEBA DE CONOCIMIENTO

1. ¿Cuál es la función de la señal PWM en el control de velocidad del motor CC?
2. ¿Qué rol cumple el potenciómetro en el ajuste de velocidad del motor en modo PWM?
3. ¿Cómo afectan las variaciones en el ciclo de trabajo de la señal PWM al comportamiento del motor?

 Universidad Técnica Latinoamericana	UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA	
	FACULTAD DE INGENIERÍA	
	MATERIA:	PRÁCTICA N° 3
	TEMA: Arranque y Parada del Motor DC utilizando DART Control	
LUGAR DE EJECUCIÓN: LABORATORIO DE ELÉCTRICA		

1.0 OBJETIVO GENERAL.

Desarrollar competencias en la conexión y control de arranque y parada de un motor DC mediante el sistema DART Control, utilizando el módulo didáctico para observar y analizar variables eléctricas del sistema y las revoluciones por minuto (RPM) del motor.

1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Comprender el funcionamiento del sistema DART Control y su aplicación en el control de velocidad y potencia de un motor DC.
- Realizar la conexión correcta del motor DC al módulo didáctico mediante conectores tipo banana y configurar el sistema para medir parámetros como voltaje, corriente, potencia y RPM en la pantalla del módulo.
- Fomentar una actitud responsable y cuidadosa en la manipulación de equipos eléctricos, cumpliendo con las normas de seguridad y procedimientos estandarizados para asegurar el funcionamiento seguro del sistema.
- Desarrollar precisión y orden en el montaje y operación del motor DC para garantizar resultados confiables y una buena práctica en el laboratorio.

2.0 MATERIAL Y EQUIPO.

- Módulo didáctico con control de motor DC
- Cables plug a plug para conectores banana.
- Multímetro digital.

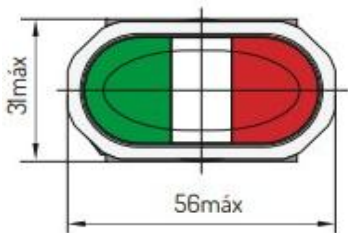
3.0 INTRODUCCIÓN TEÓRICA

El sistema DART Control permite regular la velocidad de un motor DC ajustando el voltaje suministrado al motor. A diferencia del control PWM, el DART Control utiliza un regulador lineal que ofrece un control de velocidad constante y estable, ideal para aplicaciones que requieren precisión. En esta práctica, se utilizarán las conexiones adecuadas para operar el motor en modo DART Control, y se observarán parámetros eléctricos clave, como voltaje, corriente y potencia, así como las RPM del motor, gracias al sensor integrado en el eje.

4.0 PROCEDIMIENTO

1. Localiza y familiarízate con los siguientes controles:

- Botón de arranque y paro (START)/ (STOP)



- Selector de modo (SELECT-1 = PWM) (SELECT-2 = DART CONTROL)



- Potenciómetro para DART CONTROL 125 DV-C ubicado en el panel de control.



2. Conexión del Módulo a la Fuente de Alimentación:

- Conectar el módulo didáctico a una fuente de 120V, asegurándose de identificar correctamente la fase y neutro en el tomacorriente antes de la conexión.

3. Conexión del Motor al Módulo Didáctico:

- Identificar en la placa superior del motor los conectores hembra de las bobinas, etiquetados como F-1, F+2 correspondiente al bobinado de campo y A-1, A+2 del bobinado de la armadura.
- Conectar F+2 y A+1 en serie usando cables plug a plug y luego conectar al terminal V2+ del panel de control.
- Conectar F-2 y A-2 en serie y luego conectar al terminal V2- del panel de control.
- Conectar el terminal S2 de la placa del motor al conector S2 del panel de control. Esto permitirá que los parámetros de voltaje, corriente y potencia del motor se muestren en la pantalla del módulo.

- Realizar la conexión a tierra del sistema, uniendo el conector de tierra tanto en el panel de control como en el motor para asegurar la protección y estabilidad de la conexión.

4. Configuración y Operación del Sistema en Modo DART Control:

- Presionar el botón de marcha en el panel de control para iniciar el motor.
- Asegurarse de que la maneta de posicionamiento esté en Select-2, seleccionando así el modo DART Control.
- Ajustar la velocidad del motor utilizando el Potenciómetro ubicado en el panel de control. Para cada posición del potenciómetro (al menos 5 posiciones diferentes), registrar los valores de voltaje, corriente, potencia y RPM observados en la pantalla del módulo.
- Utilizar el siguiente cuadro para anotar las mediciones:

Posición del Potenciómetro (1-10)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia (W)	Velocidad RPM

5. Paro del Motor:

- Para detener el motor, coloca el potenciómetro en reposo, luego presionar el botón de paro en el panel de control.
- Revisar nuevamente que todas las conexiones estén seguras y registrar cualquier observación final.

5.0 PRUEBA DE CONOCIMIENTO

1. ¿Cuál es la relación entre la posición del potenciómetro y los valores medidos de voltaje, corriente, potencia y RPM?
2. ¿Cuál es la diferencia clave entre el sistema DART Control y el control PWM en la regulación de velocidad de un motor DC?
3. ¿Qué ventajas ofrece el sistema DART Control en aplicaciones que requieren precisión en la velocidad del motor?

 Universidad Técnica Latinoamericana	UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA	
	FACULTAD DE INGENIERÍA	
	MATERIA:	PRÁCTICA N° 4
	TEMA: Análisis y Control de un Motor de Corriente Continua en Conexión Paralela	
LUGAR DE EJECUCIÓN: LABORATORIO DE ELÉCTRICA		

1.0 OBJETIVO GENERAL.

Analizar y comprender el funcionamiento de un motor de corriente continua en conexión paralela mediante el uso del módulo DC, midiendo parámetros eléctricos clave y evaluando su rendimiento bajo diferentes condiciones de operación.

1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Conectar y comprender el funcionamiento del motor de corriente continua en conexión paralela.
- Evaluar y analizar los valores de parámetros eléctricos de un motor de corriente continua de conexión paralela.
- Conocer las formas de variar la velocidad de un motor de corriente continua.

2.0 MATERIAL Y EQUIPO.

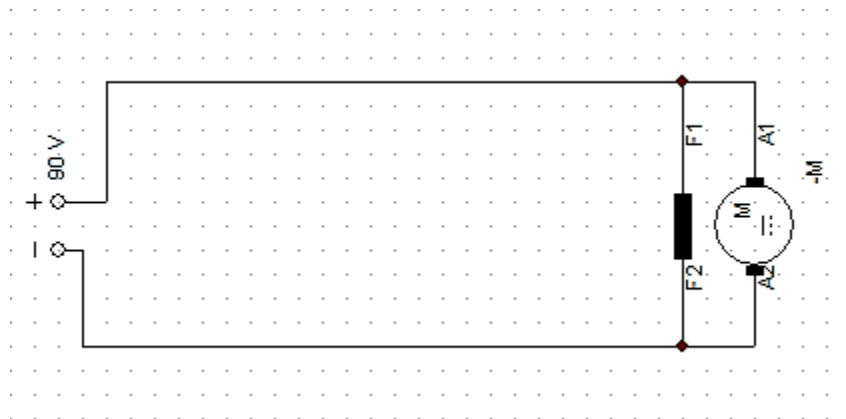
- Motor de corriente continua en conexión paralela.
- Tacómetro.
- Amperímetro.
- Osciloscopio.
- Multímetro.
- Módulo DC.

3.0 INTRODUCCIÓN TEÓRICA.

El motor de corriente continua (CC) es una máquina que convierte la energía eléctrica en mecánica, generando un movimiento rotatorio gracias a la acción del campo magnético. Una máquina de corriente continua puede funcionar como generador o motor, dependiendo de la necesidad. Su estructura principal incluye tres componentes fundamentales:

- Estator: Parte fija que genera el campo magnético.
- Rotor: Parte móvil que gira dentro del estator.
- Escobillas (Carbones): Transfieren corriente al rotor.

En un motor paralelo, también conocido como motor shunt, el bobinado inductor principal está conectado en derivación con el circuito formado por los bobinados inducidos e inductor auxiliar. Su característica principal es que la velocidad no disminuye significativamente cuando el par aumenta, lo que lo hace ideal para aplicaciones de velocidad constante.



4.0 PROCEDIMIENTO.

1. Prueba de Continuidad y Resistencia

- Utilice un multímetro para medir la continuidad y resistencia del motor DC.
- Registre los valores obtenidos en la siguiente tabla:

Tabla 1: Resistencia de las Bobinas del Motor DC

Armadura	Campo
Ω	Ω

2. Conexión del Motor a Salidas V2 y S2

- Conecte el motor de corriente continua a las salidas V2+, V2-, y S2 del módulo DC.
- Mida los datos obtenidos en las pantallas LCD del módulo DC y complete la siguiente tabla:

Tabla 2: Parámetros Eléctricos del Motor

PARÁMETROS	
RPM	
RPM Max	
Torque (N/m)	
Torque Max (N/m)	
Potencia (W)	
Potencia Max (W)	

Intensidad (A)	
Tensión (V)	

3. Evaluación del Regulador de Velocidad.

- Responda seleccionando la opción correcta:

La función que cumple el regulador de velocidad es:

- *Mantener la velocidad del motor a un valor constante igual al de la referencia.*
- *Proporcionar una referencia de torque al regulador de torque.*
- *Permitir sintonizar el parámetro de velocidad.*
- *Todas las anteriores.*
- *Respuestas a y b.*

4. Evaluación del Control Vectorial

- Responda seleccionando la opción correcta:

¿El control vectorial nos permite?

- *Controlar independientemente las corrientes que producen flujo y torque en un motor DC.*
- *Controlar independientemente las corrientes que producen flujo y torque en un motor AC.*
- *Controlar independientemente las corrientes que producen flujo y torque en un motor.*
- *Controlar posición del rotor de un motor DC.*

- N.A.

5. Conexión a Módulo de Motores CC

- Conecte el motor de corriente continua a las salidas V1+, V1-, y S1 del módulo CC.
- Ajuste el potenciómetro del sistema de control PWM y registre los valores de RPM, Potencia (W), y calcule el par motor en la tabla siguiente:

Tabla 3: Evaluación de RPM, Par Motor y Potencia

Porcentaje	RPM	PAR	POTENCIA
10 %			
15%			
20%			
35%			
50%			
75%			
95%			

6. Cálculo del Torque.

Utilice la siguiente fórmula para calcular el par motor:

$$T = \frac{P}{\omega}$$

Donde:

- T = Torque (N·m)
- P = Potencia (W)
- ω = Velocidad angular (rad/s)

Recuerda primero calcular la velocidad angular ejemplo:

Primero, convertimos la velocidad de RPM a radianes por segundo:

Supongamos que tienes un motor que opera a una velocidad de 3000 RPM y tiene una potencia de 150 kW. Queremos calcular el par motor.

$$\omega = \frac{2\pi \times \text{RPM}}{60} = \frac{2\pi \times 3000}{60} = 314.16 \text{ rad/s}$$

7. Comparación de Datos y Cálculo del Error

- Realice mediciones utilizando un voltímetro y un tacómetro para obtener valores experimentales.

- Compare los datos con los valores obtenidos del módulo DC y calcule el porcentaje de error utilizando la fórmula:

$$\%Error = \frac{|experimental\ valor - accepted\ value|}{accepted\ valor} \times 100$$

El valor aceptado será el de las herramientas de medición manuales de la universidad.

Realice la comparación será de los últimos 3 valores de la tabla hecho a mano.

5.0 PRUEBA DE CONOCIMIENTO.

1. ¿Qué ventajas tiene un motor de corriente continua en conexión paralela respecto a otros tipos de motores?
2. Describe el procedimiento para calcular el torque de un motor usando los datos obtenidos en el módulo DC.
3. Explica cómo afecta la velocidad angular (ω) en el cálculo del torque.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 CONCLUSIONES.

Se elaboró el diseño del módulo didáctico para su implementación para ser utilizado en las prácticas de laboratorio, se logró con ayuda de un PWM, mediante este elemento se pudo elaborar el diseño final del módulo implementando cada uno de los componentes que se tienen contemplados para el funcionamiento del módulo, así como la distribución de los componentes, un voltímetro digital. Por otra parte, se realizaron pruebas con ayuda de potenciómetro, haciendo las pruebas de funcionamiento y detectando las fallas que existían y haciendo las correcciones pertinentes para el correcto funcionamiento del sistema para el módulo.

Cabe mencionar que los objetivos particulares que conllevan a realizar el módulo didáctico de variación de variables en motores DC. Se cumplieron y de esta forma se pudo solucionar la problemática de mejorar el aprendizaje en la automatización con un PWM. Al desarrollar el módulo se encontraron con algunas dificultades como lograr que el módulo tuviera los elementos más frecuentes en las conexiones de las prácticas propuestas y al mismo tiempo no fuera tan pesado para el traslado de este y en su forma de construcción. Para su mejora, se propone agregar elementos básicos para poder determinar un mejor funcionamiento.

Al finalizar la construcción este tipo de Módulo Didáctico para variación de variables de motores DC, se comprueba que dicho prototipo es viable y de gran utilidad, ya que se pudo fabricar el primer módulo con la funcionalidad necesaria y ponerlos en operación con estudiantes en prácticas de la carrera de Ingeniería eléctrica y electrónica, logrando desarrollar las competencias que marca los programas de estudio.

Dart Control 125DV-C es más confiable porque combina la técnica PWM con electrónica robusta, protección integrada, calibración sencilla y precisión en la regulación, ideal para un entorno didáctico.

Además, el costo de la elaboración de los módulos de control desarrollados es muy inferior a los que pudieran adquirirse con fabricantes particulares, ya que tuvimos la oportunidad de diseñarlo y fabricarlos por los miembros del equipo, lo que nos permitirá tener un conocimiento más amplio. La presente propuesta queda abierta para desarrollar mejoras

que con su uso y aplicación en los talleres pueden proponer los usuarios o algún investigador, si así lo estima conveniente.

5.2 RECOMENDACIONES.

Es necesario conocer la mayor cantidad de información disponible acerca de los diversos equipos de automatización que se utilizan en la industria actual y sus técnicas de programación, ya que esta información puede ser de mucha utilidad para las nuevas generaciones.

El uso de estos módulos didácticos puede ayudar como complemento a los cursos teóricos relacionadas con el área de la Ingeniería Eléctrica y Electrónica, permitiendo a los estudiantes una mejor comprensión de los equipos de automatización, siendo así de gran ayuda para la parte práctica y además son dispositivos con muchos recursos y altas capacidades de procesamiento.

Es muy importante definir el sistema y el proceso de prueba o práctica que se desea experimentar en este módulo, de acuerdo con un método formal, lo que puede hacer que los resultados obtenidos cumplan con los estándares establecidos, según lo expuesto dentro de este documento y así como también en su realización según las guías de prácticas a realizar.

Es necesario cumplir con las Instrucciones y recomendaciones para el uso incluidas en este documento, de esta manera se podrá obtener un buen funcionamiento del equipo durante toda la vida útil de este y así evitar posibles fallas en el momento de su funcionamiento.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

6.1 BIBLIOGRAFÍA

Chapman. (s.f.). Máquinas Eléctricas.

Cherta, M. C. (2006). Curso Moderno de Máquinas Eléctricas Rotativas.

<https://freund.com.sv/producto/conector-recto-coraza-lt>. (2023).

Kosow. (1991). En Kosow, *Máquinas Eléctricas y Transformadores*. México : Prentice- Hall.

Michel Liwischitz-Garik, M. (1981). Máquinas de Corriente Alterna. México: Compañía Editorial Continental S.A.

Mileaf, H. (1985). Electricidad 1-7. Mexico, Mexico: EDITORIAL LIMOSA, S. A. de C. V.

Richardson, D. V. (1997). *Máquinas Eléctricas Rotativas y Transformadores (Cuarta Edición ed.)*. Mexico: PRENTICE HALL.

Usategui, J. A. (2006). Micro controladores Avanzados dS Pic. Internacional Thonson.

Wilcox, G. J.-V. (1974). *Máquinas Eléctricas (Vol. 1)*. Mexico: LIMUSA-Wiley.

Fraile Mora, Jesús; Máquinas eléctricas, 5ª Edición, Madrid España 2003, Mc GRAW-Hill/ Interamericana de España, S.A.U.

González Murillo, John Jaiber; Función de Transferencia Motor DC, Bogotá Colombia 2008, Universidad Autónoma de Colombia.

DORF Richard and BISHOP Robert. MODERN CONTROL SYSTEMS - 10th EDITION Upper Saddle River NJ: Pearson Prentice Hall, 2005.

Villato F., Rodríguez A. “Diseño e implementación de un laboratorio para la enseñanza de sistemas de control”. Pontificia Universidad Javeriana. 2003.

OGATA Katsuhiko. SISTEMAS DE CONTROL EN TIEMPO DISCRETO: Pearson
Prentice Hall- 1996

Fraila Mora, Jesús; Máquinas eléctricas, 5ª Edición, Madrid España 2003, Mc GRAW-Hill/
Interamericana de España, S.A.U.

González Murillo, John Jaiber; Función de Transferencia Motor DC, Bogotá Colombia
2008, Universidad Autónoma de Colombia.

DORF Richard and BISHOP Robert. MODERN CONTROL SYSTEMS - 10th EDITION
Upper Saddle River NJ: Pearson Prentice Hall, 2005.

Villato F., Rodríguez A. “Diseño e implementación de un laboratorio para la enseñanza de
sistemas de control”. Pontificia Universidad Javeriana. 2003.

OGATA Katsuhiko. SISTEMAS DE CONTROL EN TIEMPO DISCRETO: Pearson
Prentice Hall- 1996

CIM, el computador en la automatización de la producción Andrés García Higuera,
Fernando J. Castillo García. Ediciones de Universidad de Castillas-La Mancha.

Electricidad industrial CH. L. DAWES Editorial Reverté, S.A, Mc Graw Hill.

Microcontroladores: fundamentos y aplicaciones con PIC. Ramón Pallás Areny. 3Q
editorial.

Microcontroladores PIC: sistema integrado para el autoaprendizaje. MARCOMBO,
EDICIONES TECNICAS 2007, MARCOMBO S.A. Enrique Mandado Pérez, Luis Menéndez
Fuentes.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1 GLOSARIO.

BOBINA: También conocido como inductor, una bobina es el componente pasivo de un circuito eléctrico que almacena energía como campo magnético a través del fenómeno conocido como inducción. Generalmente, esta bobina suele ser un cilindro en torno al cual se enrosca el alambre o hilo de cobre a modo de sujetos inductores. A la bobina se le conoce también como inductor o reactor, y es un componente pasivo de un circuito eléctrico que almacena energía en forma de campo magnético, y esto es debido al fenómeno de la autoinducción.

CAMPO MAGNETICO: Un campo magnético es la representación matemática del modo en que las fuerzas magnéticas se distribuyen en el espacio que circunda a una fuente magnética. Esta fuente puede ser un imán, una carga en movimiento o una corriente eléctrica (muchas cargas en movimiento). Siempre que exista alguno de estos elementos, habrá un campo magnético a su alrededor, es decir, un campo de fuerzas magnéticas. Fuera de este campo no hay efectos magnéticos.

CHUMACERA: Una chumacera es un rodamiento montado que se utiliza para dar apoyo a un eje de rotación. Este tipo de cojinete se coloca generalmente en una línea paralela en el eje del árbol. Las chumaceras se encuentran en varios sistemas de transporte y son a menudo auto lubricantes.

COLECTOR: Es un dispositivo electromecánico que facilita la transmisión de energía eléctrica y señales de una parte estática a una móvil. Están compuestos de 3 o más contactos

metálicos, montados en un eje de acero. Las escobillas de contacto son todas reemplazables y son de cobre.

CONECTOR TIPO BANANA: Este es un conector Jack macho de tipo banana y es utilizado para tener una conexión rápida y fácil con instrumentos de medición eléctrica o electrónica como generadores de funciones, fuentes de voltaje, multímetros, amplificadores de audio y en otros dispositivos o aparatos electrónicos.

CONEXIÓN COMPUESTA LARGA: ¿Que es un motor compuesto largo? Es un motor eléctrico de corriente continua cuya excitación es originada por dos bobinados inductores independientes; uno dispuesto en serie con el bobinado inducido y otro conectado en derivación con el circuito formado por los bobinados inducido, inductor serie e inductor auxiliar.

CONEXIÓN CORTA: Los cortocircuitos son fallos en una línea eléctrica que pueden desencadenar consecuencias muy peligrosas si no se actúa a tiempo o no se cuenta con los sistemas de seguridad pertinentes.

CONEXIÓN IMÁN PERMANENTE: Un imán permanente es un objeto capaz de mantener el estado de magnetización durante un largo período de tiempo. El producto está hecho de ferromagnetos, que pueden consistir en hierro, acero, hierro fundido, níquel, cobalto, aleaciones individuales de metales de tierras raras.

CONEXIÓN INDEPENDIENTE: Este tipo de conexiones, son aquellas en las que la señal suministrada no depende de ninguna otra señal del circuito.

CONEXIÓN LARGA: Es el amperímetro el que está colocado directamente en la misma rama del elemento a medir y por tanto compartiendo con éste la misma intensidad, en tanto que el voltímetro es alimentado por la tensión incógnita incrementada en la caída de tensión que la corriente produce.

CONEXIÓN PARALELA: Se habla de conexión en paralelo de un circuito recorrido por una corriente eléctrica o por un fluido a presión cuando varios conductores o elementos se hallan unidos paralelamente, mejor dicho, con sus extremos comunes; se diferencia de la conexión en serie porque, en ésta, dichos extremos se hallan situados uno a continuación de otro.

CONEXIÓN SERIE: Se le llama así a la conexión de resistencias o cargas eléctricas en serie y se caracteriza por que todas estas van conectadas una tras otra, y esto hace que la corriente que pasa por ellas sea la misma no importando la posición que ocupen dentro de la cadena.

CONMUTADOR: La función de un interruptor conmutador es permitir controlar un punto de luz desde dos interruptores diferentes, muy útil por ejemplo en pasillos, donde un interruptor se coloca al principio y otro al final. En pocas palabras Un conmutador eléctrico es un dispositivo que se emplea para alterar la dirección de la corriente eléctrica de un circuito o para derivarla a otro circuito diferente.

CONTACTOR: Un contactor es un elemento electromagnético que tiene la capacidad de establecer o interrumpir la corriente eléctrica de una carga, con la posibilidad de ser accionado a distancia mediante la utilización de elementos de comando, los cuales están compuestos por un circuito bobina / electroimán por la cual circula una menor corriente que la de carga en sí (incluso podría utilizarse baja tensión para el comando). Constructivamente son similares a los relés, y ambos permiten controlar en forma manual o automática, ya sea localmente o a distancia toda clase de circuitos. Pero se diferencian por la misión que cumple cada uno: los relés controlan corrientes de bajo valor como las de circuitos de alarmas visuales o sonoras, alimentación de contactores, etc. y los contactores se utilizan como interruptores electromagnéticos en la conexión y desconexión de circuitos de iluminación y fuerza motriz de elevada tensión y potencia.

CONTROL AUTOMATICO: Conjunto de componentes físicos conectados o relacionados entre sí, de manera que regulen o dirijan su actuación por sí mismos, es decir sin intervención de agentes exteriores.

CONTROL DE VELOCIDAD: También conocido como regulador de velocidad, modo crucero o auto crucero (o cruise control en inglés y Tempomat en alemán) es un sistema que controla de forma automática el factor de movimiento de un vehículo de motor.

CORRIENTE CONTINUA: Es la corriente eléctrica que fluye de forma constante en una sola dirección, sin variación sustancial en la magnitud.

CORRIENTE CONTINUA: La corriente continua (abreviada CC en español, así como DC en inglés) se refiere al flujo continuo de carga eléctrica a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial y carga eléctrica, que no cambia de sentido con el tiempo.

CORRIENTE DE OPERACION: Se entiende por corriente eléctrica a un fenómeno físico de desplazamiento o flujo de una carga eléctrica, generalmente de electrones, por medio de un material conductor. Para que haya corriente eléctrica, los electrones que están más alejados del núcleo del átomo de un determinado material tienen que desligarse y circular de forma libre a través de un conductor en un circuito eléctrico.

DEVANADO DE CAMPO: Un devanado de campo son las bobinas aisladas que transportan corriente sobre un imán de campo que producen el campo magnético necesario para excitar un generador o un motor. A medida que se activa cada bobina, el rotor se alinea con el campo magnético producido por el devanado de campo activado.

EJE: El eje del motor es un componente cilíndrico que se extiende desde el motor y su carcasa. El eje es el soporte principal y las piezas de conexión de la parte central del motor. También es la salida de la potencia generada por el motor. Los usos, las ventas de precisión y los ejes del motor se utilizan para proporcionar la velocidad y el par del motor, que es una de las partes indispensables e importantes del motor.

ELECTRÓNICA DE POTENCIA: Es la parte de la Electrónica encargada del estudio de dispositivos, circuitos, sistemas y procedimientos para transformar y controlar voltajes y corrientes de niveles significativos, mediante el procesamiento, control y conversión de la energía eléctrica. En la electricidad, a la tensión o voltaje, una magnitud que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos de un circuito En la mecánica, a la tensión, un tipo de fuerza física que se ejerce mediante la acción de un cable, cuerda, cadena u otro objeto sólido similar.

ENERGÍA ELÉCTRICA: La energía (kWh) se refiere a la cantidad total de energía que un dispositivo eléctrico consume durante un periodo de tiempo. Se mide en kilovatios-hora (kWh) y representa la cantidad total de energía consumida durante un periodo.

ESCOBILLAS: Son componentes que permiten la transferencia de corriente eléctrica entre las partes fija y giratoria de un motor eléctrico, como el rotor y el estator. Elemento que ejerce de conexión eléctrica entre la parte fija y la giratoria dentro de un motor eléctrico.

ESTATOR: El estátor es la parte fija de un motor o un generador eléctricos, y está compuesto por un conjunto de bobinas que están enrolladas alrededor de un núcleo de hierro. Esta característica encaja con la función general de un motor eléctrico, que consiste en convertir la energía eléctrica en energía de movimiento, generalmente conocida como energía cinética.

ESTRELLA DELTA: Es una técnica adicional para transformar ciertas combinaciones de resistores que no se pueden manejar por medio de las ecuaciones en serie o en paralelo.

FUENTE: Una fuente de voltaje es un dispositivo que tiene dos terminales encargadas de generar un voltaje de salida, independientemente de las cargas que reciba. Se trata de un elemento de circuito activo porque puede proporcionar energía. Como tal, forma parte de las denominadas fuentes eléctricas, que también incluyen a las fuentes de corriente.

FUERZA ELECTROMOTRIZ: Se denomina fuerza electromotriz (FEM) a la energía proveniente de cualquier fuente, medio o dispositivo que suministre corriente eléctrica. Para ello se necesita la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos o polos (uno negativo y el otro positivo) de dicha fuente, que sea capaz de bombear o impulsar las cargas eléctricas a través de un circuito cerrado.

HERRAMIENTA DIDÁCTICA: Una Herramienta Didáctica es un instrumento educativo que contiene un método o procedimiento que facilita la comprensión, administración.

HIBRIDO: Formado por partes de origen diferente.

HP: El caballo de fuerza, también denominado caballo de potencia, o horse power en inglés, abreviado hp, es una unidad de medida de potencia empleado en el sistema anglosajón.

INDUCCIÓN: Fenómeno que origina la producción de una fuerza electromotriz (f.e.m. o tensión) en un medio o cuerpo expuesto a un campo magnético variable, bien en un medio móvil respecto a un campo magnético estático no uniforme, o la variación de las líneas de campo que atraviesan dicha superficie mediante un giro.

INDUCTOR: Un inductor es un componente de circuito que resiste los cambios en la corriente al generar una fuerza electromotriz debido a que los cambios en la corriente fluyen a través de ella.

INVERSIÓN DE GIRO: La inversión de giro se logra invirtiendo el campo magnético creado por el estator de un motor, lo que obliga al rotor a girar en la dirección opuesta. Esto se puede hacer invirtiendo las fases del estator mediante el uso de dos contactores de conexión a red.

La estructura de un inductor es similar a la de un transformador, pero solo tiene un devanado. Generalmente consiste en un esqueleto, un devanado, un escudo, materiales de embalaje, un núcleo magnético o un núcleo de hierro.

MÁQUINAS ELÉCTRICAS: Dispositivo capaz de transformar cualquier tipo de energía en energía eléctrica o viceversa.

MEDICIÓN DE VARIABLE: El término medición hace referencia al procedimiento de atribuir valores cualitativos o cuantitativos a características de objetos, personas o hechos.

METICULOSO: Se desarrolla con precaución y prestando atención a los detalles. Dicho de una actividad: Que se hace con detenimiento, cuidando los más pequeños detalles.

MICROCONTROLADOR: Un microcontrolador es un dispositivo electrónico capaz de llevar a cabo procesos lógicos para desempeñar una tarea específica. Dicha tarea debe ser programada por el usuario a través de un lenguaje de programación.

MÓDULO AC: El Módulo de Control AC es una tarjeta electrónica que te suministra toda la lógica de control para cargas AC tipo monofásico ($120\text{VAC} \pm 25\%$), brindando un aislamiento óptico con el fin de proteger y aislar tu sección DC de la sección AC.

MÓDULO DIDÁCTICO: Es un material didáctico interactivo que contiene todos los elementos necesarios para el aprendizaje de conceptos y destrezas de manera independiente.

MOTOR DC: El motor de corriente continua, denominado también motor de corriente directa, motor CC o motor DC (por las iniciales en inglés: direct current), es una máquina que convierte energía eléctrica en energía mecánica, provocando un movimiento rotatorio, gracias a la acción de un campo magnético.

MOTOR DC: Es un dispositivo que convierte la energía eléctrica en energía mecánica. Estos motores utilizan corriente directa, es decir, una corriente que fluye en una sola dirección. Los motores DC son ampliamente utilizados en una variedad de aplicaciones, incluyendo automóviles, electrodomésticos, equipos industriales y mucho más.

MOTOR: Mecanismos capaces de transformar un tipo de energía (eléctrica, de combustión, etc.) en energía mecánica. Es la parte de una máquina gracias a la cual funciona todo el sistema.

parámetros de ingeniería eléctrica y demás ingenierías derivadas de la misma, utilizados para la caracterización de cuádrupolos. Engloban a los parámetros de impedancia y a los de admitancia, de ahí su nombre de "híbridos".

PARO DE EMERGENCIA: Un botón/pulsador de parada de emergencia es un dispositivo vital en entornos industriales y de fabricación. Su función principal es detener inmediatamente el funcionamiento de una máquina cuando se produce una amenaza para la seguridad o la producción. Una parada de emergencia pone primero la máquina en estado de seguridad y luego corta el suministro.

PLC: Sus siglas significan controlador lógico programable (Programmable Logic Controller– PLC). Este equipo funciona como un ordenador, donde las partes principales son la CPU, un módulo de memorias y de entradas/salidas, la fuente de alimentación y la unidad de programación. Para que funcione, es necesario que se realice una programación previa a la función que va a realizar. Para realizar esta programación se necesita un software específico adaptado a la marca y al lenguaje de programación que se va a desarrollar.

POTENCIA ELÉCTRICA: La potencia eléctrica se define como la rapidez con la que un aparato que emplea energía eléctrica realiza un trabajo; de igual manera, se interpreta como la energía que consume una máquina o cualquier aparato eléctrico en un segundo. La potencia eléctrica es la velocidad por unidad de tiempo al que la energía eléctrica se transfiere en un circuito eléctrico. De forma más sencilla, podemos considerar que es la cantidad de energía que consume o genera un elemento en un instante determinado.

PWM: La modulación por ancho de pulsos (también conocida como PWM, siglas en inglés de *pulse-width modulation*) de una señal o fuente de energía es una técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica (una senoidal o una cuadrada, por ejemplo), ya sea para transmitir información a través de un canal de comunicaciones o para controlar la cantidad de energía que se envía a una carga.

ROTOR: Parte giratoria de una máquina eléctrica o de una turbina, dicho de otra forma. El rotor hace referencia al elemento móvil de una máquina giratoria, al contrario que el estator, que es la parte fija. Su movimiento puede ser giratorio en torno a su eje propio, como es el caso de motores eléctricos y bombas centrífugas, o bien, puede ser un movimiento compuesto, de rotación y de revolución en torno al eje, como es el caso de máquinas volumétricas de pistón rotativo.

SELECTOR DE POSICIÓN: Un selector de 2 posiciones con retorno es un dispositivo eléctrico que se utiliza para conectar o desconectar un circuito en dos posiciones, se usan a menudo para controlar un dispositivo o equipo mecánico o electrónico. La función principal de los interruptores selectores electrónicos es hacer, romper o cambiar las conexiones del circuito.

SISTEMA ELECTRÓNICO: Los sistemas electrónicos son conjuntos de circuitos que operan con señales eléctricas y las tratan para ejecutar una determinada función. Constan de una etapa de entrada, en la que se recogen datos del exterior (luz, humedad, movimiento, pulsación),

SIMULADOR: Aparato que reproduce el comportamiento de un sistema en determinadas condiciones, aplicado generalmente para el entrenamiento de quienes deben manejar dicho sistema. Aparato, por lo general informático, que permite la reproducción de un sistema.

SISTEMA ELECTRICO: Un sistema eléctrico es el conjunto de elementos que operan de forma coordinada en un determinado territorio para satisfacer la demanda de energía eléctrica de los consumidores.

SISTEMA ELECTROMECHANICO: Son aquellos sistemas híbridos de variables mecánicas y eléctricas».

TACOMETRO: El cuentavueltas o tacómetro es un dispositivo que mide la velocidad de rotación del eje de un motor por medio de revoluciones por minuto (RPM). Esta información nos sirve para conocer a qué régimen gira, Un tacómetro está formado por un dial, una aguja para indicar la lectura en tiempo real y unas marcas para identificar cuáles son los niveles seguros de velocidad y cuáles son aquellos que significan un peligro.

TENSIÓN: La tensión es la presión de una fuente de energía de un circuito eléctrico que empuja los electrones cargados (corriente) a través de un lazo conductor, lo que les permite trabajar como, por ejemplo, generar una iluminación.

TORQUE: Cantidad de fuerza aplicada a un objeto que hará que gire alrededor de un eje. Se considera una magnitud vectorial y se refiere al momento de fuerza o momento dinámico. Este momento de fuerza se mide en Newtons/metros.

TORSIÓN: En el ámbito de la ingeniería, la torsión mecánica consiste en la aplicación de un momento de fuerza sobre el eje longitudinal de una pieza prismática. Esta torsión ocurre cuando un cuerpo recibe en forma simultánea accionar de dos fuerzas paralelas y opuestas que provocan su deformación.

TRIFÁSICO: es un sistema de producción, distribución y consumo de energía eléctrica compuesto por tres corrientes alternas monofásicas de igual frecuencia y amplitud. Estas mantienen un desfase equilibrado entre ellas de 120° eléctricos.

VOLTIMETRO: Se llama voltímetro al dispositivo que permite realizar la medición de la diferencia de potencial o tensión que existe entre dos puntos pertenecientes a un circuito eléctrico. El voltímetro, por lo tanto, revela el voltaje (la cantidad de voltios). Es un dispositivo diseñado para medir las diferencias de potencial que se localizan entre dos puntos de un circuito eléctrico.

7.2 ADQUISICIÓN DE LOS MATERIALES.

Detalle de materiales utilizados en la construcción del proyecto.



GRUPO AUTOCONTROL 2023
GUATEMALA - EL SALVADOR

COTIZACIÓN

Cliente:	RIVERA ZEPEDA SERGIO ALEXANDER			Forma de pago
Atención a:				TRANSFERENCIA
Dirección:	URB SAN ANTONIO DEL MONTE PJE 2 PTE #16			
NIT:	0306-300589-103-8			
NRC:	04124445-1	Contribuyente	PEQUEÑO	
GIRO:	NCP			

8755
NRC:219705-7
NIT:0612-230812-101-1

Cantidad	Código	Descripción General	Tiempo Entrega	Precio Unitario	Precio Total
4.0000		PERFIL 20MMX80MMX1000	4 SEMANAS	\$ 70.63	\$ 282.50
2.0000		AGARRADERO V-SLOT DOOR HANDLE	4 SEMANAS	\$ 7.04	\$ 14.08
4.0000		UNIÓN TIPO CUBO, CORNER CONNECTOR	4 SEMANAS	\$ 8.48	\$ 33.90
8.0000		SOPORTE DE ESQUINA TIPO ANGULO PARA PERFIL	INMEDIATA	\$ 4.24	\$ 33.90
6.0000		SOPORTE INTERNO DE ESQUINA TIPO L PARA PERFIL	INMEDIATA	\$ 5.63	\$ 33.76
6.0000		TORNILLOS M5, 4MM LARGO PARA PERFIL	INMEDIATA	\$ 0.20	\$ 1.22
2.0000		TUERCA EN T, PARA PERFIL, TEE NUTS (BOLSA DE 10 UNIDADES)	INMEDIATA	\$ 11.02	\$ 22.04
4.0000		TORNILLOS M5 PARA PERFIL 8MM LARGO (BOLSA DE 10 UNIDADES)	INMEDIATA	\$ 5.85	\$ 23.41
2.0000		PERFIL 20MMX20MMX1000 (1 METRO)	INMEDIATA	\$ 33.23	\$ 66.47

Pneumática Industrial

Sensores de Posición

Hidráulica Industrial

Hidráulica Móvil

Robótica Industrial

Redes de Flujo

Herramientas de Medición

Servomotores

Motores y Servodrivs

Robótica Industrial

Capacitación y Servicios de Entrenamiento

Proyectos y Servicios

Importación de Componentes

Especialistas en automatización industrial

SUMAS:	\$511.28
IVA:	\$ 58.82
RETENCIÓN:	\$ 0.00
VENTA TOTAL:	\$511.28

Automatización Industrial y Proyectos - Robótica Industrial - Componentes y Sistemas Neumáticos, Hidráulicos, Eléctricos y Mecatrónicos. Variadores de Frecuencia y Servodrivs, Modificación y Actualización de Máquinas Industriales, Compresores Industriales y Redes de Distribución, Capacitación y Equipos Didácticos.

soluciones@grupoautocontrol.com
www.grupoautocontrol.com

Vigencia de 30 días a partir de: 31/07/2024 10:18 a. m

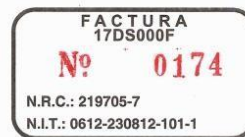
Calle Gabriela Mistral #201. S.S.
PBX. +503 2207-3377

Nota: Cotización de perfiles de aluminio y componentes para ensamblaje.

Autocontrol B.A. de C.V.

Soluciones Integrales en Tecnologías de Automatización

GIRO: Venta de otros productos no clasificados previamente
Carretera Antigua a Zacatecoluca, Km 3 1/2, Contiguo a Condominios Cruz Roja, San Marcos
Tel: 2207-3377, Fax: 2220-7609, www.grupoautocontrol.com



FCF-000174

CLIENTE: RIVERA ZEPEDA SERGIO ALEXANDER

FECHA: 31/07/2024

URB SAN ANTONIO DEL MONTE PJE 2 PTE #16

D.U.I.:

DIRECCION:

N.I.T.: 0306-300589-103-8

SAN ANTONIO DEL MONTE

MUNICIPIO:

SONSONATE

DEPARTAMENTO:

COND. DE PAGO: TRANSFERENCIA

VENTA A CUENTA DE:

CANT.	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	VENTAS NO SUJETAS	VENTAS EXENTAS	VENTAS AFECTAS
1	-COMPRA DE 4 PERFILES 20MMX60MMX1000, AGARRADEROS, UNIONES TIPO CUBO TIPO L, Y ACCESORIOS	511.27	0.00	0.00	511.27
LLENAR SI LA OPERACION ES IGUAL O SUPERIOR A \$ 200.00		Sumas \$			511.27
Son: QUINIENTOS ONCE 27/100 DOLARES		Sumas	\$	511.27	
Recibido por:		(-) IVA Retenido	\$	0.00	
DUI: 04124445-1	Entregado por:	SubTotal	\$		
Nombre: Sergio Rivera	DUI: 05245829-7	Venta no sujeta	\$	0.00	
Firma: [Firma]	Nombre: Kevin Ponce	Venta Exenta	\$	0.00	
	Firma: [Firma]	Total	\$	511.27	
CANCELADO: DE: DE 20					

Impreso El Pacifico NIT: 0104-120863-002-6 REG: 74371-2, 11 Calle Oriente, Casa No. 211, S.S.
Tels.: 2281-5904 • 2281-2228 Autorización Imprenta No. 554 Fecha de autorización 25/01/04,
Tiraje: 17DS000F1 AL 17DS000F200 4B. 12/17. No. de Resolución 15041-RES-CR-54455-2017

ORIGINAL - EMISOR DGI: BLANCO • DUPLICADO - CLIENTE: ROSADO
TRIPLICADO - CONTABILIDAD: CELESTE

Nota: Factura del pago de compra de perfiles de aluminio y accesorios.



Nota: Paquete de embalaje de la fuente.

LASERTEC S.A. de C.V.
SOLUCIONES DE GRABADO, CORTE E IMPRESIÓN

43 Ave. Sur N° 412,
Colonia Flor Blanca, San Salvador.
Tels: 2223-7181 • 2224-0488 • 2503-1529
Cel: 7740-7690
ventas@lasertec.com.sv • www.lasertec.com.sv

FACTURA
22SD000F
Nº 002425
REGISTRO Nº: 279712-2
NIT: 0614-160519-101-5

CLIENTE: JONATHAN ALEHANDRO FIGUEROA FECHA: 8.Noviembre.2024

DIRECCIÓN: NIT ó DUI:

DEPARTAMENTO: SAN SALVADOR VENTA A CUENTA DE:

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	VENTAS NO SUJETAS	VENTAS EXENTAS	VENTAS AFECTAS
1	Pieza en trolase plata de 60x50 cms con corte mas grabado.	86.04			86.04
LASERTEC S.A. de C.V. SOLUCIONES DE GRABADO, CORTE E IMPRESIÓN					86.04
SON: OCHENTA Y SEIS 04/100 DOLARES		RECIBIDO POR:	SUMAS \$		
		NOMBRE:	(-) IVA RETENIDO \$		
		DUI:	SUB-TOTAL \$		
		FIRMA:	VENTA NO SUJETA \$		
		ENTREGADO POR:	VENTA EXENTA \$		
		NOMBRE:	VENTA TOTAL \$		86.04
		DUI:			
		FIRMA:			
CANCELADO:					

Imprenta Offset Quality Printer, Enrique A. Orozco M., NIT:0614-121264-005-8 NRC:86438-2
C. Mediterráneo N° 39, Jard. de Guadalupe, Antiguo Cuscatlan, La Libertad. Tel.: 2243-7663
Autorización de Imprenta #845 del 31/10/01, TIRAJE: 22SD000F1,501-22SD000F3,000, 09/22
N° de Autorización Correlativo: 15041-RES-3N-51445-2022

ORIGINAL: Emisor (Blanco)
DUPLICADO: Cliente (Rosado)
TRIPLICADO: Archivo (Verde)

Nota: Factura de pago de grabado laser de la placa del panel de control.

Banco Agrícola
POS OPERADO POR
SERAFIN
E.A. JONATHAN RIVERA HERNANDEZ
** BANCO AGRICOLA **
FERRETERIA FREUND SANTA ANA
AV. INDEPENDENCIA CANT. COSTA ALTA
SANTA ANA TEL 2478-2800

2624 11/09/09:18 AUT: 302726
AGRICOLA 5193*****0745
COMERCIO ID: 80000000000000000000000000000000
TERMINAL ID: 80229155
REFERENCIA: 421415000159
RECIBO: 802310

MONTO JSS 21.86

*** SERVICIO PAGO RAPIDO ***
COMPRA AFECTA SI DISPONIBLE
PAGO CONTADO NO GENERA INTERES

CLIENTE COPSA

NOV EXTENSION

2081337	CAU	1 X 1.25	2.50 G
CABLE SAE 18 AUTOMOTRIZ AMARILLO			
621679	M	5 X 0.25	1.25 G
CABLE SAE 14 AUTOMOTRIZ NEGRO			
644096	M	4 X 0.49	1.96 G
REJA LAS PERLITAS 680ML (UNIDAD)			
619290	CAU	1 X 0.50	0.50 G
CANILETA C/ADHESIVO 20X12X0.25			
742050	CAU	1 X 2.95	2.95 G
CANILETA RAMURADA 40X40MM GRIS			
742055	CAU	1 X 7.95	7.95 G

VENTAS GRAVADAS	:\$US	21.86
VENTAS NO SUJETAS	:\$US	0.00
VENTAS EXENTAS	:\$US	0.00
TOTAL	:\$US	21.86

SON: VEINTIUNO DOLARES CON OCHENTA Y SEIS CENTAVOS

OPERADOR CAJA: 21816 VENDEDOR: 20634
FE: 9 2042 0029 1443-1

ENTRADA
CANCELADO

CODIGO DE GENERACION
8-405CA7D0D40-4AB1-PA277-AB6B5E5A50CA
NO CONTROL
DTE-01-M001F005-00000000000000000000000000000000
SELLO DE RECEPCION
2009-02-24 08:44:56 456295511050/210-59F6XBH-Y

INVERSIONES EL INDI
Sucursal Ferreteria El Indio
DIR: Consera Int. Km 112 Carretera a puente San
Jose, Metopan, Santa Ana, El Salvador
HRC 217/150-8
NIT: 0267-190209-701-9
DIR: Venta al por menor de articulos de ferreteria

DATOS DEL CLIENTE
DUI: 95515907-4
NOMBRE JONATHAN ALEJANDRO FIGUEROA
AGUILAR
TEL: 78589970
CORREO: jonathangueroa@gmail.com
PEDIDO: SS/5096

NO ES UN DOCUMENTO FISCAL
PARA CONSULTAR ESCRIBE AL CORREO
operaciones@elindio.com
-503 2442-0108

08/11/2024 15:48:05
TIPO DOC: Consumidor Final
MONEDA: USD
VENDEDOR: KEVIN ALEXANDER HERNANDEZ
CARRANZA
BODEGA DE ENTREGA: El Indio

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Importe
G [030602006]	4.000000	0.030000	0.12
ARANDELA DE PRECISION 5/16			
G [080404005]	1.000000	6.750000	6.75
ADIFLEX GRIS			
CARTUCHO 10 OZ			

Sumatoria de Ventas: 6.87 USD
Monto Global Desc. Rebajas y Otros a Ventas No Sujetas: 0.00 USD
Monto Global Desc. Rebajas y Otros a Ventas Exentas: 0.00 USD
Monto Global Desc. Rebajas y Otros a Ventas Gravadas: 0.00 USD
Sub-Total: 6.87 USD
IVA Retenido: 0.00 USD
Retención Renta: 0.00 USD
Monto Total de la Operación: 6.87 USD
Total Otros Montos No Afectos: 0.00 USD
Total a Pagar: 6.87 USD

Escanea para descargar tu DTE

Nota: Factura de pago de compra de materiales.



DOCUMENTO TRIBUTARIO ELECTRÓNICO
FACTURA

Código de Generación: 56EC9EC6-C2E2-4218-9D46-D2A2886C579D
Número de Control: DTE-01-5031PD01-00000000038871
Sello de recepción: 2024BB8C105B4DD245E0BBF5D13BA6CEESA9GGW5

Modelo de Facturación: Modelo Facturación Previo
Tipo de Transmisión: Transmisión normal
Fecha y Hora de Generación: 31/07/2024 - 11:15



EMISOR

Nombre o Razón Social: ALMACENES VIDRI S.A. DE C.V.
NIT: 02101911710016
NRC: 27
Actividad Económica: Venta al por menor de artículos de ferretería
Dirección: CARRETERA A SANTA ANA KM. 23 1/2 LAS MORITAS, Colón, La Libertad
Número de Teléfono: 2395-9233
Correo Electrónico: sac.facturacion@vidri.com.sv
Nombre Comercial: ALMACENES VIDRI S.A. DE C.V.
Establecimiento: Sucursal Lourdes

RECEPTOR

Nombre o Razón Social: rivera zepeda sergio alexander
Tipo de Documento: DUI
No. de doc. de Identificación: 04124445-1
Dirección: CARRETERA A SANTA ANA KM. 23 1/2 LAS MORITAS, Colón, La Libertad
Correo Electrónico: sarz.rivera@gmail.com
Número de teléfono:

N°	Código	Cant.	Unidad	Descripción	Precio Unitario	Descuento por Item	Ventas No Sujetas	Ventas Exentas	Ventas Gravadas
1	8191	1	Unidad	LAMINA ALUMINIO 2X1 YD (0.91 X1.82 M) #20	33.6400	0.0000	0.0000	0.0000	33.6400

Detalles

Total en letras: TREINTA Y TRES 64/100

Condición de la Operación: EFECTIVO

Responsable por parte del EMISOR:

Responsable por parte del RECEPTOR:

Número de control Vidri: 084A038871

Vendedor: 0000567

Código interno: C00548253

N° Documento:

N° Documento:

Suma Total de Operaciones

Ventas no Sujetas: \$0.00

Total Gravada: \$33.64

Monto Global Descuento, Bonificación, Rebajas y Otros a Ventas Gravadas: \$0.00

Sumatoria de Ventas: \$33.64

Sub-Total: \$33.64

IVA Percibido: \$0.00

IVA Retenido: \$0.00

Retención Renta: \$0.00

Monto Total de la Operación: \$33.64

Total otros Montos no Afectos: \$0.00

Total a pagar: \$33.64



@almacenesvidri



Nota: Factura de pago de compra de lámina de aluminio.

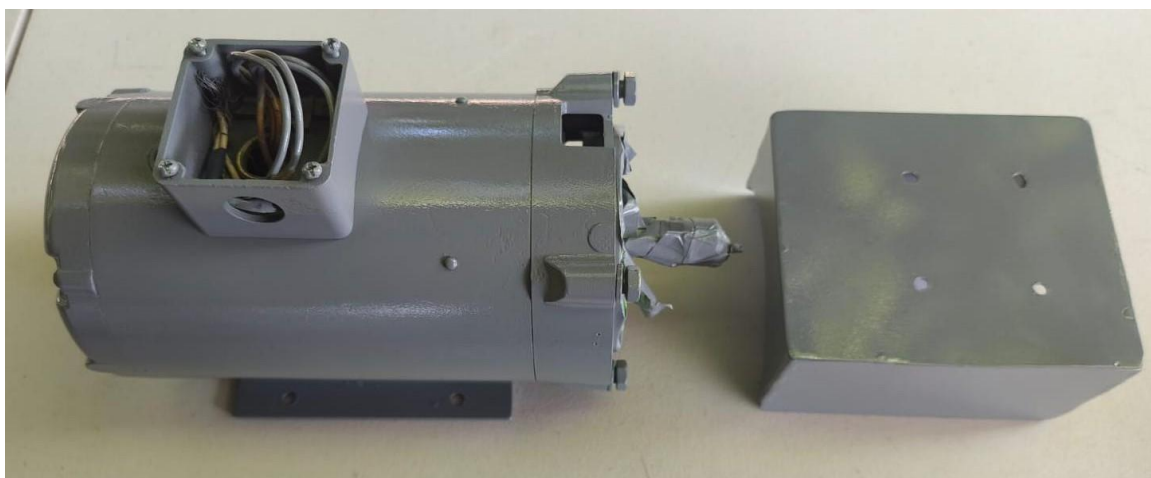
7.3 PROCESO PASO A PASO DE LA FABRICACIÓN DEL MÓDULO DIDÁCTICO.



Cortes de aluminio para armar base del módulo.



Armado de la base para el módulo didáctico.



Armado y pintado de motor CC de 1/3 HP junto con base para conexiones.



Instalación de conectores banana del motor a la base de conexiones construida.



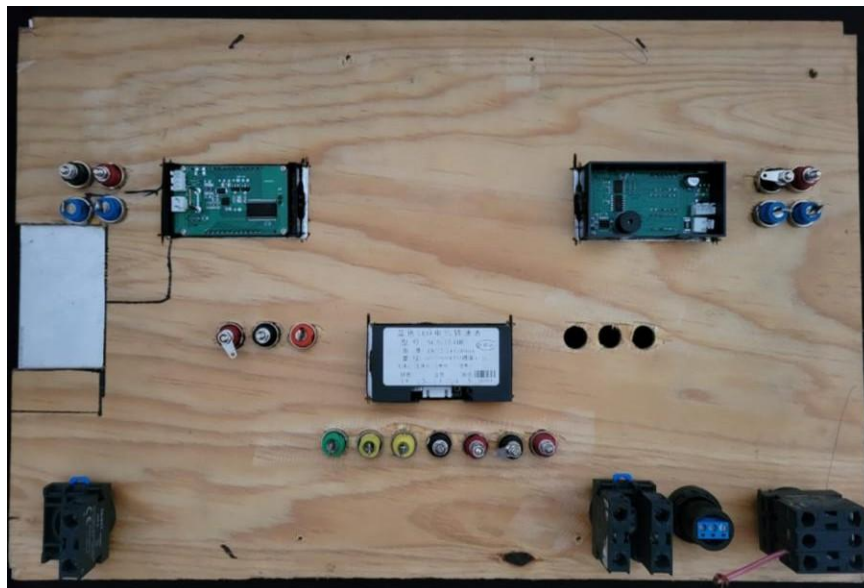
Montaje de motor y modulador PWM sobre la base de aluminio.



Presentación de plano como plantilla del panel de control.



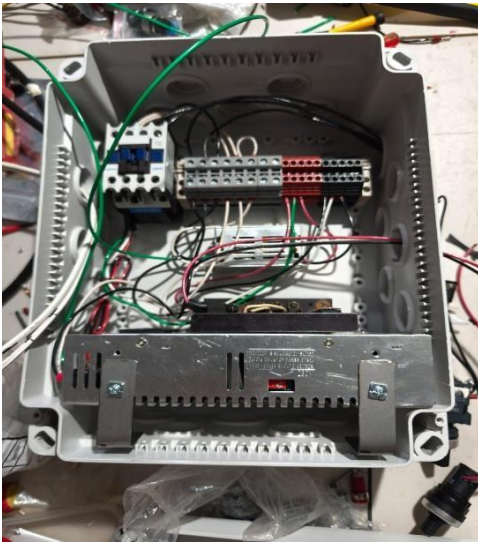
Montaje de motor en estructura del módulo didáctico.



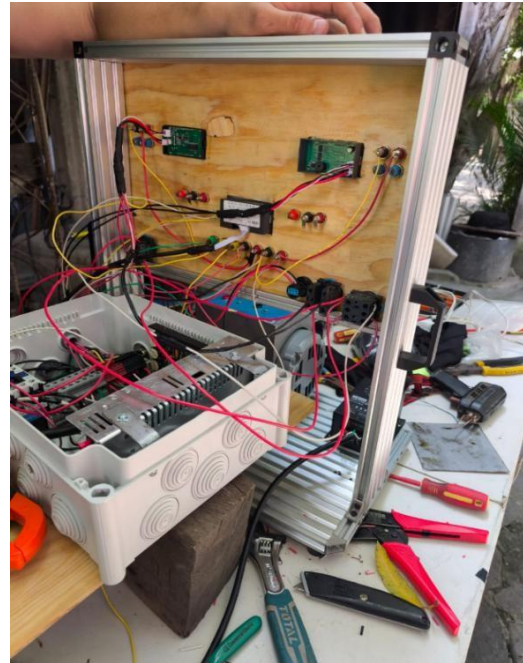
Instalación de dispositivos electrónicos y dispositivos de control vista opuesta.



Instalación de dispositivos electrónicos y dispositivos de control vista frontal.



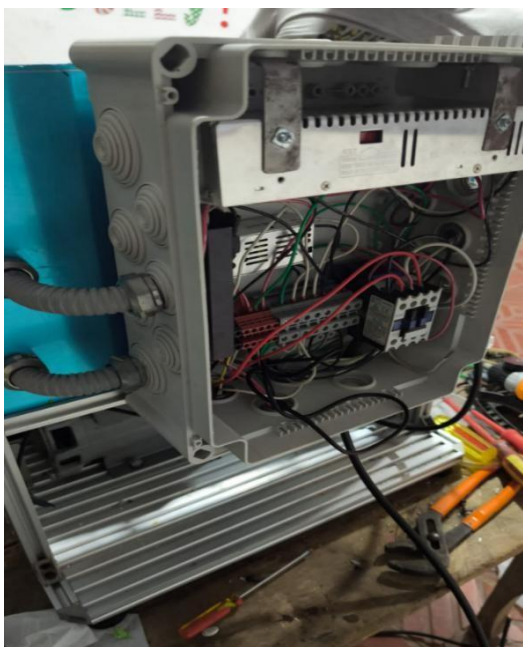
Cableado de contactor, tarjeta dart control y fuentes de alimentación CC.



Montaje de caja plexo a la parte trasera del módulo.



Instalación de coraza LT desde el panel de control a la caja plexo.

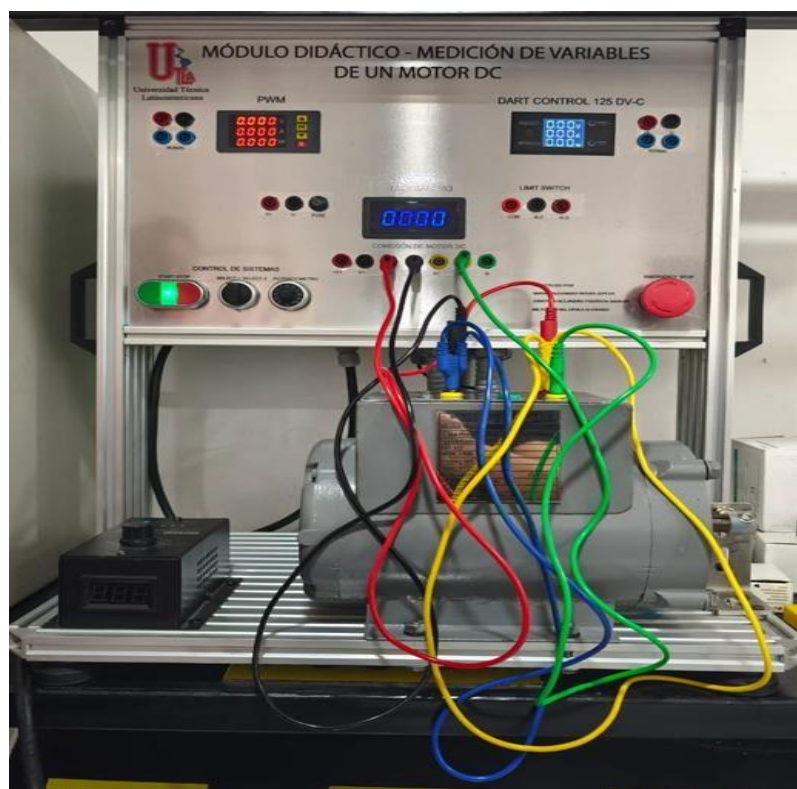


Montaje de caja plexo rectangular a la parte posterior del panel de control.



Construcción del tablero.

Instalación de panel frontal.



Módulo finalizado.

Santa tecla 23 de noviembre de 2024

ING. ROSELVET ADOLFO OSORIO

SECRETARIO GENERAL DE UNIVERSIDAD TÉCNICO LATINO AMERICANA,

PRESENTE:

Atención: Ing. José Wilfredo Martínez López.

Por este medio se realiza la entrega de modulo didáctico-medición de variables de un motor DC.

Para laboratorio de ingeniería de la universidad Técnica Latinoamericana, siguiendo las recomendaciones del Ing. Julio Alberto Martínez López sobre el diseño de proyecto de tesis denominado: MÓDULO MEDICIÓN DE VARIABLES DE UN MOTOR DC.

Una vez finalizado módulo medición de variables de un motor DC. En la semana 03 de noviembre de 2024 se hace de su conocimiento que el equipo contemplado como proyecto de tesis ha sido llevado a los laboratorios de la Universidad Técnica Latinoamericana.

Ítem	Componentes	Cantidad
1	Motor DC 1/3 HP Baldor	1
2	Fuente 120 V AC/ 0 a 90 V DC	1
3	Microcontrolador 125	1
4	Controlador de velocidad DC ajustable PWM	1
5	Kit de en chufes banana hembra 4mm	6
6	Fuente 120 V AC/ 0 a 12 V DC a 15 watts	1
7	Voltímetro digital LED amperímetro voltímetro 0 a 100 V	1
8	Tacómetro de medición digital a 12V	1
9	Pulsador botón OFF/ ON	1
10	Selector de posición	1
11	Contactador	1
12	Potenciómetros	1
13	Kit de en chufes banana macho 4mm	1
14	Aluminio perfiles de aluminio CNC 2.25 metros cada barra 20x80mm	1
15	Paro de emergencia	1
16	Caja plexo rectangular 310*340*124mm IP55	1

Recibido:

Ing. José Wilfredo Martínez

F.

Entregado:

F.

Rivera Zepeda Sergio Alexander.

F.

Figuerola Aguilar Jonathan Alejandro.

F.

Dávila Alvarado Milton Rafael.