

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRÓNICA



**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD
AUTOMATIZADO PARA UN CIRCULAR DE BANCO USADO EN
LA INDUSTRIA DE LA CARPINTERIA APLICANDO LOS
SISTEMAS DE CONTROL EN LA EMPRESA INDUSTRIA METAL
MADERA APAZA S.A.”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. Colque Monje Gabriel Edgardo

Bach. Coila Pérez Winner Geovanni

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PUNO – PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y SISTEMAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD AUTOMATIZADO PARA UN CIRCULAR DE BANCO USADO EN LA INDUSTRIA DE LA CARPINTERIA APLICANDO LOS SISTEMAS DE CONTROL EN LA EMPRESA INDUSTRIA METAL MADERA APAZA S.A.”

TESIS PRESENTADA POR:

**COLQUE MONJE GABRIEL EDGARDO
COILA PÉREZ WINNER GEOVANNI**

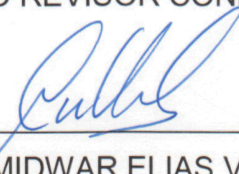
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

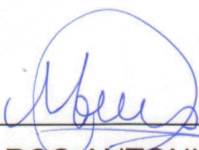
FECHA DE SUSTENTACION: 04/08/2017

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

: 
Dr. MIDWAR ELIAS VALENCIA VILCA

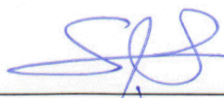
PRIMER MIEMBRO

: 
Mg. MARCO ANTONIO RAMOS GONZALES

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Dr. MAXIMO AMANCIO MONTALVO ATCO

DIRECTOR / ASESOR

: 
M.Sc. DAVID SALINAS MENDOZA

Área : Automatización e Instrumentación

Tema : Instrumentación y control de procesos

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación de ingeniería lo dedicamos a nuestros padres, que con su apoyo permanentes nos impulsaron a luchar por nuestros sueños y aspiraciones, dando el primer paso, también debemos hacer extensivo nuestros agradecimientos a nuestros hermanos, amigos y amigas que nos brindaron su apoyo moral e intelectual.

A NUESTROS PADRES

Raúl Colque Rodríguez e Hilda Monje de Colque

Felicitas Pérez Humpiri

A NUESTROS HERMANOS

Angela, Isabel, Maria de los Angeles, Renzo, Omar y Raul Colque Monje

Willian, Luis, Saul Coila Pérez

Winner y Gabriel

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a DIOS por acompañarnos en todo momento y guiarnos por el buen camino.

A nuestros padres por darnos la vida, por confiar siempre en nosotros, apoyarnos en todo momento.

A nuestros hermanos y hermanas ya que con ellos compartimos y aprendimos muchas cosas buenas y malas, fueron los primeros amigos en quienes confiamos y nos enseñaron a levantarnos y seguir adelante.

A nuestros docentes, gracias por contribuir en nuestra preparación profesional, por guiarnos, apoyarnos y por la gran amistad brindada.

Agradecemos a nuestros amigos por la amistad brindada y sobre todo por el gran cariño que ellos mostraron hacia nosotros, gracias por todo.

CORDIALMENTE.

WINNER GEOVANNI COILA PEREZ

GABRIEL EDGARDO COLQUE MONJE

INDICE GENERAL

RESUMEN	16
ABSTRACT	17
CAPÍTULO I	18
INTRODUCCIÓN	18
1.1. Planteamiento del problema de investigación	20
1.2. Antecedentes de la investigación	20
1.3. Justificación del problema	23
1.4. Importancia y utilidad de estudio	23
1.5. Objetivos de la investigación	24
1.5.1 Objetivo general	24
1.5.2 Objetivos específicos	25
CAPITULO II	26
REVISIÓN DE LITERATURA	26
2.1. Marco teórico	26
2.1.1. Definición de Sistema de Control	26
2.1.2. Definición de Sistema de Automatización	26
2.1.3. Sistemas de control en lazo cerrado	27
2.1.4. Sistemas de control en lazo abierto	28
2.1.5. Control realimentado	28

2.1.6. Circular de Banco	29
2.1.7. Sistema de control de velocidad	29
2.1.8. Puente H.....	30
2.1.9. Dimmer	30
2.1.10. Energía mecánica	31
2.1.11. Energía Estática.....	31
2.1.12. Cargas de la energía estática	31
2.1.13. Inducción de la separación de cargas por contacto	32
2.1.14. Separación de cargas inducidas por la presión	32
2.1.15. Separación de cargas inducidas por la temperatura	33
2.1.16. Separación de cargas inducida por la presencia de un objeto cargado	33
2.1.17. Energía eléctrica	34
2.1.18. Sensor.....	35
2.1.19. Los captadores fotoeléctricos	35
2.1.20. Sensores de contacto	36
2.1.21. Captadores de circuitos oscilantes	36
2.1.22. Sensores por ultrasonidos	37
2.1.23. Captadores de esfuerzos	37
2.1.24. Sensores de Movimientos.....	37
2.1.25. Sensores de deslizamiento	37

2.1.26. Sensores de Velocidad	38
2.1.27. Sensores de Aceleración	39
2.1.28. Sensores de Proximidad	39
2.1.29. Micro interruptor	40
2.1.30. Sensores Fotoeléctricos.....	40
2.1.31. Sensores Ultrasónicos	41
2.1.32. Sensores de presión	41
2.1.33. Sensores de temperatura.....	42
2.1.34. Capacitor.....	42
2.1.35. Resistor.....	44
2.1.36. Tipos de resistores.....	44
2.1.37. Resistores fijos.....	45
2.1.38. Resistores de carbón	45
2.1.39. Resistores de alambre	45
2.1.40. Resistores variables.....	46
2.1.41. Los potenciómetros.....	46
2.1.42. Transistor	47
2.1.43. Zonas de trabajo del transistor.....	47
2.1.44. Polarización de un transistor	48
2.1.45. Diodo.....	49
2.1.46. Tipos de diodo	49

2.1.47. Timer 555.....	53
2.1.48. Cruce por cero	54
2.1.49. Tipos de señales.....	54
2.1.50. Frecuencia	57
2.1.51. Periodo.....	58
2.1.52. Amplitud	59
2.1.53. Motor eléctrico	59
2.1.54. Motor de corriente continua	60
2.1.55. Motor de corriente alterna.....	61
2.1.56. Modulación de ancho de pulsos (PWM)	62
2.1.57. Potencia	62
2.1.58. Torque.....	62
2.1.59. Matlab	63
2.2. Hipótesis de la investigación.....	64
2.2.1. Hipótesis General	64
2.2.2. Hipótesis específicas	64
CAPITULO III.....	66
MATERIALES Y MÉTODOS	66
3.1. Tipo y diseño de investigación	66
3.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	66
3.3. Lista de materiales usados en la implementación.....	68

3.4. Análisis de datos.....	69
3.5. Contrastación de la hipótesis.....	69
3.5.1. Sistema de sensores	69
3.5.3. Sistema de potencia con PWM y cruce por cero	94
3.5.4. Sistema de control y sensores.....	95
3.5.5. Diagrama de Bloques del sistema de seguridad.....	96
CAPITULO IV	97
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	97
4.1. Resultados.....	97
4.1.1. Pruebas realizadas del sistema de seguridad automatizado acoplado a la cierra circular de banco	97
CONCLUSIONES	114
RECOMENDACIONES.....	115
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	116
ANEXOS	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Estructura de un puente H.	30
Figura 2.2: Tipos de capacitores.	44
Figura 2.3: Tipo de resistencias	47
Figura 2.4: Tipos de transistores.....	47
Figura 2.5: Polarización de un transistor.....	48
Figura 2.6: Representación del diodo	49
Figura 2.7: Símbolo del diodo	52
Figura 2.8: Puente rectificador	52
Figura 2.9: LM555	53
Figura 2.10: Señal digital y Señal analógica	57
Figura 2.11: Frecuencia alta y frecuencia baja	58
Figura 2.12: Periodo.....	58
Figura 2.13: Amplitud.....	59
Figura 3.14: Diseño del sensor de energía estática, diseñado en PROTEUS 7.	70
Figura 3.15: Diseño del sensor de energía estática, diseñado en EAGLE 6.4.0.	71
Figura 3.16: Diseño del PBC del sensor de energía estática, diseñado en EAGLE 6.4.0.	72
Figura 3.17: Señal de salida del sensor de energía estática.....	72

Figura 3.18: Sensor de temperatura LM35DZ.....	73
Figura 3.19: Diseño del sensor de temperatura, diseñado en PROTEUS 7. ...	74
Figura 3.20: Diseño del sensor de temperatura, diseñado en EAGLE 6.4.0. ...	75
Figura 3.21: Diseño del PBC del sensor de temperatura, diseñado en EAGLE 6.4.0.	76
Figura 3.22: Señal de salida del sensor de temperatura.....	76
Figura 3.23: Diseño del sistema de control, diseñado en PROTEUS 7.	77
Figura 3.24: Diseño del sistema de control, diseñado en EAGLE 6.4.0.....	78
Figura 3.25: Diseño del sistema de control, diseñado en EAGLE 6.4.0.....	79
Figura 3.26: Diseño del PBC del sistema de control, diseñado en EAGLE 6.4.0.	79
Figura 3.27: Señal de salida del sistema de control.....	80
Figura 3.28: Señal de salida del sistema de control sensores activos.	80
Figura 3.29: Sistema de frenos con temporizador.....	81
Figura 3.30: Diseño del PBC del Sistema de frenos con temporizador diseñado en EAGLE 6.4.0.	83
Figura 3.31: Diseño del generador PWM, diseñado en PROTEUS.	84
Figura 3.32: Diseño del sistema detector de cruce por cero, diseñado en PROTEUS.....	85
Figura 3.33: Diseño del sistema de potencia, diseñado en PROTEUS 7.....	87
Figura 3.34: Diseño del variador de frecuencia, diseñado en EAGLE.	89
Figura 3.35: Señal de salida del PWM.	89

Figura 3.36: Señal de salida del PWM.	90
Figura 3.37: Señal del detector cruce por cero.	90
Figura 3.38: Señal del detector cruce por cero.	91
Figura 3.39: Señal del detector cruce por cero con el motor apagado.	91
Figura 3.40: Señal de salida del sistema de potencia.	92
Figura 3.41: Señal del salida sistema de potencia motor apagado.	92
Figura 3.42: Proyecto diseñado en Simulink Matlab.	93
Figura 3.43: Señales de salida ideal del proyecto, diseñado en Simulink Matlab.	93
Figura 3.44: Diseño del sistema de potencia PWM y cruce por cero.	94
Figura 3.45: Sistema de control y sensores.	95
Figura 3.46: Diagrama de Bloques.....	96
Figura 4.47: Campana de gauss para determinar la región de aceptación y comprobación de la hipótesis.....	104
Figura 4.48: Campana de gauss para determinar la región de aceptación y comprobación de la hipótesis.....	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Lista de materiales y precios para la implementación del sistema de seguridad automatizado para el circular de banco.....	68
Tabla 2: Pruebas de los tiempos de actuar de los sensores de temperatura y estática, en madera gruesa por la mañana en la Empresa Metal Madera Apaza S.A.	98
Tabla 3: Pruebas de los tiempos de actuar de los sensores de temperatura y estática, en madera gruesa por la tarde en la Empresa Metal Madera Apaza S.A.	99
Tabla 4: Pruebas de los tiempos de actuar de los sensores de temperatura y estática, en madera gruesa por la noche en la Empresa Metal Madera Apaza S.A.	100
Tabla 5: Pruebas de los tiempos de actuar de los sensores de temperatura y estática, en madera gruesa por la mañana en la Empresa metal madera Apaza S.A.	101
Tabla 6: Pruebas de los tiempos de actuar de los sensores de temperatura y estática, en madera gruesa por la tarde en la Empresa Metal Madera Apaza S.A.	102
Tabla 7: Pruebas de los tiempos de actuar de los sensores de temperatura y estática, en madera gruesa por la noche en la Empresa Metal Madera Apaza S.A.	103
Tabla 8: Calculo del promedio y región de aceptación de la hipótesis, en madera gruesa en la Empresa Metal Madera Apaza S.A.	105

Tabla 9: Pruebas de los tiempos de actuar de los sensores de temperatura y estática, en madera delgada por la mañana en la Empresa Metal Madera Apaza S.A.	106
Tabla 10: Pruebas de los tiempos de actuar de los sensores de temperatura y estática, en madera delgada por la tarde en la Empresa Metal Madera Apaza S.A.	107
Tabla 11: Pruebas de los tiempos de actuar de los sensores de temperatura y estática, en madera delgada por la noche en la Empresa Metal Madera Apaza S.A.	108
Tabla 12: Pruebas de los tiempos de actuar de los sensores de temperatura y estática, en madera delgada por la mañana en la Empresa Metal Madera Apaza S.A.	109
Tabla 13: Pruebas de los tiempos de actuar de los sensores de temperatura y estática, en madera delgada por la tarde en la Empresa Metal Madera Apaza S.A.	110
Tabla 14: Pruebas de los tiempos de actuar de los sensores de temperatura y estática, en madera delgada por la noche en la Empresa Metal Madera Apaza S.A.	111
Tabla 15: Calculo del promedio y región de aceptación de la hipótesis, en madera gruesa en la Empresa Metal Madera Apaza S.A.	113

INDICE DE ACRONIMOS

- PWM:** Modulación por Ancho de Pulso.
- HP:** Hourse Power.
- CA:** Corriente Alterna.
- DC:** Corriente Directa.
- PAC:** Circuito Automático Programable.
- PTC:** Resistencia Variable de Temperatura.
- LED:** Diodo Emisor de Luz.
- LDR:** Resistencia Detector de Luz.
- RTD:** Resistencia Detector de Temperatura.
- HF:** Alta Frecuencia.
- VHF:** Muy Alta Frecuencia.
- UHF:** Ultra Alta Frecuencia.
- PNP:** Transistor Positivo Negativo Positivo.
- NPN:** Transistor Negativo Positivo Negativo.
- mW:** Miliwatios.
- V:** Voltios.
- A:** Amperio
- PBC:** Placa de Circuito Impreso.
- MATLAB:** Laboratorio de Matrices.
- T:** Tiempo.
- Hz:** Hercios
- S:** Segundo.
- S.T:** Sensor de Temperatura.
- S.E:** Sensor de Estática.
- Datasheet:** Hoja de Datos.

RESUMEN

En esta tesis se presenta un sistema de seguridad automatizado para una cierra circular de banco para la empresa Industria metal madera Apaza S.A. de la ciudad de Puno, diseñado a partir de los requerimientos de la empresa para garantizarles la seguridad durante su trabajo, comienza con un análisis del motor y el disco cierra, luego se diseñó el sistema de seguridad automatizado, encontrando las mejores formas y los mejores resultados que puede ofrecer el sistema de seguridad a la empresa y que no demando mucho costo, se comenzó diseñando un sistema de sensores de temperatura y de energía estática que mandan automáticamente señales a un sistema de control y este a su vez al variador de frecuencia que muestra la técnica de modulación PWM , que controla el sistema de potencia y permite detener el motor en menos de dos segundos y también el disco cierra garantizando la seguridad del usuario, su funcionamiento está basado tanto en el control de velocidad en la modulación sinusoidal, este sistema de seguridad que integra un número mínimo de componentes electrónicos de fácil adquisición en el mercado, de modo que los costos y recursos para la empresa son accesibles, al final del trabajo se diseñó e implemento el sistema y se muestra las lecturas tomadas en el prototipo final que muestra su desempeño en un motor de 2 HP. Haciendo que el frenado del motor no sea mayor a 1.5 segundos y menos de un segundo para la cierra disco haciendo que mejore el tiempo de respuesta del sistema.

Palabras clave. Sistema, automatizado, seguridad, control, frecuencia.

ABSTRACT

This thesis presents an automated security system for a circular bank closure for the company Industria metal madera Apaza S.A. Of the city of Puno, designed from the requirements of the company to guarantee safety during their work, begins with an analysis of the engine and the disk closes, then designed the automated security system, finding the best forms and the best Results that can be offered by the safety system to the company and not requiring too much cost, began designing a system of temperature sensors and static energy that automatically send signals to a control system and this in turn to the frequency converter Shows the PWM modulation technique, which controls the power system and allows to stop the motor in less than two seconds and also the disk closes guaranteeing the safety of the user, its operation is based both on the speed control in the sinusoidal modulation, this Security system that integrates a minimum number of electronic components of easy acquisition in the market, so that I Costs and resources for the company are accessible, at the end of the work was designed and implemented the system and shows the readings taken in the final prototype showing its performance in a 2 HP engine. Making the braking of the motor is not greater than 1.5 seconds and less than a second for the closing disk, improving the response time of the system.

Keywords. System, automated, security, Control, frequency

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La presente tesis de investigación tiene como objetivo diseñar e implementar un sistema de seguridad automatizado para un circular de banco usado en la industria de la carpintería aplicando sistemas de control, el cual brindara seguridad a los usuarios de dichas maquinas permitiendo que estas máquinas sean más eficientes en el momento de su uso.

Las maquinas industriales para la carpintería, son eficientes, sin embargo todavía son manipuladas de forma directa por las personas, exponiendo la integridad física, trayendo consecuencias leves o de mutilación a las personas que manipulan dichas máquinas. Debido a pequeñas negligencias sin seguir las normas de seguridad causando accidentes.

Se tiene en consideración también la búsqueda de un incremento en la productividad, debido a la confianza del sistema de seguridad que brindara en los trabajadores haciendo a estos más eficientes a la hora de sus labores.

El diseño e implementación del sistema de seguridad automatizado para un circular de banco en la industria de la carpintería nos permitirá tener control sobre el contacto del hombre con la maquina permitiéndonos desarrollar el conocimiento necesario para el diseño de nuevos sistemas de seguridad para otras máquinas industriales y así reducir de manera considerable los riesgos de accidentes en la industria.

A través de este trabajo se espera contribuir al desarrollo e investigación de la seguridad en máquinas industriales para uso en nuestro país a fin de reducir los riesgos de accidente en las personas que tienen contacto con estas

máquinas, así como poseer las herramientas y el conocimiento para poder mejorar nuestros sistemas de seguridad en forma automática y de manera controlada, además se espera proveer de información a personas interesadas en continuar trabajando esta rama de la automatización.

Este presente documento se estructura de la siguiente manera:

CAPÍTULO I: El contenido de este capítulo, está enfocado en mostrar el objeto de estudio, el planteamiento del problema, la justificación, los antecedentes de la investigación, los objetivos generales y específicos, sobre los cuales trata la presente investigación.

CAPITULO II: El contenido de este capítulo, está enfocado en la revisión literaria que contiene al marco teórico, las hipótesis generales y específicas, que se demuestran en la presente investigación.

CAPITULO III: En este capítulo se describen los materiales, procedimientos, los métodos, las técnicas, la contrastación de la hipótesis, el tipo y diseño de la investigación utilizada para el desarrollo de esta investigación.

CAPITULO IV: El contenido de este capítulo está orientado a la demostración de los resultados, a la justificación y discusión de estos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES: Estos son los capítulos finales en cuyo contenido se puede encontrar las conclusiones generales de la investigación y también las recomendaciones basadas en los resultados.

1.1. Planteamiento del problema de investigación

En la actualidad los temas de seguridad en las empresas, está siendo de suma importancia ya que tienen por objetivo velar por la seguridad de su personal de trabajo, en la interacción del hombre con la máquina en donde suceden accidentes involuntarios que ponen en riesgo la vida de los trabajadores o la mutilación de sus miembros por el uso de estas máquinas industriales de gran fuerza y potencia, para lo cual se propone la implementación de un sistema de seguridad para las maquinas industriales enfocados básicamente en la industria de la carpintería donde corren más riesgos de accidentes por la exposición a las máquinas y una de las más usadas que es el circular de banco al cual se le implementara un sistema de seguridad automatizado que brindara protección a los trabajadores de la industria de la carpintería y esta a su vez permitirá mayor productividad industrial y también se reducirá los costes directos e indirectos.

1.2. Antecedentes de la investigación

En la ciudad de Cartagena, fue presentado el siguiente trabajo de fin de master “Nuevos dispositivos de seguridad en máquinas utilizando cámaras termográficas” por Juan Antonio Raja Valverde estudiante.

El proyecto consiste en el desarrollo de un prototipo real de dispositivo de seguridad mediante cámara termográfica capaz de realizar la parada automática de máquinas con herramientas peligrosas que generen riesgos mecánicos para los trabajadores cuando alguna parte del cuerpo del trabajador se aproxima a la zona de influencia de dicho riesgo. Este

era capaz de, dentro de una zona no segura definida, detectar la presencia de cuerpos extraños discerniendo si corresponden o no a partes del cuerpo humano, exigencia que inhabilita tecnologías más tradicionales como ultrasonidos o sensores fotoeléctricos, para, en caso de que lo sean, hacer actuar las correspondientes funciones automáticas de alarma en un primer nivel de inseguridad y parada de la máquina en un segundo nivel.¹ En esta misma labor de investigación se encontró el trabajo de tesis de grado, titulado Diseño de un plan de Seguridad Industrial de la Línea de Envasado de Helados aplicando el Programa LOTO, presentado en el año 2012, por Javier Horacio Montalvo Huacón de la Escuela Superior Politécnica Del Litoral en Guayaquil – Ecuador, para la obtención del título de ingeniero industrial.

Este trabajo de tesis trata de un “Diseño de un Plan de Seguridad Industrial de la Línea de Envasado de Helados, aplicando el Programa LOTO”, enfocado a la parte operativa de una empresa alimenticia, con el fin de crear una cultura de prevención y autocuidado. El programa se basará en la Norma OSHA sobre el Control de Fuentes de Energía Peligrosas y Normativa Nacional. El desarrollo del trabajo es parte de una política prioritaria en fomentar el cuidado a la integridad del talento humano de la empresa El desarrollo del programa LOTO servirá como medida de control y prevención, donde se identificarán los potenciales peligros y riesgos asociados a los que está expuesto el personal de la línea de envasado de helados. Se establecerán puntos de control LOTO en las fuentes de energías peligrosas identificadas en el proceso

¹ <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/3177/tfm220.pdf?sequence=1>

productivo que puedan ocasionar lesiones y accidentes graves al personal.²

En esta misma labor de investigación se encontró el trabajo de tesis de grado, titulado Diseño e implementación de un variador de frecuencia para motores de inducción trifásica, presentado en el año 2012, por Aldo Catacora Cabrera y David Callo Cheje, de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, para la obtención del título de Ingeniero Mecánico Electricista.

Este proyecto de tesis presenta un controlador de velocidad escalar retroalimentado para motores de inducción trifásicos tipo jaula de ardilla diseñado, mediante el comportamiento cuando es alimentado por tres fuentes senoidales de voltaje y por un inversor fuente de voltaje en lugar de suministro eléctrico convencional. Por supuesto también se muestran los principios de dicho inversor y alrededor de un micro controlador de 8-bit en donde su programación muestra la técnica de Modulación PWM en Espacio Vectorial. El cual se transforma esencialmente estructura dinámica de una máquina de C.A. a una estructura parecida a la de un motor de C.D. de excitación separada. Su funcionamiento está basada tanto en el control escalar de velocidad como en la modulación sinusoidal en espacio vectorial.³

El planteamiento anterior y la experiencia sobre el uso de las tecnologías nos permiten ver las diferentes maneras de llegar a nuestro objetivo, que es el diseño de un sistema de seguridad automatizado para

² <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/90121/D-79681.pdf>

³ Biblioteca especializada de la escuela profesional de ingeniería electrónica.

la prevención de accidentes en el uso de un circular de banco usado en la industria de la carpintería; que permita cero riesgos de daños en los trabajadores que usan estas máquinas.

1.3. Justificación del problema

Debido al uso de las maquinas industriales usadas en la carpintería; han surgido diferentes accidentes afectando la integridad física de los que manipulan estas máquinas, se ha visto que el porcentaje de accidentes fue causado por la exposición física de los usuarios a las máquinas. Esta exposición es constante desde el inicio hasta el final del cortado de la madera siendo el instante de más peligro justo antes de finalizar el cortado que es cuando se está más expuesto a la cuchilla de corte.

Por lo que se ha pensado crear un sistema de seguridad automatizado que se pueda acoplar fácilmente a las mesas de las máquinas y puedan funcionar efectivamente para el cortado de madera y con una única intervención, la de poner la madera evitando así el contacto continuo del usuario durante el cortado de la madera, simplificando su trabajo para obtener más tiempo y ser más eficiente.

1.4. Importancia y utilidad de estudio

La importancia del proyecto es la seguridad de las personas, ante la interacción hombre maquina a la que se ven expuestas, por lo cual se realizara un sistema de seguridad automatizada para la máquina y esta a su vez protegerá a las personas que interactúan con la misma, ante los riesgos o daños físicos.

En cuanto a la utilidad de estudio tenemos:

Técnica.- Con la aplicación del sistema de seguridad automatizado a un circular de banco usado en la industria de la carpintería se tendrán menos riesgos por accidentes y la maquina tendrá un mejor desempeño.

Social.- Los usuarios del circular de banco tendrán un mejor desempeño ya que se les brindara seguridad y serán más eficientes al momento de desarrollar sus actividades.

Económica.- Permitirá un ahorro considerable para las empresas ya que el sistema de seguridad automatizado del circular de banco se acoplara a la máquina de manera que no consuma mucha energía, ni ocupe mucho espacio y no demande mucho dinero para su implementación del mismo, haciendo de este sistema muy accesible para las empresas que manejan este tipo de máquina.

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema de seguridad automatizado para un circular de banco usado en la industria de la carpintería aplicando los sistemas de control, para así reducir los riesgos de accidentes en la empresa Industria Metal Madera Apaza S.A.

1.5.2 Objetivos específicos

- Diseñar el sistema de seguridad automatizado para el circular de banco.
- Implementar el sistema de seguridad en el circular de banco.
- Aplicar el sistema de control adecuado en el sistema de seguridad para un buen control.
- Prevenir los accidentes causados por la máquina a sus usuarios con respuesta inmediata.
- Establecer un bajo costo de implementación y ensamblaje del sistema de seguridad al circular de banco.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Definición de Sistema de Control

Un sistema de control está definido como un conjunto de componentes que pueden regular su propia conducta o la de otro sistema con el fin de lograr un funcionamiento predeterminado, de modo que se reduzcan las probabilidades de fallos y se obtengan los resultados buscados.

Hoy en día los procesos de control son síntomas del proceso industrial que estamos viviendo. Estos sistemas se usan típicamente en sustituir un trabajador pasivo que controla un determinado sistema (ya sea eléctrico, mecánico, etc.) con una posibilidad nula o casi nula de error, y un grado de eficiencia mucho más grande que el de un trabajador. Los sistemas de control más modernos en ingeniería automatizan procesos en base a muchos parámetros y reciben el nombre de controladores de automatización programables (PAC). (Ogata, 2010)

2.1.2. Definición de Sistema de Automatización

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

La Parte Operativa es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores, etc.

La Parte de Mando suele ser un autómatas programable (tecnología programada), aunque hasta hace bien poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómatas programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado. (Ogata, 2010)

2.1.3. Sistemas de control en lazo cerrado

Los sistemas de control realimentados se denominan también sistemas de control en lazo cerrado. En la práctica, los términos control realimentado y control en lazo cerrado se usan indistintamente. En un sistema de control en lazo cerrado, se alimenta al controlador la señal de error de actuación, que es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de realimentación (que puede ser la propia señal de salida o una función de la señal de salida y sus derivadas y/o integrales), con el fin de reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor deseado. El término control en lazo cerrado siempre implica el uso de una acción de control realimentado para reducir el error del sistema. (Granollers, 2009)

2.1.4. Sistemas de control en lazo abierto

Los sistemas en los cuales la salida no tiene efecto sobre la acción de control se denominan sistemas de control en lazo abierto. En otras palabras, en un sistema de control en lazo abierto no se mide la salida ni se realimenta para compararla con la entrada. Un ejemplo práctico es una lavadora. El remojo, el lavado y el centrifugado en la lavadora operan con una base de tiempo. La máquina no mide la señal de salida, que es la limpieza de la ropa.

En cualquier sistema de control en lazo abierto, la salida no se compara con la entrada de referencia. Así, a cada entrada de referencia le corresponde una condición de operación fija; como resultado de ello, la precisión del sistema depende de la calibración. Ante la presencia de perturbaciones, un sistema de control en lazo abierto no realiza la tarea deseada. En la práctica, el control en lazo abierto sólo se usa si se conoce la relación entre la entrada y la salida y si no hay perturbaciones internas ni externas. Es evidente que estos sistemas no son de control realimentado.

Obsérvese que cualquier sistema de control que opere con una base de tiempo está en lazo abierto. Por ejemplo, el control de tráfico mediante señales operadas con una base de tiempo es otro ejemplo de control en lazo abierto. (Granollers, 2009)

2.1.5. Control realimentado

El control realimentado se refiere a una operación que, en presencia de perturbaciones, tiende a reducir la diferencia entre la salida

de un sistema y alguna entrada de referencia, y lo realiza tomando en cuenta esta diferencia. Aquí sólo se especifican con este término las perturbaciones impredecibles, ya que las perturbaciones predecibles o conocidas siempre pueden compensar dentro del sistema. (Dorf Bishop, 2005)

2.1.6. Circular de Banco

El circular de banco es una máquina para aserrar longitudinal o transversalmente madera, metal, plástico u otros materiales. Está dotada de un motor eléctrico que hace girar a gran velocidad una hoja circular. Empleando una hoja adecuada (en cuanto a su dureza y a la forma de sus dientes).

Se caracterizan por realizar cortes precisos. Además, algunos modelos posibilitan el corte en ángulo hasta de 45 grados e incorporan una protección contra el polvo o serrín que se produce en el corte; algunas están preparadas para conectarse a un extractor externo. (Makita corporation, 2005)

2.1.7. Sistema de control de velocidad

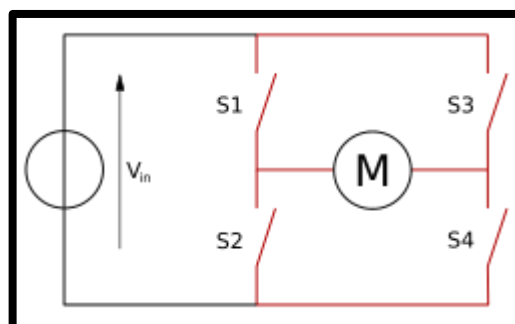
En el sistema de control de velocidad, la planta (el sistema controlado) es la máquina y la variable controlada es la velocidad de la misma. La diferencia entre la velocidad deseada y la velocidad real es la señal de error. La señal de control (la cantidad de combustible) que se va a aplicar a la planta (la máquina) es la señal de actuación. La entrada externa que se aplica para alterar la variable controlada es la perturbación, un cambio inesperado en la carga es una perturbación. (Kuo, 1996)

2.1.8. Puente H

Un Puente en H es un circuito electrónico que permite a un motor eléctrico DC girar en ambos sentidos, *avance* y *retroceso*. Son ampliamente usados en robótica y como convertidores de potencia. Los puentes H están disponibles como circuitos integrados, pero también pueden construirse a partir de componentes discretos.

El término "puente H" proviene de la típica representación gráfica del circuito. Un puente H se construye con 4 interruptores (mecánicos o mediante transistores). Cuando los interruptores S1 y S4 (ver primera figura) están cerrados (y S2 y S3 abiertos) se aplica una tensión positiva en el motor, haciéndolo girar en un sentido. Abriendo los interruptores S1 y S4 (y cerrando S2 y S3), el voltaje se invierte, permitiendo el giro en sentido inverso del motor como se ve en la figura 2.1. (Gonzales, 2006)

Figura 2.1: Estructura de un puente H.



Fuente: Unicrom.

2.1.9. Dimmer

Un Dimmer, regulador, atenuador, sirve para regular la energía en uno o varios focos con el fin de variar la intensidad de la luz que emiten, cuando las propiedades de la lámpara lo hacen posible. (Calderer, 2006)

2.1.10. Energía mecánica

La energía mecánica es la clase de energía donde interviene tanto la posición como los movimientos de los cuerpos. Esto quiere decir que la energía mecánica es la sumatoria de las energías potenciales, cinéticas y la energía elástica de un objeto en movimiento.

La denominada energía mecánica, entonces, puede presentarse como la capacidad de los cuerpos con masa para llevar a cabo un determinado esfuerzo o labor. Es importante recordar que la energía no se crea ni se destruye, sino que se conserva. La energía mecánica se mantiene constante en el tiempo gracias a la acción de fuerzas de carácter conservativo que trabajan sobre las partículas involucradas. (Enríquez, 2004).

2.1.11. Energía Estática

El término electricidad estática se refiere a la acumulación de un exceso de carga eléctrica (positiva o negativa) en conductor o aislante. Los efectos de la electricidad estática son familiares para la mayoría de las personas porque pueden ver, notar e incluso llegar a sentir las chispas de las descargas que se producen cuando el exceso de carga del objeto cargado se pone cerca de un buen conductor eléctrico (como un conductor conectado a una toma de tierra) u otro objeto con un exceso de carga pero con la polaridad opuesta. (Enríquez, 2004).

2.1.12. Cargas de la energía estática

Los materiales con los que tratamos en nuestra vida diaria están formados por átomos y moléculas que son eléctricamente neutros porque

tienen el mismo número de cargas positivas (protones en el núcleo) que de cargas negativas (electrones alrededor del núcleo). El fenómeno de la electricidad estática requiere de una separación sostenida entre las cargas positivas y negativas, a continuación se muestran las principales causas para que esto sea posible. (Martinez, 2007)

2.1.13. Inducción de la separación de cargas por contacto

Los electrones pueden ser intercambiados entre dos materiales por contacto y, además, los materiales que tienen unos electrones débilmente ligados tienen tendencia a perderlos mientras que los materiales que no tienen llenas las capas externas de electrones tienen tendencia a ganarlos. Este fenómeno es conocido como triboelectricidad y da como resultado que uno de los objetos que se han puesto en contacto quede cargado positivamente mientras el otro se carga negativamente. La polaridad y la cantidad de la carga neta que queda a cada material cuando se separan dependerá de sus posiciones relativas en la serie triboeléctrica (una lista que clasifica los materiales en función de su polaridad y su capacidad de adquirir carga). El efecto triboeléctrico es la causa principal de la electricidad estática que observamos en nuestra vida diaria e incluye la que se produce por rozamiento de diferentes materiales. (Bragós, 1999)

2.1.14. Separación de cargas inducidas por la presión

Algunos tipos de cristales y cerámica tienen la propiedad de generar una separación de cargas en respuesta a la aplicación de un esfuerzo mecánico, es lo que se denomina piezoelectricidad, esta es un fenómeno presentado por determinados cristales que al ser sometidos a

tensiones mecánicas adquieren una polarización eléctrica en su masa.
(Bragos, 1999)

2.1.15. Separación de cargas inducidas por la temperatura

Algunos minerales, como la turmalina, presentan la capacidad de ser polarizados por efecto del calor, es lo que se conoce como piroelectricidad o efecto piroeléctrico. Todos los materiales piroeléctrico son también piezoeléctricos, las dos propiedades están estrechamente relacionadas entre sí. La piroelectricidad es la capacidad de cambiar la polarización de algunos materiales sometidos a cambios de temperatura generando un potencial eléctrico producido por el movimiento de las cargas positivas y negativas a los extremos opuestos de la superficie a través de la migración. (Bragos, 1999)

2.1.16. Separación de cargas inducida por la presencia de un objeto cargado

Un objeto cargado, puesto cerca de otro eléctricamente neutro, causará la separación de las cargas del otro, dado que las cargas de la misma polaridad se repelen mientras que las de diferente polaridad se atraen. Como la fuerza debida a la interacción entre las cargas eléctricas disminuye rápidamente con el aumento de la distancia, el efecto será mayor si están muy cerca. Este efecto es mayor cuando el objeto inicialmente neutro es un conductor eléctrico porque las cargas tienen más facilidad para moverse.

Es posible inducir una separación de cargas y si el objeto está convenientemente conectado a tierra dejarlo cargado permanentemente.

Este es el sistema que utiliza el generador de Van de Graaff, un aparato habitualmente utilizado para demostrar los efectos de la electricidad estática. (Bragos, 1999)

2.1.17. Energía eléctrica

Definimos energía eléctrica como la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos. Cuando estos dos puntos se los pone en contacto mediante un conductor eléctrico obtenemos una corriente eléctrica.

Desde el punto de vista físico, la energía eléctrica son cargas eléctricas negativas (electrones) que se mueven a través del conductor eléctrico, generalmente metálico, debido a la diferencia de potencial entre sus extremos. El motivo por el que se suelen utilizar conductores de origen metálico es porque disponen de mayor cantidad de electrones libres.

Las cargas eléctricas que se desplazan a través del conductor forman parte de los átomos de las sustancias del propio conductor.

En física el potencial de energía eléctrica también es llamado energía potencial electrostática.

A un nivel de la física un poco más técnico, el potencial de energía eléctrica es la energía potencial del campo electrostático. Es la energía que posee una distribución de carga eléctrica que está vinculada a la fuerza ejercida por el campo generado de la misma distribución. Junto con la energía magnética, el potencial de energía eléctrica es la energía del campo electromagnético.

La energía potencial electrostática se puede definir como el trabajo hecho para crear una distribución de carga a partir de una configuración inicial en la que cada uno de los componentes de la distribución no interactúa con la otra. La energía potencial electrostática también puede definirse a partir de campo electrostático generado a partir de la misma distribución, y en este caso su expresión es independiente de la fuente del campo.

Es una magnitud que puede ser negativa o positiva, dependiendo de si el trabajo realizado para que estén en la configuración adoptada es positivo o negativo. Dos cargas que interactúan en el mismo signo tienen energía positiva, ya que el trabajo realizado para acercarlos debe superar su repulsión. Por la misma razón, dos cargas opuestas tienen energía negativa. (Ormeño, 2013)

2.1.18. Sensor

Un sensor es un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, que seamos capaces de cuantificar y manipular. Normalmente estos dispositivos se encuentran realizados mediante la utilización de componentes pasivos (resistencias variables, PTC, NTC, LDR, etc. todos aquellos componentes que varían su magnitud en función de alguna variable), y la utilización de componentes activos. (Corona, 2014)

2.1.19. Los captadores fotoeléctricos

La construcción de este tipo de sensores, se encuentra basada en el empleo de una fuente de señal luminosa (lámparas, diodos LED, diodos

láser etc...) y una célula receptora de dicha señal, como pueden ser fotodiodos, fototransistores o LDR etc. Este tipo de sensores, se encuentra basado en la emisión de luz, y en la detección de esta emisión realizada por los fotodetectores. Según la forma en que se produzca esta emisión y detección de luz, podemos dividir este tipo de captadores en: captadores por barrera, o captadores por reflexión. (Pallás, 2003)

2.1.20. Sensores de contacto

Estos dispositivos, son los más simples, ya que son interruptores que se activan o desactivan si se encuentran en contacto con un objeto, por lo que de esta manera se reconoce la presencia de un objeto en un determinado lugar. Su simplicidad de construcción añadido a su robustez, los hacen muy empleados en robótica. (Abarca, 2014)

2.1.21. Captadores de circuitos oscilantes

Este tipo de captadores, se encuentran basados en la existencia de un circuito en el mismo que genera una determinada oscilación a una frecuencia prefijada, cuando en el campo de detección del sensor no existe ningún objeto, el circuito mantiene su oscilación de un manera fija, pero cuando un objeto se encuentra dentro de la zona de detección del mismo, la oscilación deja de producirse, por lo que el objeto es detectado. Estos tipos de sensores son muy utilizados como detectores de presencia, ya que al no tener partes mecánicas, su robustez al mismo tiempo que su vida útil es elevada. (Mares, 2014)

2.1.22. Sensores por ultrasonidos

Este tipo de sensores, se basa en el mismo funcionamiento que los de tipo fotoeléctrico, ya que se emite una señal, esta vez de tipo ultrasónica, y esta señal es recibida por un receptor. De la misma manera, dependiendo del camino que realice la señal emitida podremos diferenciarlos entre los que son de barrera o los de reflexión. (Pallás, 2013)

2.1.23. Captadores de esfuerzos

Este tipo de captadores, se encuentran basados en su mayor parte en el empleo de galgas extenso métrica, que son unos dispositivos que cuando se les aplica una fuerza, ya puede ser una tracción o una compresión, varía su resistencia eléctrica, de esta forma podemos medir la fuerza que se está aplicando sobre un determinado objeto. (Pallás, 2013)

2.1.24. Sensores de Movimientos

Este tipo de sensores es uno de los más importantes en robótica, ya que nos da información sobre las evoluciones de las distintas partes que forman el robot, y de esta manera podemos controlar con un grado de precisión elevada la evolución del robot en su entorno de trabajo. (Corona, 2014)

2.1.25. Sensores de deslizamiento

Este tipo de sensores se utiliza para indicar al robot con que fuerza ha de coger un objeto para que este no se rompa al aplicarle una fuerza

excesiva, o por el contrario que no se caiga de las pinzas del robot por no sujetarlo debidamente.

Su funcionamiento general es simple, ya que este tipo de sensores se encuentran instalados en el órgano aprehensor (pinzas), cuando el robot decide coger el objeto, las pinzas lo agarran con una determinada fuerza y lo intentan levantar, si se produce un pequeño deslizamiento del objeto entre las pinzas, inmediatamente es incrementada la presión de las pinzas sobre el objeto, y esta operación se repite hasta que el deslizamiento del objeto se ha eliminado gracias a aplicar la fuerza de agarre suficiente.

(Abarca, 2014)

2.1.26. Sensores de Velocidad

Estos sensores pueden detectar la velocidad de un objeto tanto sea lineal como angular, pero la aplicación más conocida de este tipo de sensores es la medición de la velocidad angular de los motores que mueven las distintas partes del robot. La forma más popular de conocer la velocidad del giro de un motor, es utilizar para ello una dinamo tacométrica acoplada al eje del que queremos saber su velocidad angular, ya que este dispositivo nos genera un nivel determinado de tensión continua en función de la velocidad de giro de su eje, pues si conocemos a qué valor de tensión corresponde una determinada velocidad, podremos averiguar de forma muy fiable a qué velocidad gira un motor. De todas maneras, este tipo de sensores al ser mecánicos se deterioran, y pueden generar errores en las medidas.

Existen también otros tipos de sensores para controlar la velocidad, basados en el corte de un haz luminoso a través de un disco perforado sujetado al eje del motor, dependiendo de la frecuencia con la que el disco corte el haz luminoso indicará la velocidad del motor. (Mares, 2014)

2.1.27. Sensores de Aceleración

Este tipo de sensores es muy importante, ya que la información de la aceleración sufrida por un objeto o parte de un robot es de vital importancia, ya que si se produce una aceleración en un objeto, este experimenta una fuerza que tiende a hacer poner el objeto en movimiento.

Supongamos el caso en que un brazo robot industrial sujeta con una determinada presión un objeto en su órgano terminal, si al producirse un giro del mismo sobre su base a una determinada velocidad, se provoca una aceleración en todo el brazo, y en especial sobre su órgano terminal, si esta aceleración provoca una fuerza en determinado sentido sobre el objeto que sujeta el robot y esta fuerza no se ve contrarrestada por otra, se corre el riesgo de que el objeto salga despedido del órgano aprehensor con una trayectoria determinada, por lo que el control en cada momento de las aceleraciones a que se encuentran sometidas determinadas partes del robot son muy importantes. (Corona, 2014)

2.1.28. Sensores de Proximidad

Estos sensores pueden estar basados en algo simple como en la operación mecánica de un actuador o, tan complejo como en la operación de un sensor de proximidad fotoeléctrico con discriminación de color. (Abarca, 2014)

2.1.29. Micro interruptor

Los micro interruptores son de muy diversas formas pero todos se basan en la operación por medio de un actuador mecánico. Este actuador mecánico mueve a su vez una lengüeta metálica en donde están colocados los contactos eléctricos, y los abre o cierra de acuerdo con la disposición física de estos contactos.

Desde el punto de vista eléctrico son extremadamente simples, ya que consisten en uno o varios juegos de contactos con cierta capacidad de conducción a cierto voltaje. Estos contactos pueden ser de apertura instantánea o lenta, y de contactos de operación traslapada o de abre y cierra. (Pallás, 2003)

2.1.30. Sensores Fotoeléctricos

Estos sensores son muy usados en algunas industrias para contar piezas, detectar colores, etc., ya que reemplazan una palanca mecánica por un rayo de luz que puede ser usado en distancias de menos de 20 mm hasta de varias centenas de metros, de acuerdo con los lentes ópticos empleados. Funcionan con una fuente de luz que va desde el tipo incandescente de los controles de elevadores a la de estado sólido modulada (LED) de los detectores de colores. Y operan al detectar un cambio en la luz recibida por el foto detector.

Las fotos detectoras son típicamente fotodiodos o fototransistores, inclinándose los fabricantes por los primeros por su insensibilidad a campos de radiofrecuencia, que podrían causar interferencia. Algunos modelos de estos sensores son fabricados con inmunidad a la luz solar

incidente o reflejada. Para ello emplean haces de luz modulada que únicamente pueden ser detectados por receptores sintonizados a la frecuencia de modulación. (Corona, 2014)

2.1.31. Sensores Ultrasónicos

Los sensores ultrasónicos son empleados en las industrias químicas como sensores de nivel por su mayor exactitud en presencia de burbujas en los reactores. Funcionan al igual que el sistema de sonar usado por los submarinos. Emiten un pulso ultrasónico contra el objeto a censar y, al detectar el pulso reflejado, se para un contador de tiempo que inició su conteo al emitir el pulso. Este tiempo es referido a distancia y de acuerdo con los parámetros elegidos de respuesta ("Set Point") con ello manda una señal eléctrica digital o analógica. La técnica actual permite la fabricación de estos sensores con un rango de detección desde 100 mm hasta unos 6000 mm con una exactitud de 0.05%.

Estos sensores son empleados con gran éxito sobre otros tipos de sensores para detectar objetos a cierta distancia que son transparentes o extremadamente brillosos y no metálicos. (Abarca, 2014)

2.1.32. Sensores de presión

Los sensores de presión sofisticados funcionan a base de celdas de carga y de sus respectivos amplificadores electrónicos, y se basan en el conocido puente de Wheatstone, donde una de sus piernas está ocupada por el sensor. Este sensor es básicamente una resistencia variable en un sustrato que puede ser deformado, y lo cual ocasiona el cambio en el valor de la mencionada resistencia. Los sensores comunes

de presión son interruptores eléctricos movidos por una membrana o, un tubo Bourdón. El tubo Bourdón se abre hacia afuera con el aumento de presión y este movimiento es transmitido a un interruptor, el cual es accionado cuando la posición del tubo corresponde con un ajuste preseleccionado. En el caso de los interruptores de presión por diafragma, la fuerza provocada por la presión censada actúa sobre un resorte, el cual al ser vencido actúa sobre un microinterruptor. Es obvio que el resorte determina el rango de presión de operación. (Mares, 2014)

2.1.33. Sensores de temperatura

Los sensores de temperatura más sencillos son los que actúan sobre un interruptor miniatura y en general, éstos son de dos tipos: Sistemas de Dilatación de un fluido y Bimetálicos. Los primeros actúan al dilatarse el líquido o el gas contenido dentro de un capilar y, los segundos actúan directamente el interruptor mediante el efecto de diferencia de dilataciones de tiras de dos metales diferentes. En general, se usan para interrumpir hasta corrientes de 30 Amperes en 120 volts. Otros sensores de temperatura son los termopares, detectores de temperatura por resistencia (RTD) y, los termistores. (Corona, 2014)

2.1.34. Capacitor

Se trata de un sistema compuesto por dos conductores: materiales capaces de conducir la electricidad (la fuerza originada por el rechazo y la atracción de partículas cargadas). En el caso de los capacitores, los conductores se encuentran separados entre sí por una lámina que se utiliza para el almacenamiento de las cargas eléctricas.

Un capacitor es un componente pasivo ya que no se encarga de la excitación eléctrica, sino que sirve para conectar componentes activos y conservar la energía. Esto le permite servir de sustento a un campo eléctrico.

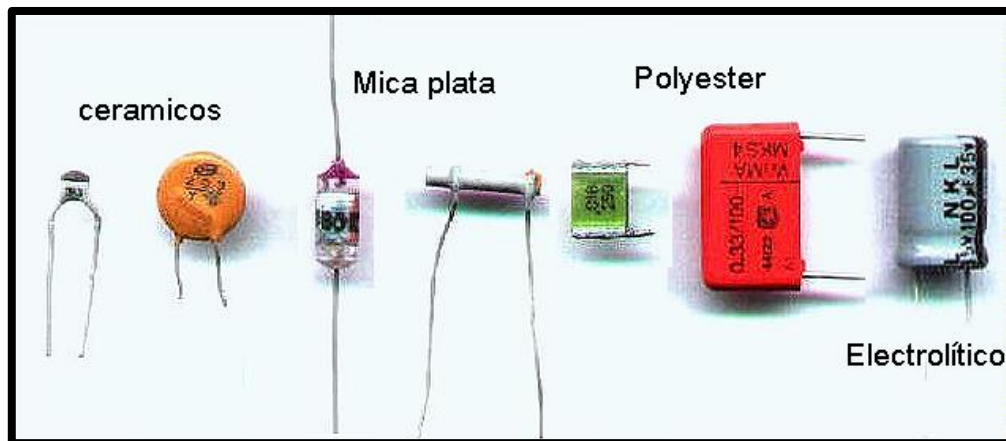
Es importante mencionar que los conductores están separados por un material dieléctrico (que tiene poca capacidad de conducción). Ante la diferencia de potencial, los conductores en cuestión tienen distintas cargas eléctricas (negativa en uno y positiva en el otro), con una variación nula en la carga total.

Los capacitores, en realidad, no almacenan la corriente ni la carga eléctrica: lo que almacenan es energía mecánica latente. Cuando son introducidos en un circuito eléctrico, en concreto sí funcionan como un dispositivo que conservar la energía eléctrica obtenida en el periodo de carga. Con el periodo de descarga, dicha energía es cedida por el capacitor.

Se denomina capacitancia a la capacidad eléctrica; es decir, a la propiedad de un elemento para conservar una carga eléctrica. En el caso de los condensadores, la capacitancia equivale al nivel de energía eléctrica que conserva de acuerdo a la diferencia existente en el potencial eléctrico.

Existen diferentes tipos de capacitores en forma, tamaño y capacidad eléctrica como vemos en la figura 2.2. (Rashid, 2004)

Figura 2.2: Tipos de capacitores.



Fuente: Unicrom.

2.1.35. Resistor

El componente electrónico más simple por su construcción y funcionamiento y más utilizado en los aparatos electrónicos, es el conocido como resistor o resistencia. El término resistencia, considerado en un sentido general, es la oposición que se presenta a una acción. En electricidad y electrónica, resistencia es la oposición al paso de la corriente eléctrica. Existen muchos aparatos en donde se utilizan resistores para convertir energía eléctrica en energía calorífica. Es el caso de las estufas, los hornos, las planchas, los calentadores de agua, etc.

En los aparatos electrónicos, los resistores se encuentran en todo tipo de circuitos y su función principal es controlar el paso de la corriente.

(Rashid, 2004)

2.1.36. Tipos de resistores

Los resistores están contruidos con diferentes materiales resistivos, en diversos tipos, formas y tamaños dependiendo de su

aplicación y se clasifican en dos grandes grupos, resistores fijos y resistores variables. (Rashid, 2004)

2.1.37. Resistores fijos

A este grupo pertenecen todos los resistores que presentan un mismo valor sin que exista la posibilidad de modificarlo a voluntad.

De acuerdo con su material de construcción los resistores fijos se clasifican en dos grandes grupos principales: (Rashid, 2004)

2.1.38. Resistores de carbón

Hay dos tipos de resistores fijos de carbón, los aglomerados y los de capa o película. En los aglomerados, el elemento resistivo es una masa homogénea de carbón, mezclada con un elemento aglutinante y fuertemente prensada en forma cilíndrica. Los terminales se insertan en la masa resistiva y el conjunto se recubre con una resina aislante de alta disipación térmica. Existe otro método de fabricación de los resistores de carbón que consiste en recubrir un tubo o cilindro de porcelana con una capa o película de carbón, o haciendo una ranura en espiral sobre la porcelana y recubriéndola luego con la película de carbón, quedando parecida a una bobina. Estas son los resistores de bajo vatiaje como las de 1/8, 1/4, 1/3, 1/2, 1 y 2 vatios. (Rashid, 2004)

2.1.39. Resistores de alambre

Se construyen con un alambre de aleación de níquel y cromo u otro material con características eléctricas similares. El alambre se enrolla sobre un soporte aislante de cerámica y luego se recubre con una capa de esmalte vítreo, con el fin de proteger el alambre y el resistor contra

golpes y corrosión. Son resistores hechos para soportar altas temperaturas sin que se altere su valor. Por tanto, corresponden a los vatiajes altos como 5, 10, 20, 50 y más altos. (Rashid, 2004)

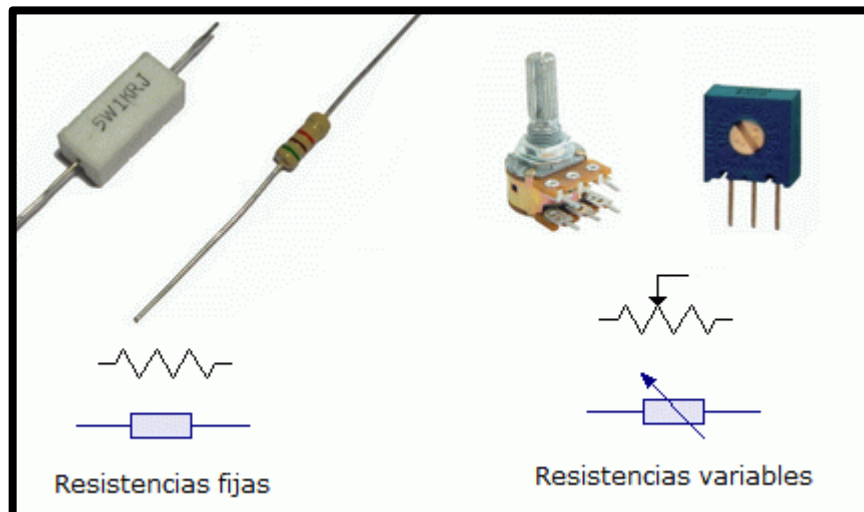
2.1.40. Resistores variables

Son aquellos resistores cuyo valor en ohmios puede ser variado dentro de un rango ya sea de forma manual o mediante algún estímulo externo tal como la luz, el calor, el sonido, el voltaje, etc. (Rashid, 2004)

2.1.41. Los potenciómetros

Los potenciómetros son resistores variables ampliamente utilizados cuyo valor en ohmios se puede ajustar a voluntad por medio de un eje o tomillo. En la figura 2.3 podemos observar los principales tipos de potenciómetros empleados en estos circuitos. La aplicación más conocida de los potenciómetros la tenemos en los controles de volumen y tonos (altos y bajos) en los aparatos de sonido, en los ecualizadores, en el control de brillo y contraste en los televisores y para fines especiales en algunos instrumentos electrónicos. Los potenciómetros se fabrican depositando una capa de carbón sobre una sección circular o rectangular de fibra o material compacto y aislante. Un eje en el centro permite que un contacto móvil se deslice a través de la sección resistiva. (Rashid, 2004)

Figura 2.3: Tipo de resistencias

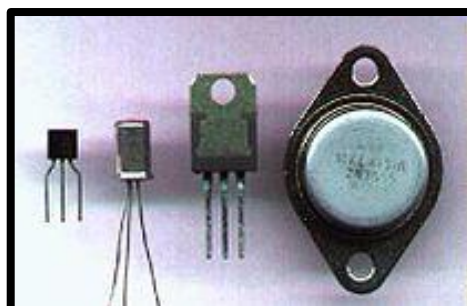


Fuente: Unicrom.

2.1.42. Transistor

El transistor es un Dispositivo semiconductor que permite el control y la regulación del flujo de corriente o tensión como un interruptor o amplificador para señales electrónicas. Existe una gran variedad de transistores como vemos en la figura 2.4. (Rashid, 2004)

Figura 2.4: Tipos de transistores



Fuente: Unicrom.

2.1.43. Zonas de trabajo del transistor

CORTE.- No circula intensidad por la Base, por lo que, la intensidad de Colector y Emisor también es nula. La tensión entre Colector y Emisor

es la de la batería. El transistor, entre Colector y Emisor se comporta como un interruptor abierto.

SATURACION.- Cuando por la Base circula una intensidad, se aprecia un incremento de la corriente de colector considerable. En este caso el transistor entre Colector y Emisor se comporta como un interruptor cerrado. De esta forma, se puede decir que la tensión de la batería se encuentra en la carga conectada en el Colector.

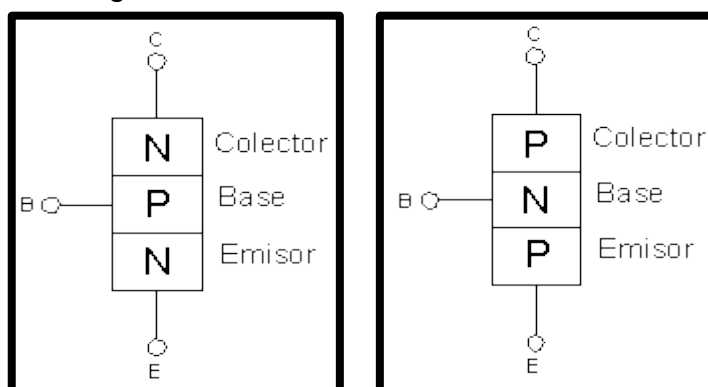
ACTIVA.- Actúa como amplificador. Puede dejar pasar más o menos corriente. (Rashid, 2004)

2.1.44. Polarización de un transistor

Una polarización correcta permite el funcionamiento de este componente. Generalmente podemos decir que la unión base - emisor se polariza directamente y la unión base - colector inversamente.

Existen dos tipos de polarización NPN y PNP como vemos en la figura 2.5.

Figura 2.5: Polarización de un transistor



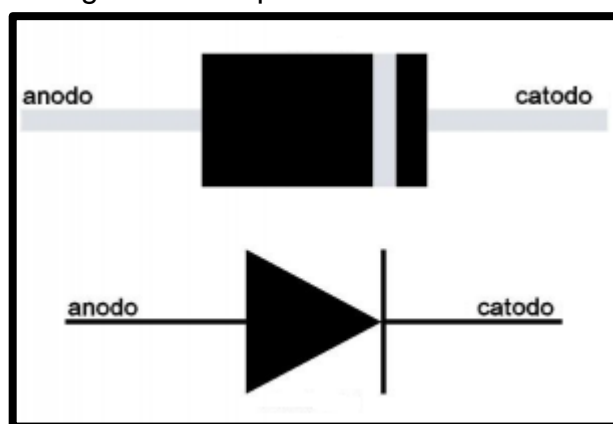
Fuente: Unicrom.

2.1.45. Diodo

Un diodo es un dispositivo diseñado para que la corriente fluya en un solo sentido, es decir, solamente permite que la corriente vaya en una sola dirección.

El símbolo representativo del diodo en esquemas electrónicos es como se muestra en la figura 2.6:

Figura 2.6: Representación del diodo



Fuente: Unicrom.

La corriente fluye desde el terminal positivo (el ánodo) hasta el terminal negativo (cátodo). En los diodos físicos se identifica el cátodo por una franja que se coloca en uno de los extremos del diodo. (Rashid, 2004)

2.1.46. Tipos de diodo

DIODOS METAL-SEMICONDUCTOR

Los más antiguos son los de Germanio con punta de tungsteno o de oro. Su aplicación más importante se encuentra en HF, VHF y UHF. También se utilizan como detectores en los receptores de modulación de frecuencia. Por el tipo de unión que tiene posee una capacidad muy baja, así como una resistencia interna en conducción que produce una tensión

máxima de 0,2 a 0,3v. El diodo Schottky son un tipo de diodo cuya construcción se basa en la unión metal conductor con algunas diferencias respecto del anterior. Fue desarrollado por la Hewlett-Packard en USA, a principios de la década de los 70. La conexión se establece entre un metal y un material semiconductor con gran concentración de impurezas, de forma que solo existirá un movimiento de electrones, ya que son los únicos portadores mayoritarios en ambos materiales. Al igual que el de germanio, y por la misma razón, la tensión de umbral cuando alcanza la conducción es de 0,2 a 0,3v. Igualmente tienen una respuesta notable a altas frecuencias, encontrando en este campo sus aplicaciones más frecuentes. Un inconveniente de esto tipo de diodos se refiere a la poca intensidad que es capaz de soportar entre sus extremos. El encapsulado de estos diodos es en forma de cilindro, de plástico o de vidrio. De configuración axial. Sobre el cuerpo se marca el cátodo, mediante un anillo serigrafiado. (Rashid, 2004)

DIODOS RECTIFICADORES

Su construcción está basada en la unión PN siendo su principal aplicación como rectificadores. Este tipo de diodos (normalmente de silicio) soportan elevadas temperaturas (hasta 200°C en la unión), siendo su resistencia muy baja y la corriente en tensión inversa muy pequeña.

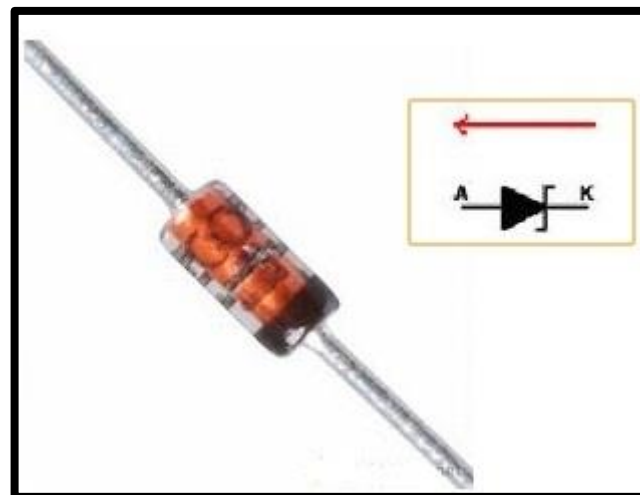
Gracias a esto se pueden construir diodos de pequeñas dimensiones para potencias relativamente grandes, desbancando así a los diodos termoiónicos desde hace tiempo. Sus aplicaciones van desde elemento indispensable en fuentes de alimentación como en televisión, aparatos de rayos X y microscopios electrónicos, donde deben rectificar

tensiones altísimas. En fuentes de alimentación se utilizan los diodos formando configuración en puente (con cuatro diodos en sistemas monofásicos), o utilizando los puentes integrados que a tal efecto se fabrican y que simplifican en gran medida el proceso de diseño de una placa de circuito impreso. Los distintos encapsulados de estos diodos dependen del nivel de potencia que tengan que disipar. Hasta 1w se emplean encapsulados de plástico. Por encima de este valor el encapsulado es metálico y en potencias más elevadas es necesario que el encapsulado tenga previsto una rosca para fijar este a un radiador y así ayudar al diodo a disipar el calor producido por esas altas corrientes. Igual le pasa a los puentes de diodos integrados. (Rashid, 2004)

DIODOS ZENER

Se emplean para producir entre sus extremos una tensión constante e independiente de la corriente que las atraviesa según sus especificaciones. Para conseguir esto se aprovecha la propiedad que tiene la unión PN cuando se polariza inversamente al llegar a la tensión de ruptura (tensión de Zener), pues la intensidad inversa del diodo sufre un aumento brusco. Para evitar la destrucción del diodo por la avalancha producida por el aumento de la intensidad se le pone en serie una resistencia que limita dicha corriente. Se producen desde 3,3v y con una potencia mínima de 250mW. Los encapsulados pueden ser de plástico o metálico como se ve en la figura 2.7, según la potencia que tenga que disipar. (Rashid, 2004)

Figura 2.7: Símbolo del diodo

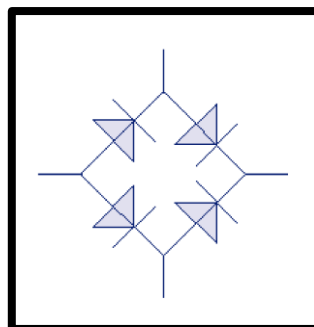


Fuente: Unicrom.

PUENTE DE DIODOS O PUENTE RECTIFICADOR

El puente de diodos o puente rectificador es un arreglo hecho con 4 diodos cuyo propósito es rectificar una onda de corriente alterna. A diferencia del rectificador de media onda que elimina uno de los semiciclos, esta configuración invierte el signo de uno de los semiciclos, logrando que una onda de corriente alterna se convierta en corriente directa. El símbolo del puente rectificador es el que se muestra en la figura 2.8. (Bragos, 1999)

Figura 2.8: Puente rectificador



Elaboración: Propia.

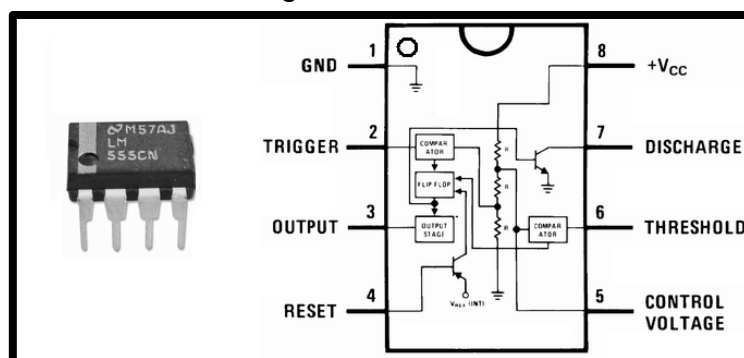
2.1.47. Timer 555

El 555 es un circuito integrado cuya función principal es producir pulsos de temporización con precisión, entre sus funciones secundarias están la de oscilador, divisor de frecuencia, modulador o generador.

Este circuito integrado incorpora dentro de sí, dos comparadores de voltaje, un flip flop, una etapa de salida de corriente, un divisor de voltaje por resistor y un transistor de descarga. Dependiendo de cómo se interconecten estas funciones utilizando componentes externos es posible conseguir que dicho circuito realiza un gran número de funciones tales como la del multivibrador astable y la del circuito monoestable.

El 555 como se ve en la figura 2.9, tiene diversas aplicaciones, como: Control de sistemas secuenciales, divisor de frecuencias, modulación por ancho de pulso, generación de tiempos de retraso, repetición de pulsos, etc. (Datasheet Unicrom, 2014)

Figura 2.9: LM555



Fuente: Texas Instrument.

2.1.48. Cruce por cero

Los detectores de cruce por cero se utilizan para detectar los tipos de señales, o diferentes significados de señales. Algo muy simple sería considerar una señal que 'en su parte positiva' indicará un 'uno lógico' y en su parte negativa un 'cero lógico'. El detector de cruce por cero es parte del circuito de detección 'por nivel' para determinar si se ha recibido un 'uno' o un 'cero'. Con señales analógicas los detectores de cruce por cero operan con formas de ondas mucho más variantes que las del caso digital, se pueden utilizar para determinar el tipo de la forma de onda, el nivel promedio de la señal, ayudar a integrar o diferenciar señales, etc.

Toda aquella 'función matemática' a aplicar a la señal que requiera determinar el 'nivel de cero' de tal señal. (Rolan, 2002)

2.1.49. Tipos de señales

Los circuitos electrónicos se pueden dividir en dos amplias categorías según el tipo de señal con el que trabajan: señal digital y señal analógica. (Álvarez, 2000)

Señal analógica

La señal analógica como se ve en la figura 10, es aquella que presenta una variación continua con el tiempo, es decir, que a una variación suficientemente significativa del tiempo le corresponderá una variación igualmente significativa del valor de la señal (la señal es continua).

Toda señal variable en el tiempo, por complicada que ésta sea, se representa en el ámbito de sus valores (espectro) de frecuencia. De este

modo, cualquier señal es susceptible de ser representada descompuesta en su frecuencia fundamental y sus armónicos. El proceso matemático que permite esta descomposición se denomina análisis de Fourier.

Es preciso indicar que la señal analógica, es un sistema de comunicaciones de las mismas características, mantiene dicho carácter y deberá ser reflejo de la generada por el usuario. Esta necesaria circunstancia obliga a la utilización de canales lineales, es decir canales de comunicación que no introduzcan deformación en la señal original.

Las señales analógicas predominan en nuestro entorno (variaciones de temperatura, presión, velocidad, distancia, sonido etc.) y son transformadas en señales eléctricas, mediante el adecuado transductor, para su tratamiento electrónico.

La utilización de señales analógicas en comunicaciones todavía se mantiene en la transmisión de radio y televisión tanto privada como comercial. Los parámetros que definen un canal de comunicaciones analógicas son el ancho de banda (diferencia entre la máxima y la mínima frecuencia a transmitir) y su potencia media y de cresta. (Álvarez, 2000)

Señal digital

Una señal digital como se ve en la figura 2.10, es aquella que presenta una variación discontinua con el tiempo y que sólo puede tomar ciertos valores discretos. Su forma característica es ampliamente conocida: la señal básica es una onda cuadrada (pulsos) y las representaciones se realizan en el dominio del tiempo.

Sus parámetros son:

- Altura de pulso (nivel eléctrico)
- Duración (ancho de pulso)
- Frecuencia de repetición (velocidad pulsos por segundo)

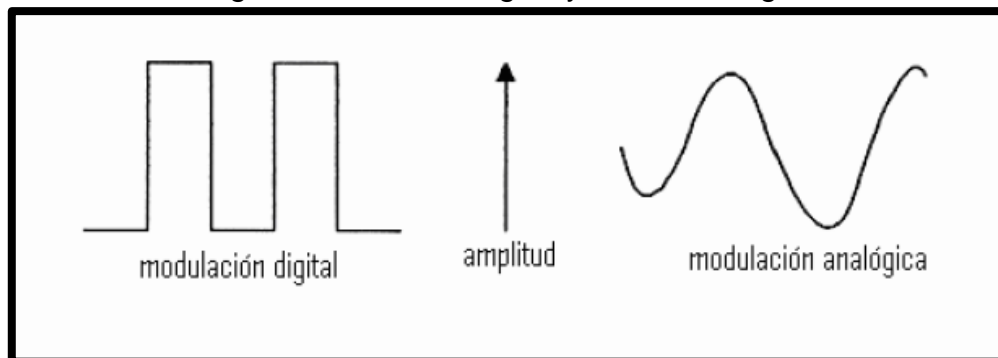
Las señales digitales no se producen en el mundo físico como tales, sino que son creadas por el hombre y tiene una técnica particular de tratamiento, y como dijimos anteriormente, la señal básica es una onda cuadrada, cuya representación se realiza necesariamente en el dominio del tiempo.

La utilización de señales digitales para transmitir información se puede realizar de varios modos: el primero, en función del número de estados distintos que pueda tener. Si son dos los estados posibles, se dice que son binarias, si son tres, ternarias, si son cuatro, cuaternarias y así sucesivamente. Los modos se representan por grupos de unos y de ceros, siendo, por tanto, lo que se denomina el contenido lógico de información de la señal.

La segunda posibilidad es en cuanto a su naturaleza eléctrica. Una señal binaria se puede representar como la variación de una amplitud (nivel eléctrico) respecto al tiempo (ancho del pulso).

Resumiendo, las señales digitales sólo pueden adquirir un número finito de estados diferentes, se clasifican según el número de estados (binarias, ternarias, etc.) y según su naturaleza eléctrica (unipolares y bipolares).
(Álvarez, 2000)

Figura 2.10: Señal digital y Señal analógica



Fuente: Cisco.

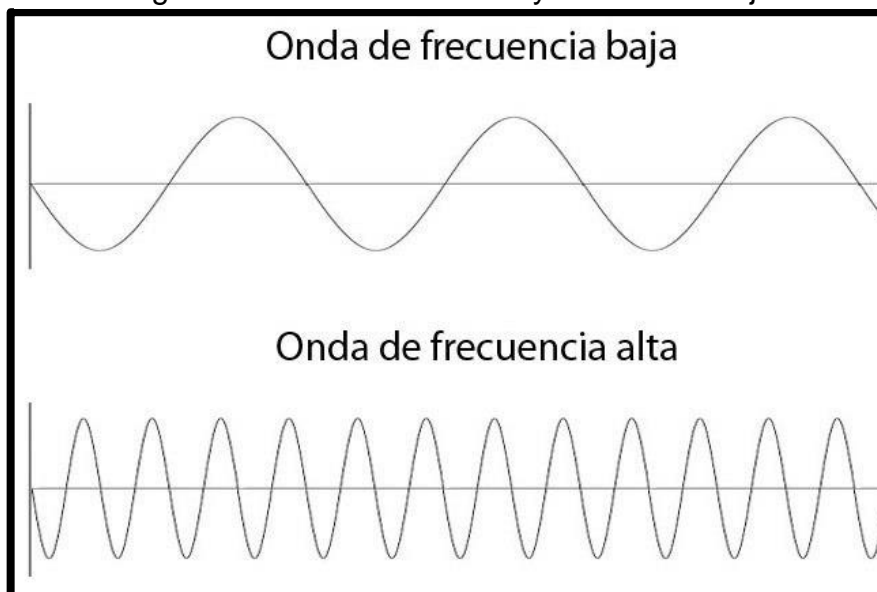
2.1.50. Frecuencia

La frecuencia es una magnitud la cual contabiliza las repeticiones por unidad de tiempo de cualquier suceso periódico, para calcular esta magnitud se toman en cuenta un número de ocurrencias de este teniendo en cuenta un intervalo temporal, luego estas repeticiones se dividen por el tiempo transcurrido.

La frecuencia se mide en hercios (Hz), esto en honor a Heinrich Rudolf Hertz. Un hercio es la representación de un suceso repetido una vez por segundo.

La frecuencia puede dividirse en alta frecuencia y baja frecuencia como se ve en la figura 2.11, entre menos sucesos sucedan en un periodo, la frecuencia será más baja, por el contrario si existen más sucesos en el mismo periodo la frecuencia será alta, un ejemplo de esto se ve en las siguientes gráficas. (Alvarez, 2000)

Figura 2.11: Frecuencia alta y frecuencia baja

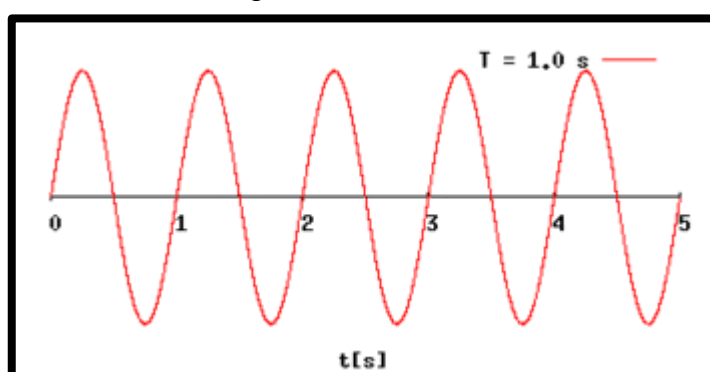


Fuente: Cisco.

2.1.51. Periodo

El periodo de una onda comúnmente es representado por la letra “T” y no es otra cosa más que el tiempo transcurrido entre 2 puntos equivalentes de la onda como se ve en la figura 2.12. (Herrera, 2004)

Figura 2.12: Periodo

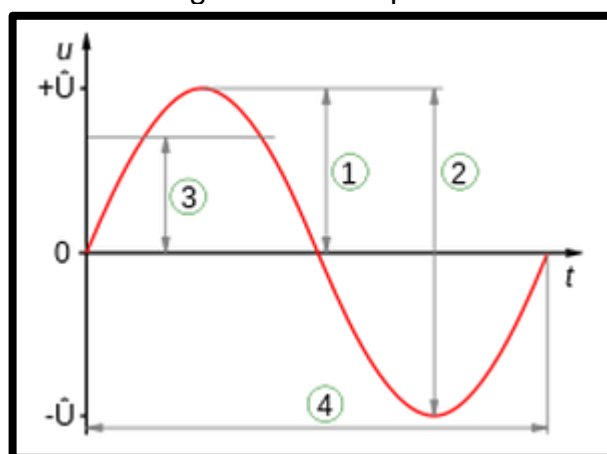


Fuente: Cisco.

2.1.52. Amplitud

En física la amplitud de un movimiento oscilatorio, ondulatorio o señal electromagnética es una medida de la variación máxima del desplazamiento u otra magnitud física que varía periódica o cuasi periódicamente en el tiempo. Es la distancia entre el punto más alejado de una onda y el punto de equilibrio o medio como se ve en la figura 2.13. (Herrera, 2004)

Figura 2.13: Amplitud



Fuente: Cisco.

2.1.53. Motor eléctrico

El motor eléctrico es un artefacto que transforma la energía eléctrica en energía mecánica, de manera que puede impulsar el funcionamiento de una máquina. Esto ocurre por acción de los campos magnéticos que se generan gracias a las bobinas, (aquellos pequeños cilindro con hilo metálico conductor aislado). Los motores eléctricos son muy comunes, se pueden encontrar en trenes, máquinas de procesos industriales y en los relojes eléctricos; algunos de uso general tienen proporciones estandarizadas, lo que ayuda a mejorar la selección de

acuerdo a la potencia que se desea alcanzar para el dispositivo en el que se incluirá.

Las fuentes que alimentan al motor eléctrico pueden ser de corriente alterna (AC) o corriente continua (CC). Cuando se trata de la corriente alterna, las redes eléctricas o las plantas eléctricas son el impulso principal del motor; existen varios tipos de este motor, llamados: motor asíncrono y síncrono. A diferencia de éste, cuando la corriente continua es el encargado de sustentar el funcionamiento, las baterías, los rectificadores, los paneles solares y los dinamos son los artefactos que colaboran en el proceso; estos se clasifican en: motor serie, motor compound, motor shunt y motor eléctrico sin escobillas. El motor universal, por su parte, funciona con ambos tipos de corriente.

El motor eléctrico tiene muchas ventajas, entre ellas se encuentra su tamaño y peso reducido, el hecho de que puede ser construido para casi cualquier tipo de máquina y una potencia bastante alta, su rendimiento está la mayor parte del tiempo en un 75%, no emite ningún tipo de sustancia o gas contaminante y no necesitan una ventilación externa. (Rolan, 2002)

2.1.54. Motor de corriente continua

También se le conoce como motor de corriente directa, motor DC o bien motor CC, es una máquina que convierte la energía eléctrica en mecánica provocando un movimiento rotatorio, gracias a la acción que se genera del campo magnético.

Ya que una máquina de corriente continua (motor o generador) se compone principalmente de dos partes que son: El rotor, por lo regular es de forma cilíndrica, también devanado y con núcleo alimentado con corriente directa mediante escobillas fijas como también se le conoce como carbones.

También se compone del estator, es el que da soporte mecánico al aparato y contiene los devanados principales de las máquinas conocidas también con el nombre de polos, que pueden ser de imanes permanentes o devanados con hilo de cobre sobre un núcleo de hierro. Darle mantenimientos a estas máquinas es uno de los principales inconvenientes, ya que aparte de ser laborioso es muy caro, por su desgaste que sufre las escobillas al entrar en contacto con las delgas. (Rolan, 2002)

2.1.55. Motor de corriente alterna

Son todos aquellos motores eléctricos que funcionan con alimentación eléctrica. Un motor es una máquina motriz, el encargado de convertir una forma determinada de energía en energía mecánica de rotación o par. El motor eléctrico convierte la energía eléctrica en fuerzas de giro por medio de la acción mutua de los campos magnéticos.

Al generador eléctrico también se le puede llamar una máquina generatriz, porque transforma la energía mecánica de rotación en energía eléctrica. Las formas básicas son el generador de corriente continua y el generador de corriente alterna este último más correctamente llamado alternador. Ahora bien todos los generadores necesitan una máquina

motriz (motor) de algún tipo para producir la fuerza de rotación, por medio de la cual un conductor puede cortar las líneas de fuerza magnéticas y producir una fem. (Rolan, 2002)

2.1.56. Modulación de ancho de pulsos (PWM)

La modulación por ancho o de pulso (o en inglés pulse width modulation PWM) es un tipo de señal de voltaje utilizada para enviar información o para modificar la cantidad de energía que se envía a una carga. Este tipo de señales es muy utilizada en circuitos digitales que necesitan emular una señal analógica.

Este tipo de señales son de tipo cuadrada o sinusoidales en las cuales se les cambia el ancho relativo respecto al período de la misma, el resultado de este cambio es llamado ciclo de trabajo y sus unidades están representadas en términos de porcentaje. (Rolan, 2002)

2.1.57. Potencia

La potencia es la cantidad de trabajo que se realiza por unidad de tiempo. Puede asociarse a la velocidad de un cambio de energía dentro de un sistema, o al tiempo que demora la concreción de un trabajo. Por lo tanto, es posible afirmar que la potencia resulta igual a la energía total dividida por el tiempo. (Rashid, 2004)

2.1.58. Torque

Torsión es la sollicitación que se presenta cuando se aplica un momento sobre el eje longitudinal de un elemento constructivo o prisma mecánico, como pueden ser ejes o, en general, elementos donde una

dimensión predomina sobre las otras dos, aunque es posible encontrarla en situaciones diversas.

La torsión se caracteriza geoméricamente porque cualquier curva paralela al eje de la pieza deja de estar contenida en el plano formado inicialmente por las dos curvas. En lugar de eso una curva paralela al eje se retuerce alrededor de él. (Rolan, 2002)

2.1.59. Matlab

MATLAB (abreviatura de MATrix LABoratory, "laboratorio de matrices") es una herramienta de software matemático que ofrece un entorno de desarrollo integrado (IDE) con un lenguaje de programación propio (lenguaje M). Está disponible para las plataformas Unix, Windows, Mac OS X y GNU/Linux .

Entre sus prestaciones básicas se hallan: la manipulación de matrices, la representación de datos y funciones, la implementación de algoritmos, la creación de interfaces de usuario (GUI) y la comunicación con programas en otros lenguajes y con otros dispositivos hardware. El paquete MATLAB dispone de dos herramientas adicionales que expanden sus prestaciones, a saber, Simulink (plataforma de simulación multidominio) y GUIDE (editor de interfaces de usuario - GUI). Además, se pueden ampliar las capacidades de MATLAB con las cajas de herramientas (toolboxes); y las de Simulink con los paquetes de bloques (blocksets).

Es un software muy usado en universidades y centros de investigación y desarrollo. En los últimos años ha aumentado el número

de prestaciones, como la de programar directamente procesadores digitales de señal o crear código VHDL. (Gilat, 2005)

Lenguaje

Las aplicaciones de MATLAB se desarrollan en un lenguaje de programación propio. Este lenguaje es interpretado, y puede ejecutarse tanto en el entorno interactivo, como a través de un archivo de script (archivos *.m). Este lenguaje permite operaciones de vectores y matrices, funciones, cálculo lambda, y programación orientada a objetos. (Gilat, 2005)

2.2. Hipótesis de la investigación

2.2.1. Hipótesis General

Al diseñar e implementar un sistema de seguridad automatizado para un circular de banco usado en la industria de la carpintería aplicando los sistemas de control conseguiremos que los riesgos por accidentes en la empresa Industria Metal Madera Apaza S.A. se reduzca de manera considerable.

2.2.2. Hipótesis específicas

- Si diseñamos el sistema de seguridad automatizado para un circular de banco tendremos como respuesta un sistema estable con los componentes electrónicos necesarios.
- Si se implementa el sistema de seguridad para el circular de banco se conseguirá que la maquina sea más segura para los usuarios.

- Si obtenemos el sistema de control adecuado para aplicar la seguridad en la máquina daremos con el tiempo necesario del actuar del sistema.
- Si prevenimos los posibles accidentes causados por la maquina hacia sus usuarios con un tiempo de respuesta del sistema de 3 segundos entonces tendremos un sistema óptimo.
- Si implementamos el sistema de seguridad automatizado con componentes comerciales y con garantía obtendremos un sistema de bajo costo y accesible para la empresa.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es de tipo experimental, porque es necesario realizar pruebas en los circuitos de los sensores, variador de frecuencia y el sistema de potencia durante el transcurso de la investigación, además de métodos y técnicas que se realizaran para obtener los mejores resultados y llegar a resolver el problema.

El nivel de la investigación es del tipo analítica, porque se fundamenta en base a las teorías y formulaciones estudiadas y establecidas anteriormente por otros investigadores; implica la síntesis posterior de lo analizado, ya que se trata de entender las situaciones en términos de sus componentes, debido a que pretende descubrir los elementos que conforman la totalidad de las partes

3.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El presente proyecto de investigación titulado “diseño e implementación de un sistema de seguridad automatizado para un circular de banco usado en la industria de la carpintería aplicando los sistemas de control en la empresa industria metal madera Apaza s.a.”

Se utilizó los siguientes instrumentos para el diseño e implementación del sistema de seguridad automatizado:

- Computadora personal HP 14.
- Software Matlab/simulink para hacer el análisis y modelamiento matemático de la etapa de potencia.
- Software Eagle 6.4.0 para el diseño de placas PBC.
- Software PROTEUS 7.0 para la simulación de los circuitos.
- Multímetro digital con sus accesorios, para verificar las salidas de voltaje y posibles fallas.
- Componentes electrónicos pasivos y activos para la implementación del sistema de seguridad automatizado.
- Osciloscopio digital, para tomar las señales de salida y ver el comportamiento de cada uno de los circuitos y calibrarlos.
- Fuente de voltaje DC y AC, para alimentar todo el sistema.
- Circular de banco, para su implementación del sistema en la empresa.
- Motor monofásico AC de 2 HP.

3.3. Lista de materiales usados en la implementación

Para realizar la implementación del proyecto de investigación se tuvo que hacer uso de diferentes materiales para poder completar el sistema de seguridad automatizado para un circular de banco, los cuales se muestran a continuación en la tabla 1.

Tabla 1: Lista de materiales y precios para la implementación del sistema de seguridad automatizado para el circular de banco.

Nombre de producto	N° de producto	Descripción	Precio
Frenos de motocicletas	2	Freno de disco, Honda	S/. 140.00
Transformador	1	Simetrico 30 V, 3 A	S/. 50.00
Fuente Eléctrica	1	Fuente de 5V.	S/. 10.00
Placa de Baquelita	1	25x25 cm	S/. 8.00
Cables	5 Metros		S/. 4.00
Resistores	30	de 1/2 A.	S/. 3.00
Circuito Integrado	4	4011	S/. 8.00
Triac	1	BTA41 600B	S/. 40.00
Diodo Rectificador	10	1N4004	S/. 2.00
Diodo Zener	3	1N4740	S/. 1.50
Capacitores	8	10u,50v	S/. 3.00
Borneras	10	2 Pines 5 mm	S/. 4.00
Motor DC	1	Motor dc 24 V.	S/. 15.00
Motor DC	1	Motor dc 5V.	S/. 8.00
Potenciómetro	2	100k Ohm,2.2 M Ohm	S/. 3.50
Sensor de Temperatura	4	LM35	S/. 16.00
Sensor de Estática	2		S/. 13.00
Ácido Férrico	1/2 Litro		S/. 5.00
Estaño	2 Metros		S/. 4.00
Pernos	15	Hexagonal de 1/4	S/. 6.00
Mano de Obra			S/. 300.00
TOTAL			S/. 634.00

Elaboración: Propia.

3.4. Análisis de datos

El procesamiento y análisis de datos para la presente investigación como primer paso fue diseñar las etapas de control que nos permitirán ordenar y dirigir el comportamiento de otros sistemas, para luego diseñar la etapa de potencia que nos permitirá el manejo del corriente continua y a su vez controlar el motor del circular de banco y por ultimo tendremos las etapas sensoriales que permitirán la activación del sistema de seguridad automatizado mediante un pulso que permitirá el funcionamiento del sistema. La toma y análisis de datos se darán etapa por etapa para ver su correcto funcionamiento en sus salidas de señal para así tener un sistema óptimo y eficiente.

3.5. Contratación de la hipótesis

A continuación tendremos el proceso constructivo del diseño de un sistema de seguridad automatizado para un circular de banco usado en la industria de la carpintería aplicando sistemas de control, apoyados por software como Proteus y Eagle.

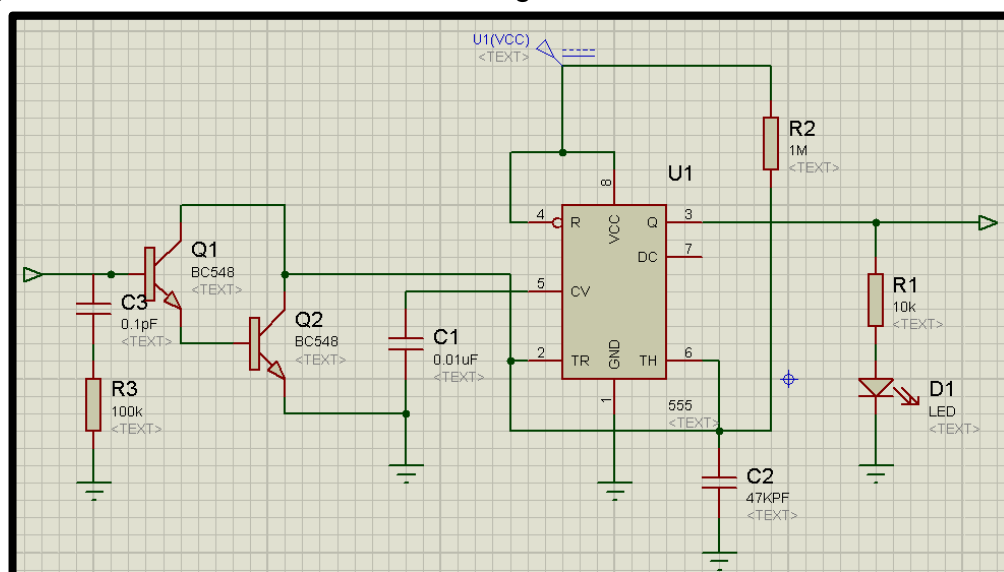
3.5.1. Sistema de sensores

Estos sistemas de sensores permitirán detectar la presencia del usuario del cierra circular de banco a una distancia mínima de la cierra en forma de disco, mandando señales inmediatamente al sistemas de control.

3.5.1.1. Sensor de energía estática

Este sensor detecta la energía estática que se acumula en una persona, aunque es una carga mínima, una variación electrostática puede ser detectada a una mínima distancia enviando señales al sistema de control, las señales enviadas se representan por pulsos con valor de 3.62 voltios y es sensible hasta 5.22 centímetros de distancia, como se puede observar en la figura 3.14 de simulación, y en la figura 3.15 de diseño, obteniendo el diseño de PBC del sensor de energía estática mostrado en la figura 3.16, y mostrando la señal de salida del sensor en el osciloscopio que muestra la figura 3.17.

Figura 3.14: Diseño del sensor de energía estática, diseñado en PROTEUS 7.



Elaboración: Propia.

Calculo de la polarización del transistor BC548

Donde:

$$\beta = 100, \quad I_c = 11.4 \text{ mA.}$$

$$I_b = \frac{I_c}{\beta} = \frac{11.4 \text{ mA}}{100} = 0.1143 \text{ mA.} \quad \dots(\text{Ec. 3.1})$$

$$R_b = \frac{V_{cc}-0.7}{I_b} = \frac{12 \text{ V}-0.7 \text{ V}}{0.1143 \text{ mA}} = 98.86 \text{ Kohm.} \quad \dots(\text{Ec. 3.2})$$

$R_b = 100 \text{ Kohm}$ (Valor Comerciable)

Calculo del temporizador 555

$$R_2 = 1 \text{ Mohm.}$$

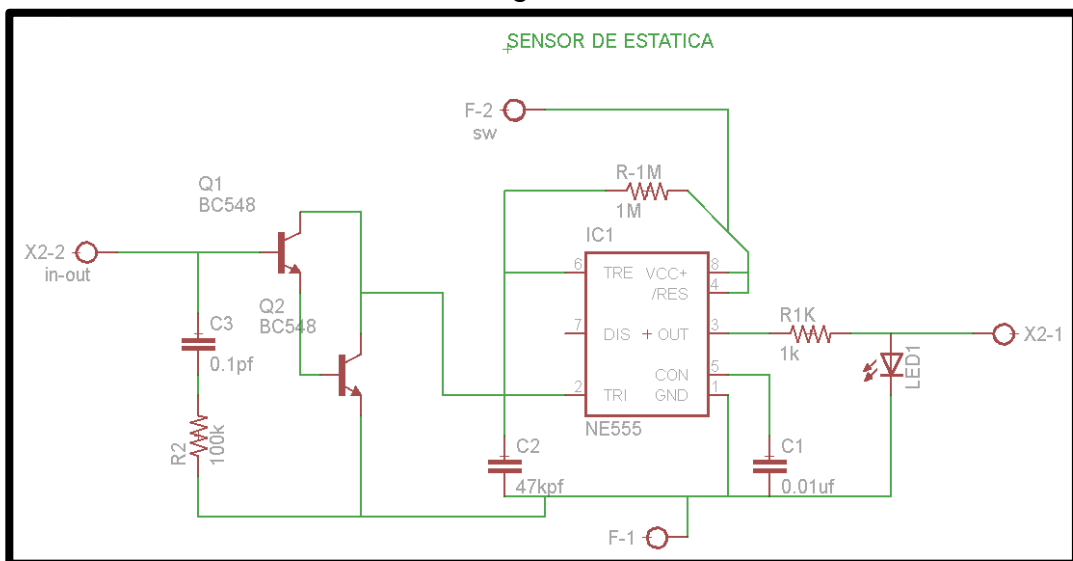
$$C_2 = 47 \text{ Pf.}$$

$$t = 1.1 \times R_2 \times C_2 \quad \dots(\text{Ec. 3.3})$$

$$t = 1.1 \times 10^6 \times 47 \times 10^{-9}$$

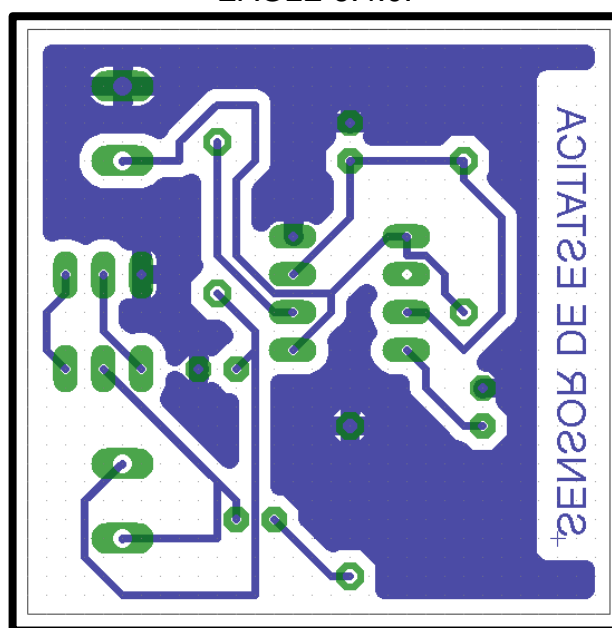
$$t = 5.7 \text{ ms.}$$

Figura 3.15: Diseño del sensor de energía estática, diseñado en EAGLE 6.4.0.



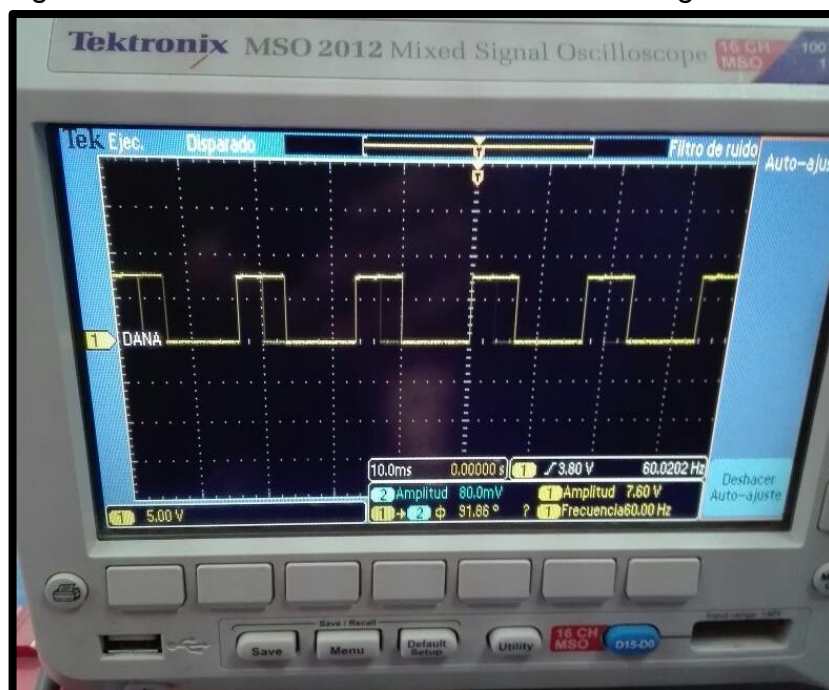
Elaboración: Propia.

Figura 3.16: Diseño del PBC del sensor de energía estática, diseñado en EAGLE 6.4.0.



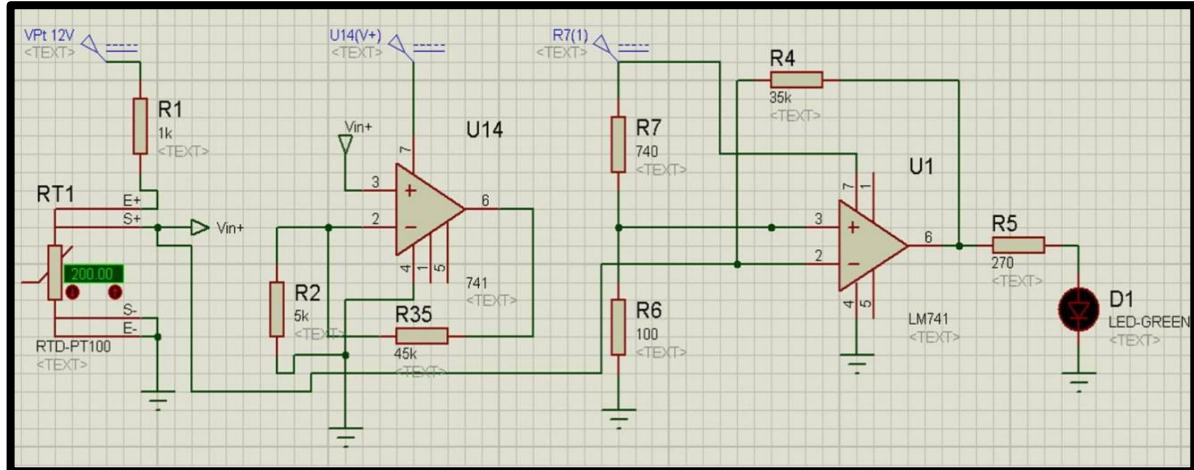
Elaboración: Propia.

Figura 3.17: Señal de salida del sensor de energía estática.



Fuente: Osciloscopio del laboratorio de ing. Electrónica.

Figura 3.19: Diseño del sensor de temperatura, diseñado en PROTEUS 7.



Elaboración: Propia.

Cálculos de la primera etapa del amplificador no Inversor.

$$V_i = I \times R_2 \quad \dots(\text{Ec. 3.4})$$

$$V_0 = I \times (R_2 + R_{35}) \quad \dots(\text{Ec. 3.5})$$

$$V_0 = \frac{V_i}{R_2} (R_2 + R_{35}) \quad \dots(\text{Ec. 3.6})$$

$$\frac{V_0}{v_i} = \frac{(R_2 + R_{35})}{R_2}$$

$$A = \frac{5K + 45k}{5k} = 10$$

Para esta primera etapa se desea una ganancia de 10.

$$V_i = 2.45 \times 10^{-6} \text{ Voltios}$$

$$I = \frac{2.45 \times 10^{-6} V}{5 K\Omega}$$

$$I = 0.49 \times 10^{-6} A.$$

Cálculos de la segunda etapa del amplificador no Inversor.

$$V_0 = V_{01} - V_i \quad \dots(\text{Ec. 3.7})$$

Donde:

$$R_6 = R_4$$

$$V_{01} = \frac{V_{01} \times R_6}{R_7 + R_6} \quad \dots(\text{Ec. 3.8})$$

$$V_{02} = \frac{-V_i \times R_4}{R_7 + R_6} \quad \dots(\text{Ec. 3.9})$$

$$V_0 = \frac{V_{01} \times R_6}{R_7 + R_6} - \frac{V_i \times R_4}{R_7 + R_6} \quad \dots(\text{Ec. 3.10})$$

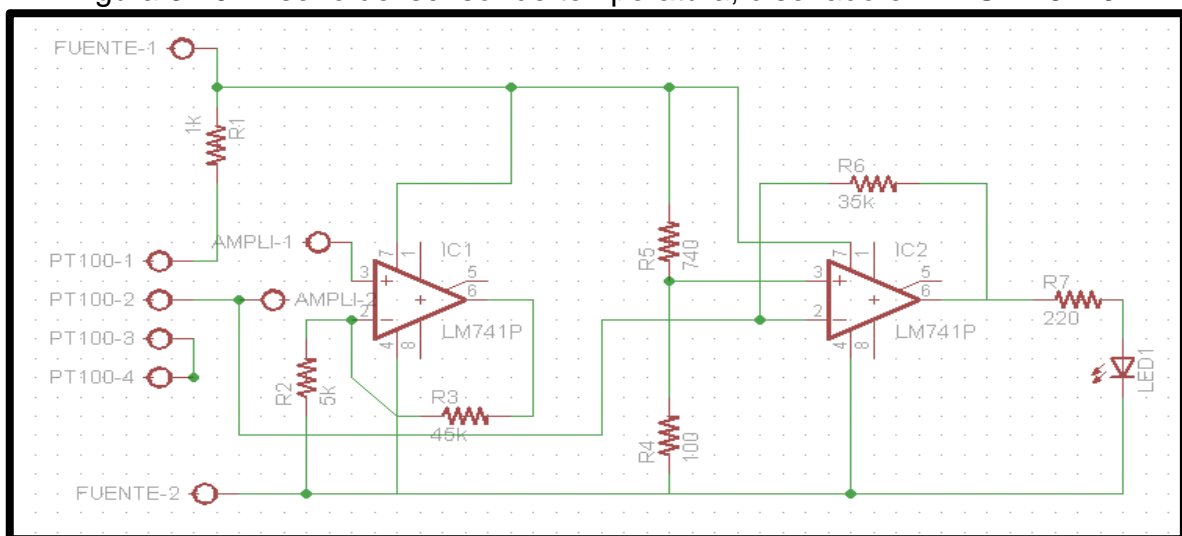
$$V_0 = \frac{(V_{01} - V_i)(R_4)}{R_7 + R_4}$$

$$\frac{V_0}{v_{01} - v_i} = \frac{R_4}{R_7 + R_4}$$

$$A = \frac{35K}{870} = 41.66$$

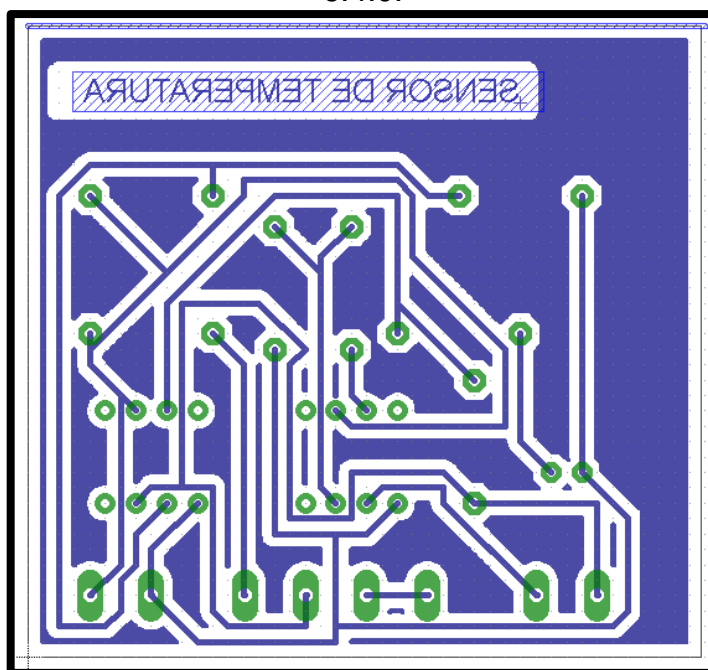
Para esta segunda etapa se desea una ganancia de 41.66

Figura 3.20: Diseño del sensor de temperatura, diseñado en EAGLE 6.4.0.



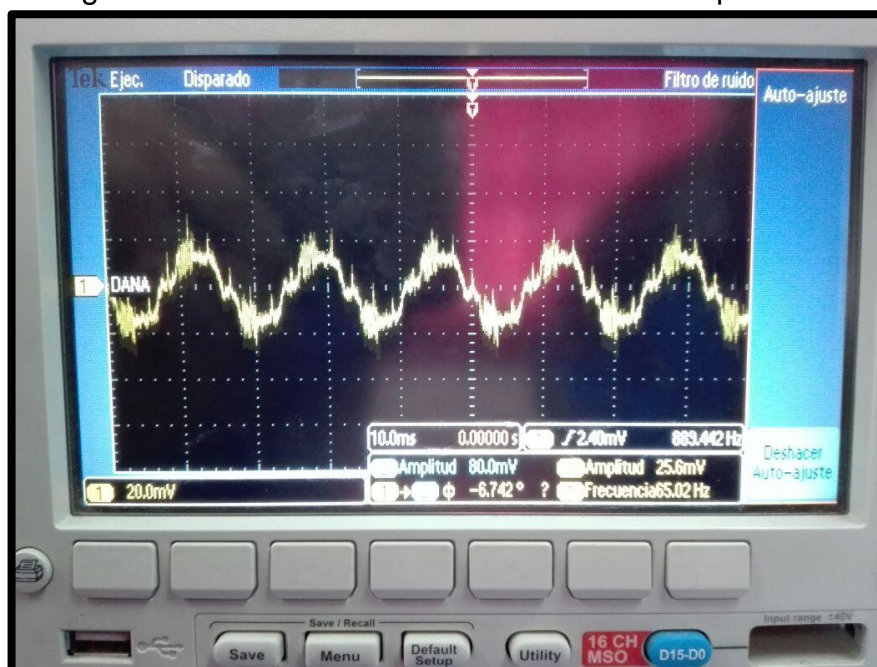
Elaboración: Propia.

Figura 3.21: Diseño del PBC del sensor de temperatura, diseñado en EAGLE 6.4.0.



Elaboración: Propia.

Figura 3.22: Señal de salida del sensor de temperatura.



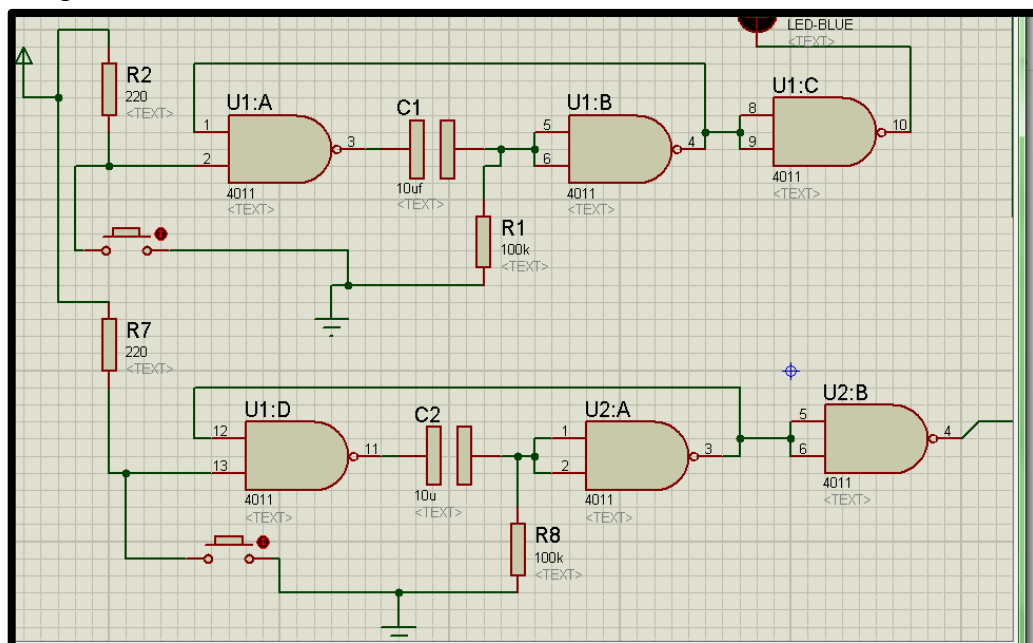
Fuente: Osciloscopio del laboratorio de ing. Electrónica.

3.5.2. Sistema de control

Es en el sistema de control que consiste en la mayor parte todo el trabajo debido a que es responsable de enviar señales de control al variador de frecuencia, estas señales se envían a fin de obtener las formas de onda deseada.

Este sistema de control, es activado por los sensores de temperatura y de energía estática, como se puede ver en la figura 3.23 el diseño del sistema, simulado en Proteus, de la misma manera diseñado en Eagle mostrado en las figuras 3.24 y 3.25, así para obtener el diseño de PBC del sistema de control y de motor como muestra la figura 3.26, y por ultimo las señales de salida mostrados en el osciloscopio como muestra la figura 3.27 y 3.28.

Figura 3.23: Diseño del sistema de control, diseñado en PROTEUS 7.



Elaboración: Propia.

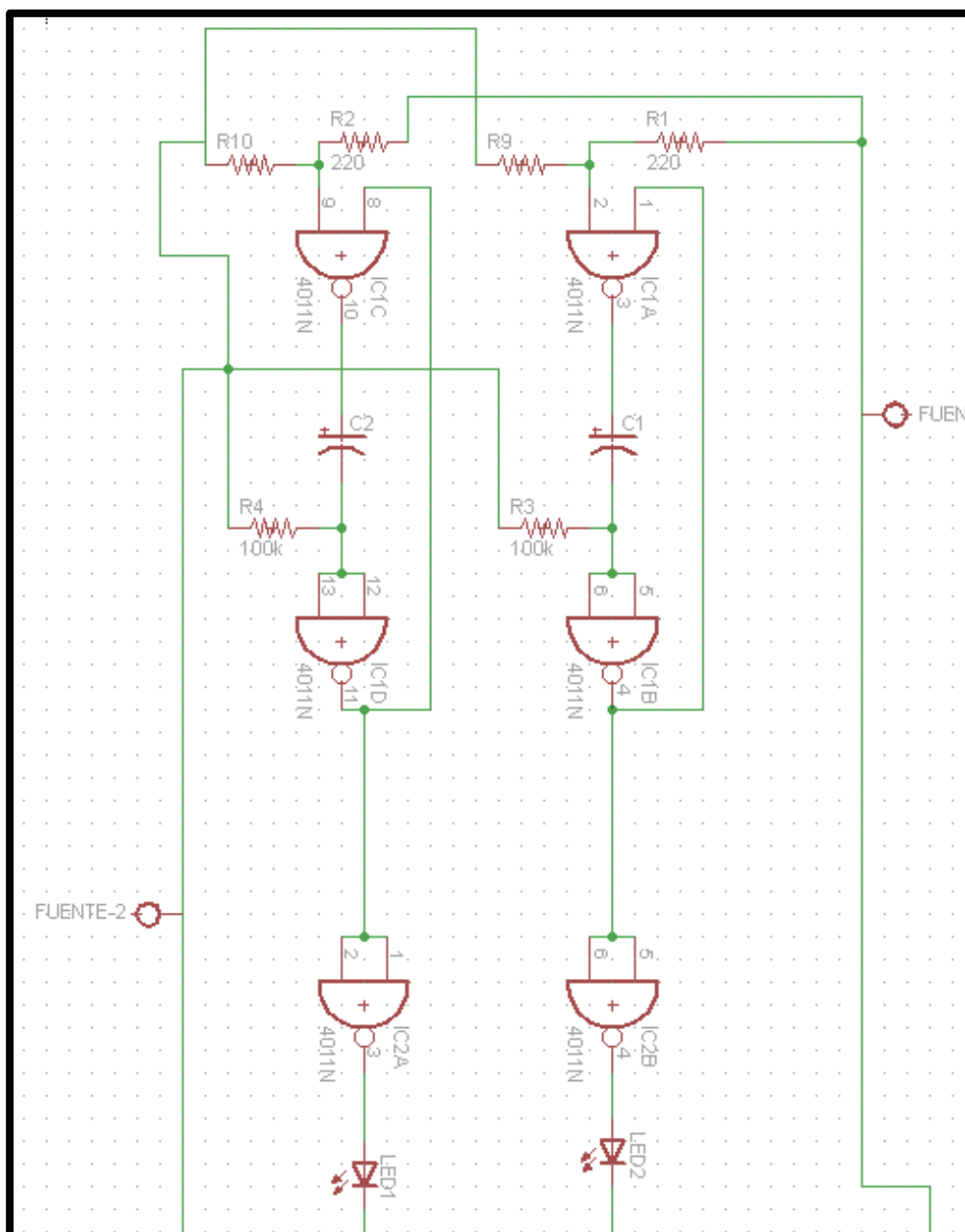
Calculo del tiempo que requerimos para el sistema de control de la etapa 1 y etapa 2

$$T = 0.69 \times R_t \times C_t \quad \dots(\text{Ec. 3.11})$$

$$T = 0.69 \times 100K \times 10 \times 10^{-6}$$

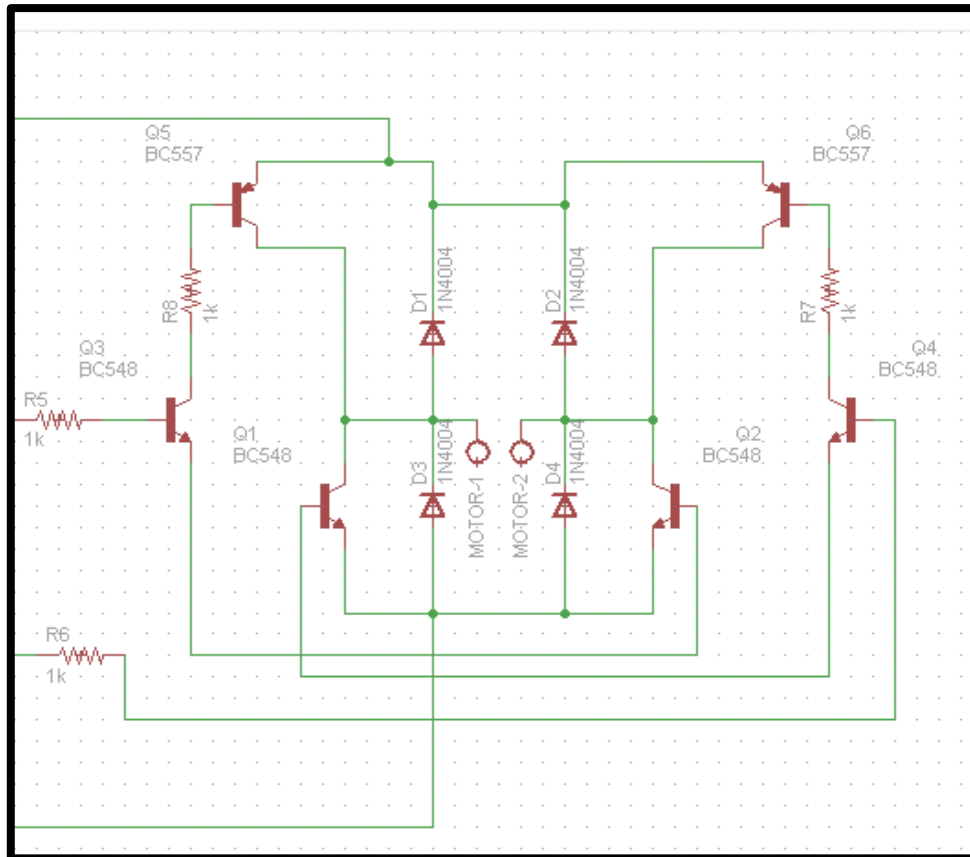
$$T = 0.69 \text{ Seg.}$$

Figura 3.24: Diseño del sistema de control, diseñado en EAGLE 6.4.0.



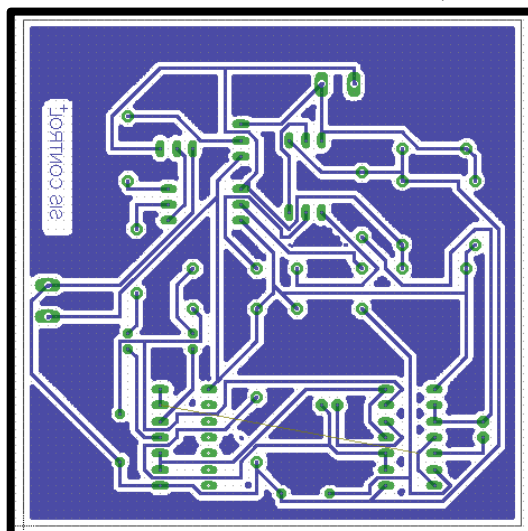
Elaboración: Propia.

Figura 3.25: Diseño del sistema de control, diseñado en EAGLE 6.4.0.



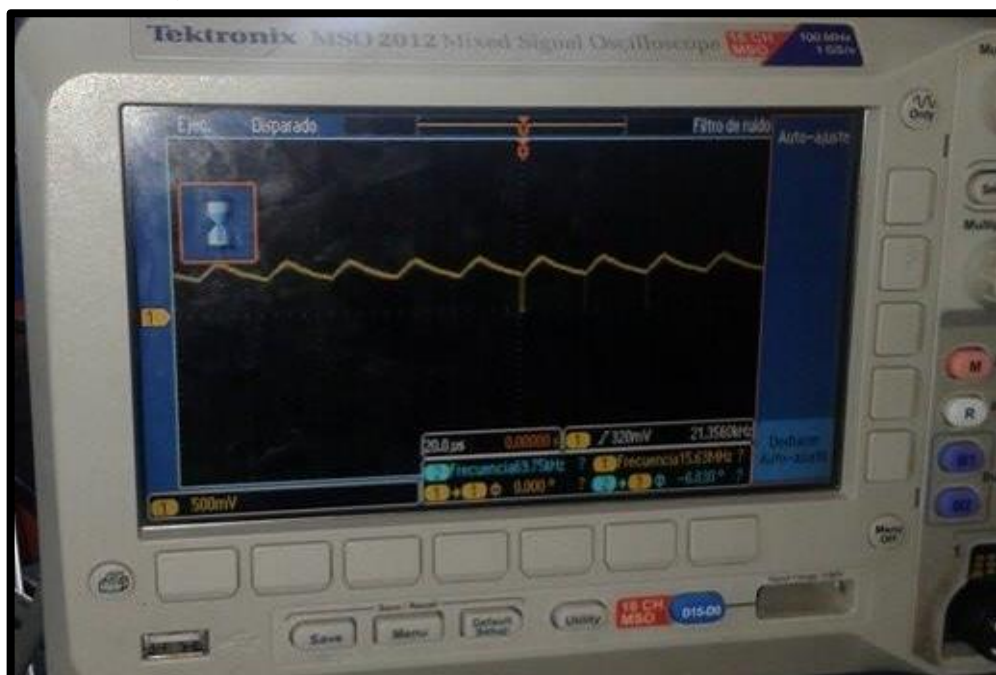
Elaboración: Propia.

Figura 3.26: Diseño del PBC del sistema de control, diseñado en EAGLE 6.4.0.



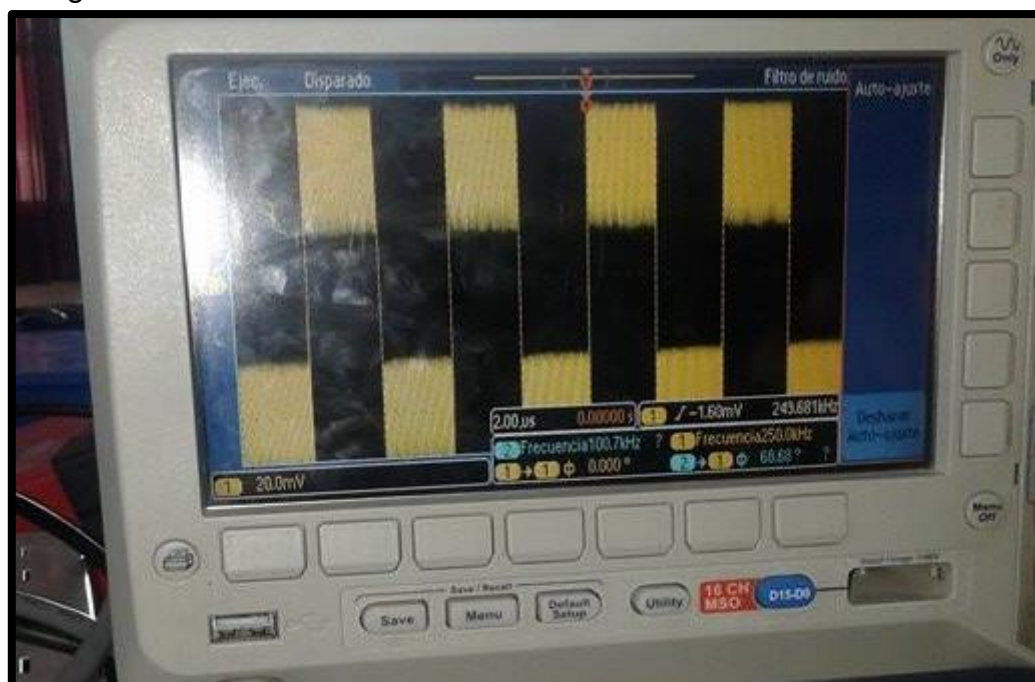
Elaboración: Propia.

Figura 3.27: Señal de salida del sistema de control.



Fuente: Osciloscopio del laboratorio de ing. Electrónica.

Figura 3.28: Señal de salida del sistema de control sensores activos.



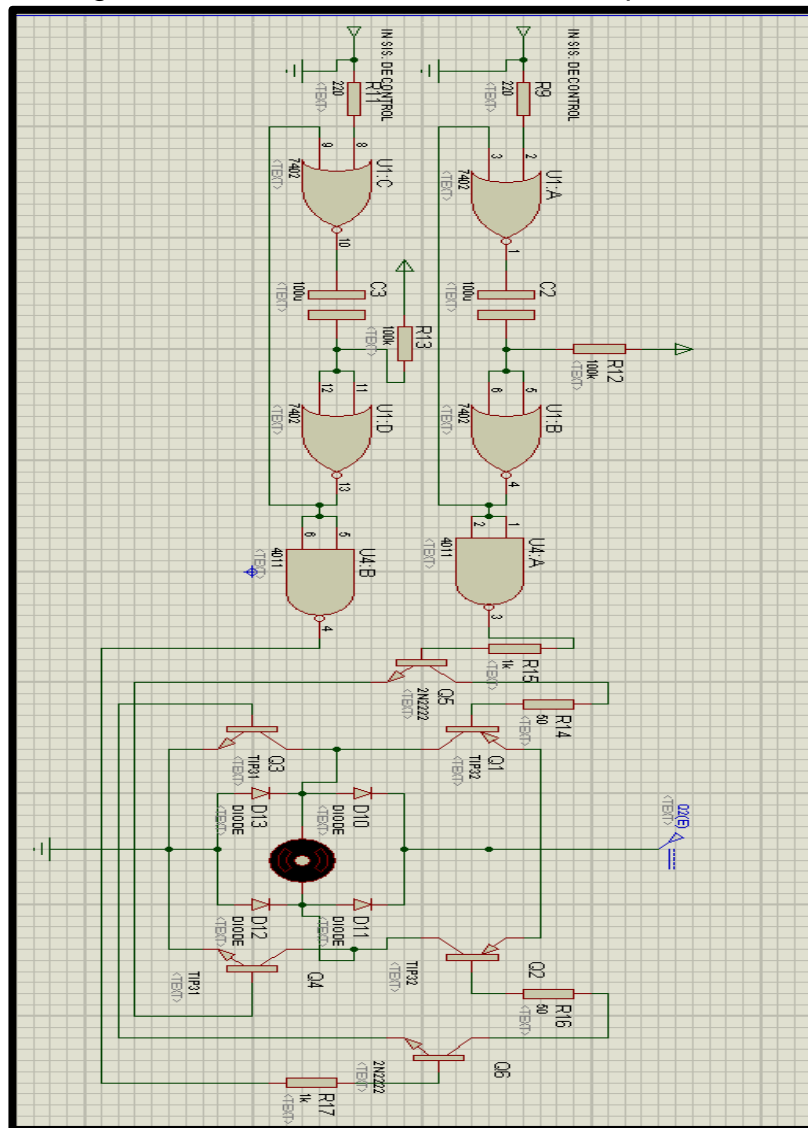
Fuente: Osciloscopio del laboratorio de ing. Electrónica.

3.5.2.1. Sistema de frenos con temporizador

El sistema de frenos con temporizador recibe las señales del sistema de control, para frenar la cierra disco automáticamente.

Este sistema activa los frenos hidráulicos de moto, estos frenos ejercen presión en la cierra disco, deteniéndola en un segundo y el temporizador le da 8 segundos al sistema de frenos para liberar la cierra disco y manada una señal al sistema de control y este reinicia el motor y el trabajo en la maquina circular de banco.

Figura 3.29: Sistema de frenos con temporizador.



Elaboración: Propia.

Sistema de Control Puente H del Sistema de Frenos

- **TIP 32**

$$\beta = 100, \quad I_c = 500 \text{ mA}, \quad V_i = 1.8 \text{ V}.$$

$$I_b = \frac{I_c}{\beta} = \frac{500 \text{ mA}}{100} = 5 \text{ mA}. \quad \dots(\text{Ec. 3.12})$$

$$R_b = \frac{V_i - V_{cc}}{I_b} = \frac{1.8 \text{ V} - 0.7 \text{ V}}{5 \text{ mA}} = 200 \Omega. \quad \dots(\text{Ec. 3.13})$$

$$V_b = R_b \times I_b = 200 \Omega \times 5 \text{ mA} = 1.1 \text{ V}. \quad \dots(\text{Ec. 3.14})$$

- **TIP 2N2222**

$$\beta = 150, \quad I_c = 150 \text{ mA}, \quad V_i = 1.8 \text{ V}.$$

$$I_b = \frac{I_c}{\beta} = \frac{150 \text{ mA}}{150} = 1 \text{ mA}.$$

$$R_b = \frac{V_i - V_{cc}}{I_b} = \frac{1.8 \text{ V} - 0.7 \text{ V}}{1 \text{ mA}} = 1.1 \text{ K}\Omega.$$

- **TIP 31**

$$\beta = 100, \quad R_l = 107 \Omega, \quad V_c = 6 \text{ V}$$

$$I_c = \frac{V_c}{R_l} = \frac{6 \text{ V}}{107 \Omega} = 56.07 \text{ mA}. \quad \dots(\text{Ec. 3.15})$$

$$I_b = \frac{I_c}{\beta} = \frac{56.07 \text{ mA}}{100} = 0.56 \text{ mA}.$$

- **Potencia del motor**

$$P_{RC} = I_c^2 \times R_c \quad \dots(\text{Ec. 3.16})$$

$$P_{RC} = 56.07^2 \times 107$$

$$P_{RC} = 0.336 \text{ Wts}.$$

Temporizador sistema de frenado

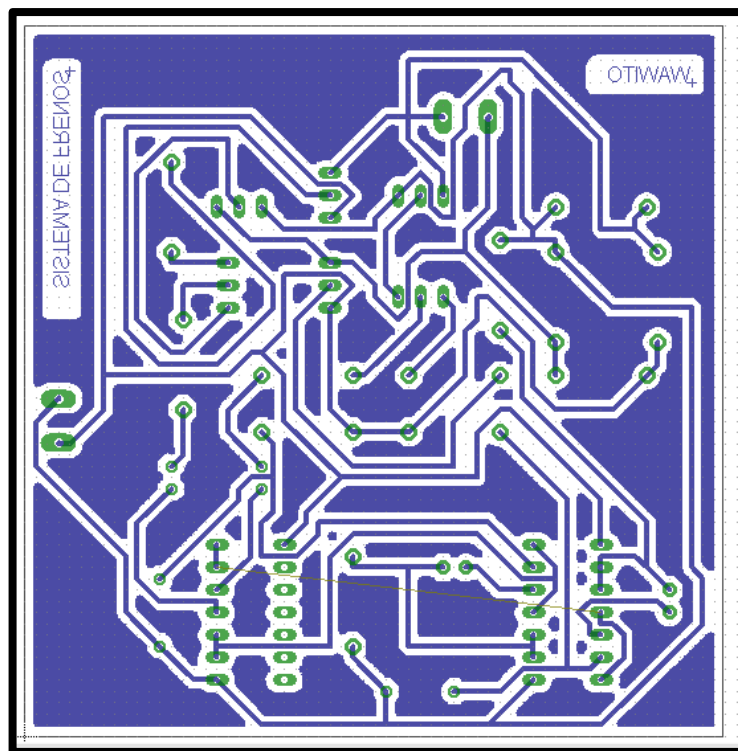
$$T = 0.7 \times R_t \times C_t \quad \dots(\text{Ec. 3.17})$$

$$T = 0.7 \times 100 \times 10^3 \times 100 \times 10^{-6}$$

$$T = 7 \text{ Seg.}$$

El tiempo establecido de frenado total del sistema es un total de 7 segundos.

Figura 3.30: Diseño del PBC del Sistema de frenos con temporizador diseñado en EAGLE 6.4.0.

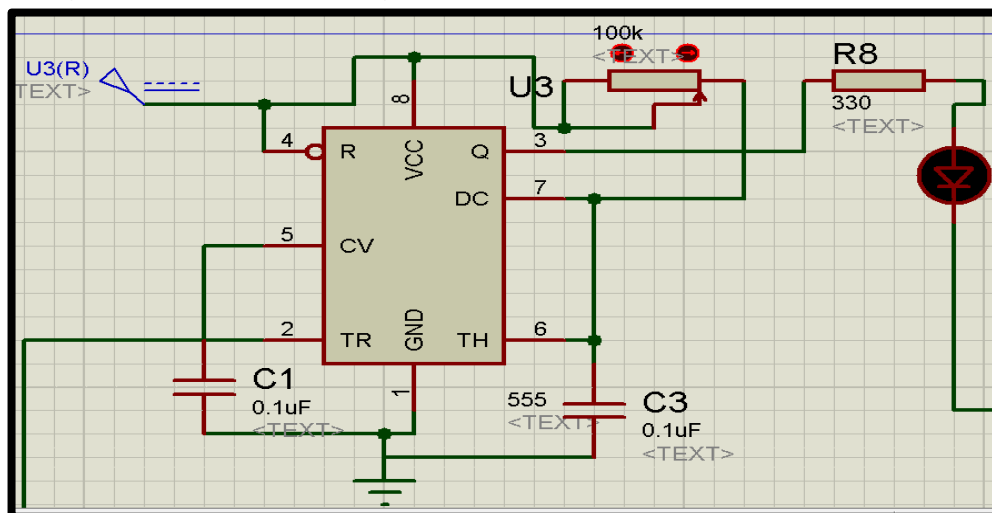


Elaboración: Propia.

3.5.2.2. Variador de frecuencia

Es este sistema que reducirá la velocidad del motor inmediatamente, haciendo que el circular de banco deje de funcionar y dejando a salvaguarda al usuario, está compuesto por tres etapas, primero el generador PWM figura 3.18 que genera pulsos que son enviados a la etapa de potencia, segundo el detector de cruce por cero figura 3.19, Su misión es conectarse a un micro controlador para controlar el cruce por cero de la señal de corriente alterna de la red eléctrica y poder hacer disparos de triacs y control de fase de forma sincronizada, para la tercera etapa el sistema de potencia de la figura 3.20 que aísla las demás etapas y permite el control del motor de 2000 watts.

Figura 3.31: Diseño del generador PWM, diseñado en PROTEUS.



Elaboración: Propia.

Calculo del generador PWM

$$T = 0.69 \times R \times C_3 \quad \dots(\text{Ec. 3.18})$$

- $T_{\text{minimo}} = 0.69 \times 0.1 \times 10^{-6} \times 1$ Donde $R = 1\Omega$

$$T_{\text{minimo}} = 0.069 \mu\text{s}$$

- $T_{maximo} = 0.69 \times 0.1 \times 10^{-6} \times 100 \times 10^3$ Donde $R = 100K\Omega$

$$T_{maximo} = 6.9 \text{ ms}$$

Calculo de la frecuencia

$$f = 1.44 / (c_3 \times R) \quad \dots(\text{Ec. 3.19})$$

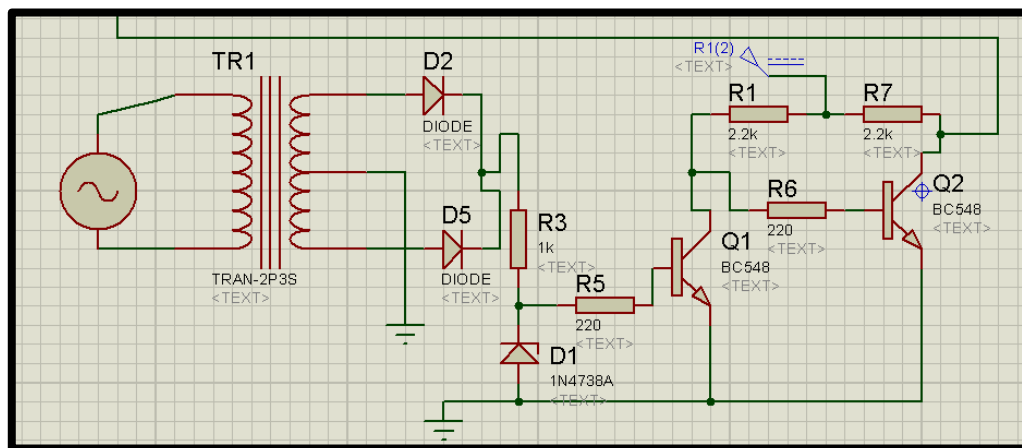
- $f_{minima} = 1.44 / (0.1 \times 10^{-6} \times 100 \times 10^3)$

$$f_{minima} = 144 \text{ hz}$$

- $f_{maxima} = 1.44 / (0.1 \times 10^{-6} \times 1)$

$$f_{maxima} = 14.4 \text{ Mhz}$$

Figura 3.32: Diseño del sistema detector de cruce por cero, diseñado en PROTEUS.



Elaboración: Propia.

Calculo del sistema detector de cruce por cero.

- **Transistor Q1**

$$\beta = 100 \quad I_c = 917 \text{ mA.} \quad V_i = 2.88 \text{ V.}$$

$$R_{b1} = R_5$$

$$I_{b1} = \frac{I_c}{\beta} = \frac{917 \text{ mA}}{100} = 9.17 \text{ mA.}$$

$$R_{b1} = \frac{V_i - V_{cc}}{I_b} = \frac{2.88 \text{ V} - 0.7 \text{ V}}{9.17 \text{ mA}} = 237 \Omega.$$

$$I_{R3} = 12.65 \text{ mA}.$$

$$V_{R3} = 12.92 \text{ V}.$$

$$R_3 = \frac{12.92 \text{ V}}{0.01265 \text{ A}}$$

$$R_3 = 1021 \Omega.$$

- **Transistor Q2**

$$\beta = 100 \qquad I_c = 291.39 \text{ mA} \qquad V_i = 1.335 \text{ V}.$$

$$R_{C2} = R_7$$

$$I_{b2} = \frac{I_{C2}}{\beta} = \frac{291.39 \text{ mA}}{100} = 2.9139 \text{ mA}.$$

$$R_{b2} = \frac{V_i - V_{cc}}{I_b} = \frac{1.335 \text{ V} - 0.7 \text{ V}}{2.9139 \text{ mA}} = 217.9 \Omega.$$

$$I_{R1} = 6.12 \text{ mA}.$$

$$V_{R1} = 13.66 \text{ V}.$$

$$R_1 = \frac{13.66 \text{ V}}{0.00612 \text{ A}}$$

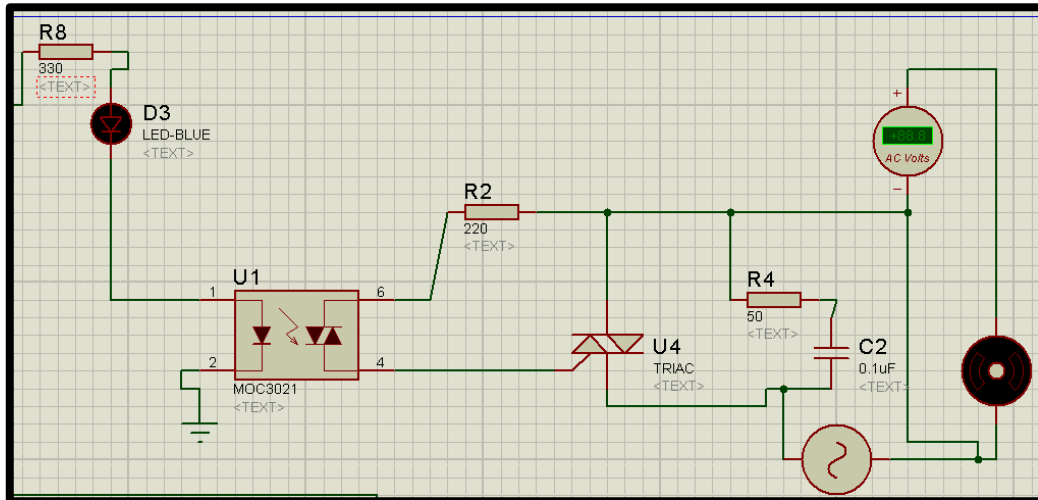
$$R_1 = 2232 \Omega.$$

$$I_{R7} = 6.78 \text{ mA} \qquad V_{R7} = 15 \text{ V}.$$

$$R_7 = \frac{15 \text{ V}}{0.00678 \text{ A}}$$

$$R_7 = 2212.38 \Omega.$$

Figura 3.33: Diseño del sistema de potencia, diseñado en PROTEUS 7.



Elaboración: Propia.

Cálculos de la etapa de potencia

$$A = 40\text{Amp.} \quad V = 220\text{ Volt.} \quad P = 1988.53 \quad f = 60\text{ Hz.}$$

$$T = \frac{1}{f} = 0.0167 \quad W = 2\pi f$$

$$V_p = 220 \times \sqrt{2} = 311.127\text{ V.} \quad \dots(\text{Ec. 3.20})$$

Función senoidal del voltaje de entrada

$$V_{in}(t) = V_p \times \sin wt \quad \dots(\text{Ec. 3.21})$$

Voltaje rms en la carga

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{T/6}^{T/2} (V_{in}(t))^2 . dt} \quad \dots(\text{Ec. 3.22})$$

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{T/6}^{T/2} (V_p \sin(wt))^2 . dt} \quad \dots(\text{Ec. 3.23})$$

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} V_p^2 \int_{T/6}^{T/2} \sin^2(wt) . dt}$$

$$V_{rms} = 150.5026\text{ V.}$$

Corriente rms

$$I_{rms} = \frac{P}{V_{rms}} \quad P = 1491.4 \quad \text{Rendimiento} = 75\%$$

$$P_{Absorbida} = \frac{1491.4}{0.75} = 1988.53 \quad \dots(\text{Ec. 3.24})$$

$$I_{rms} = \frac{1988.53}{150.50} = 13.212 \text{ Amp.} \quad \dots(\text{Ec. 3.25})$$

Resistencia de la carga

$$\frac{V_{rms}}{I_{rms}} = \frac{150.50}{13.21} = 11.39 \Omega \quad \dots(\text{Ec. 3.26})$$

Calculo del circuito de disparo

$$C_2 = 0.1 \mu f \quad \angle \text{Angulo de disparo } 22.5^\circ = \frac{\pi}{8}$$

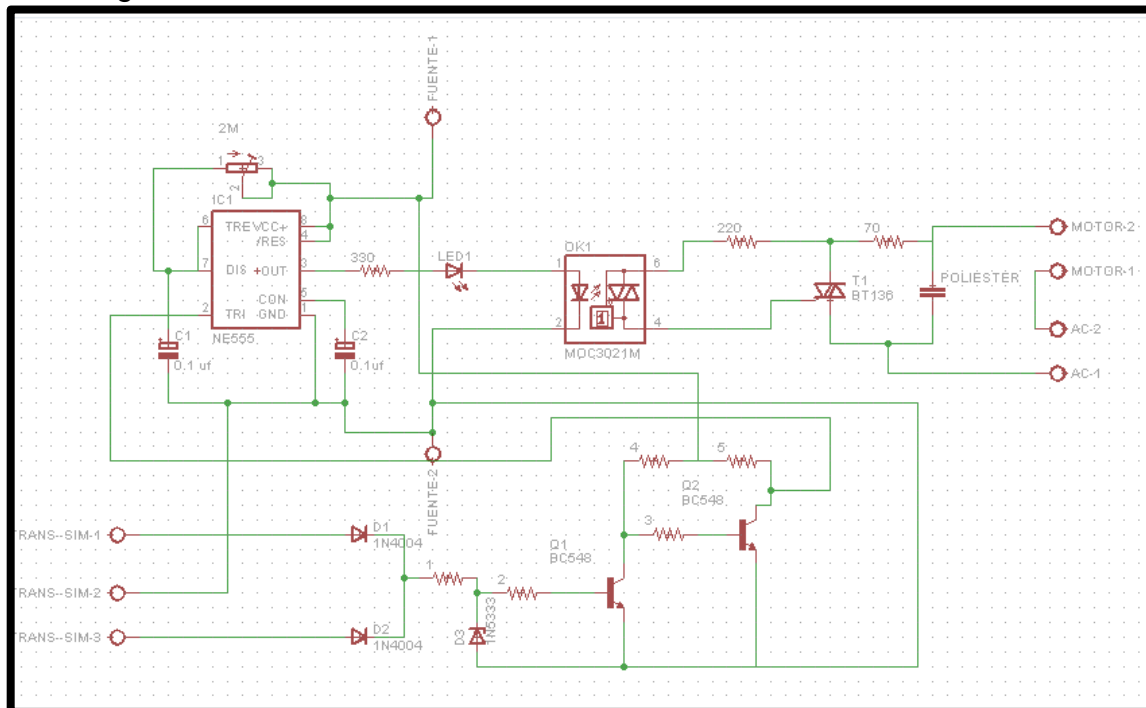
$$w = 2\pi f \frac{\text{rad}}{s} \quad \dots(\text{Ec. 3.27})$$

$$\alpha = \tan^{-1}(w R_2 C_2) \quad \dots(\text{Ec. 3.28})$$

$$\tan(\alpha) \frac{1}{w C_2} = R_2 \quad \dots(\text{Ec. 3.29})$$

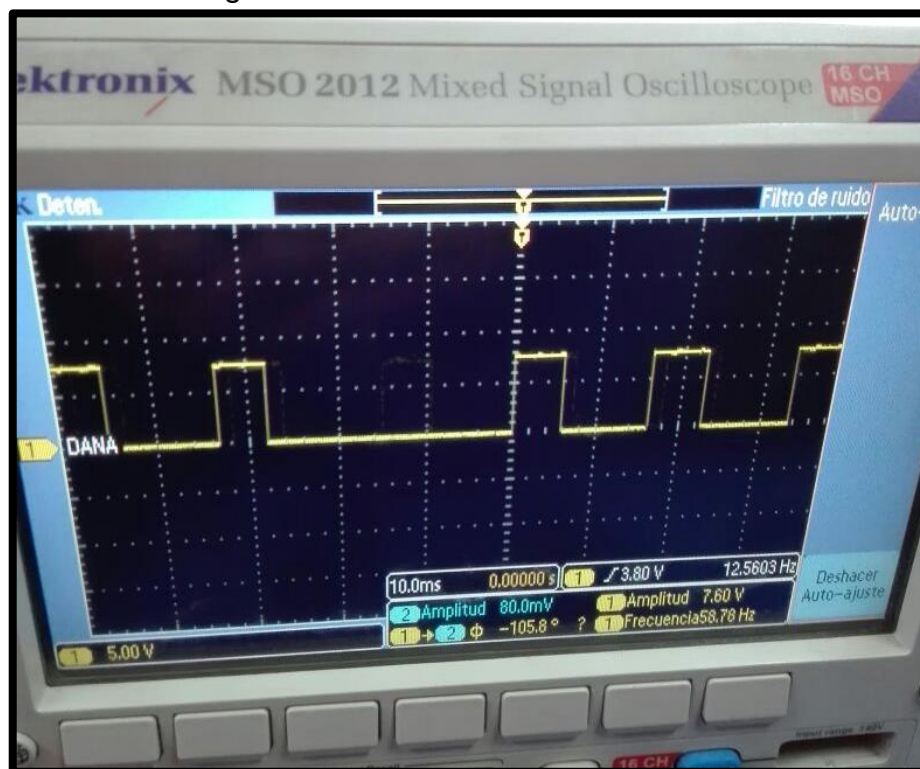
$$R_2 = 242 \Omega$$

Figura 3.34: Diseño del variador de frecuencia, diseñado en EAGLE.



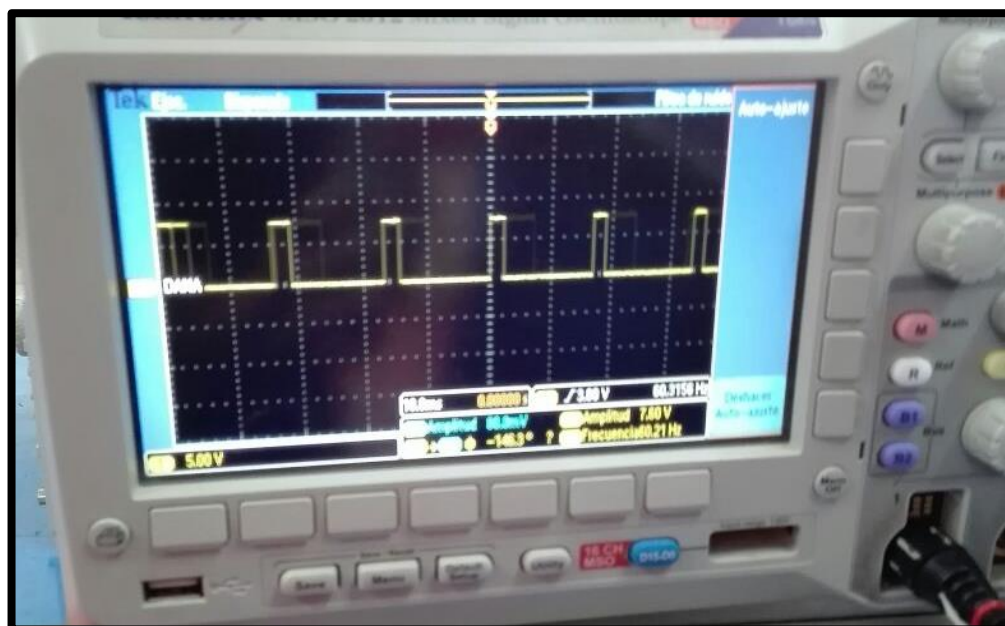
Elaboración: Propia.

Figura 3.35: Señal de salida del PWM.



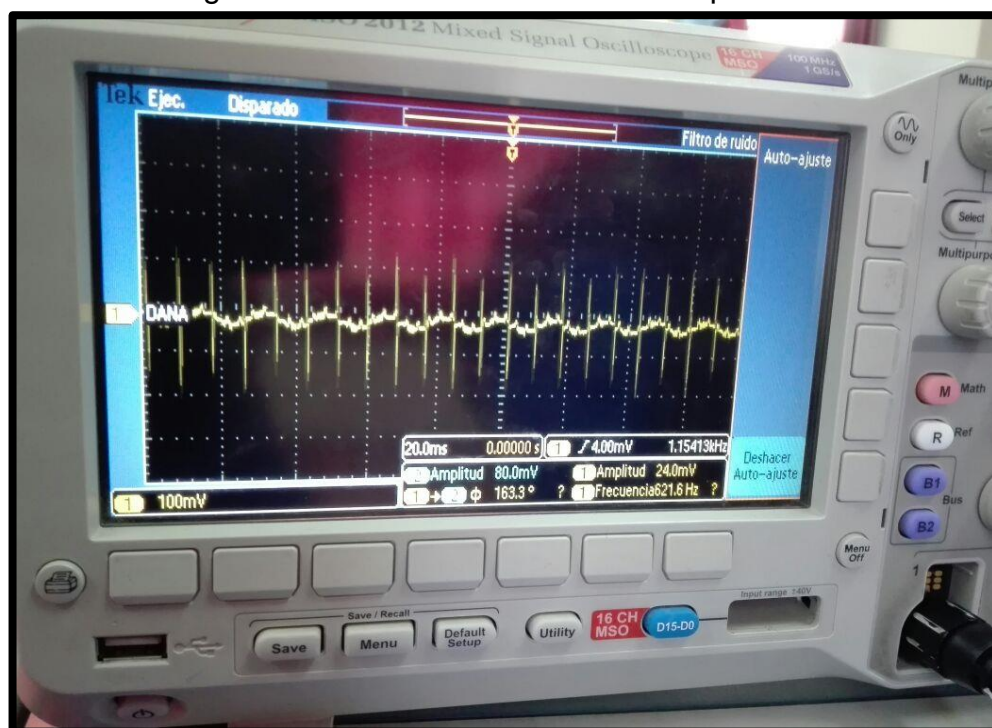
Fuente: Osciloscopio del laboratorio de ing. Electrónica.

Figura 3.36: Señal de salida del PWM.



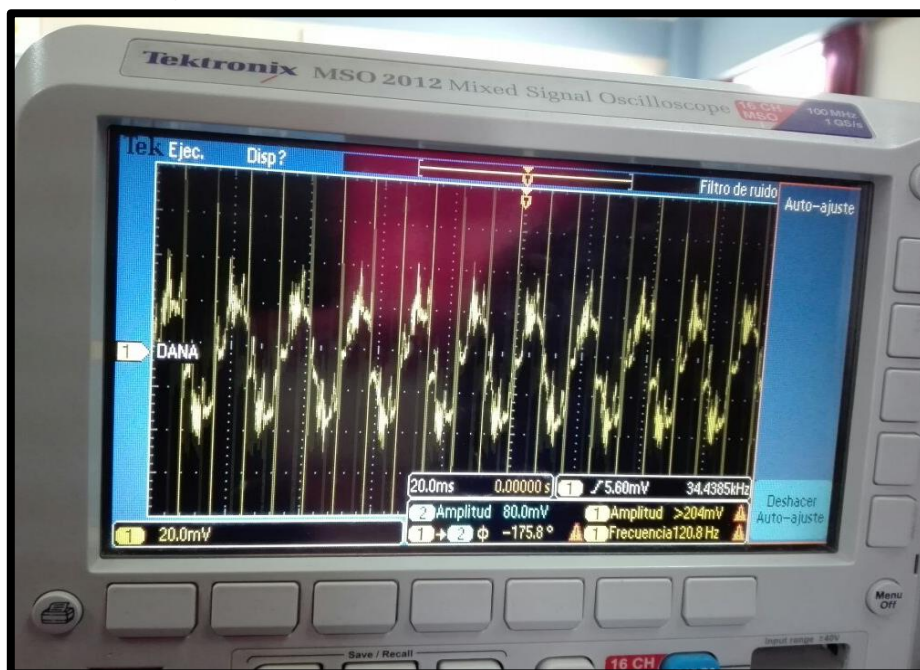
Fuente: Osciloscopio del laboratorio de ing. Electrónica.

Figura 3.37: Señal del detector cruce por cero.



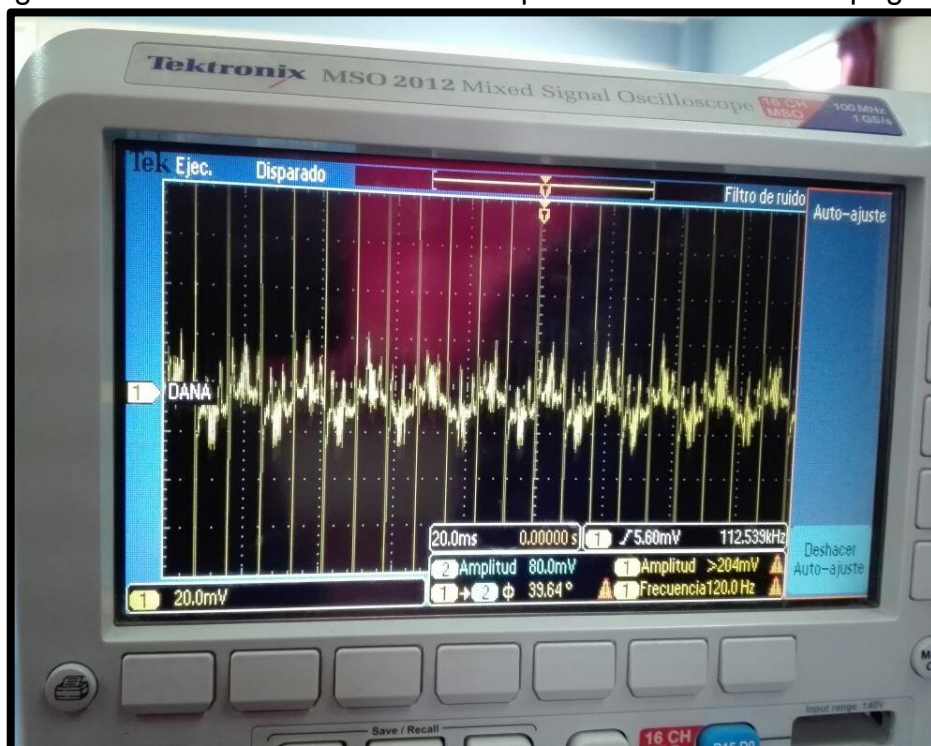
Fuente: Osciloscopio del laboratorio de ing. Electrónica.

Figura 3.38: Señal del detector cruce por cero.



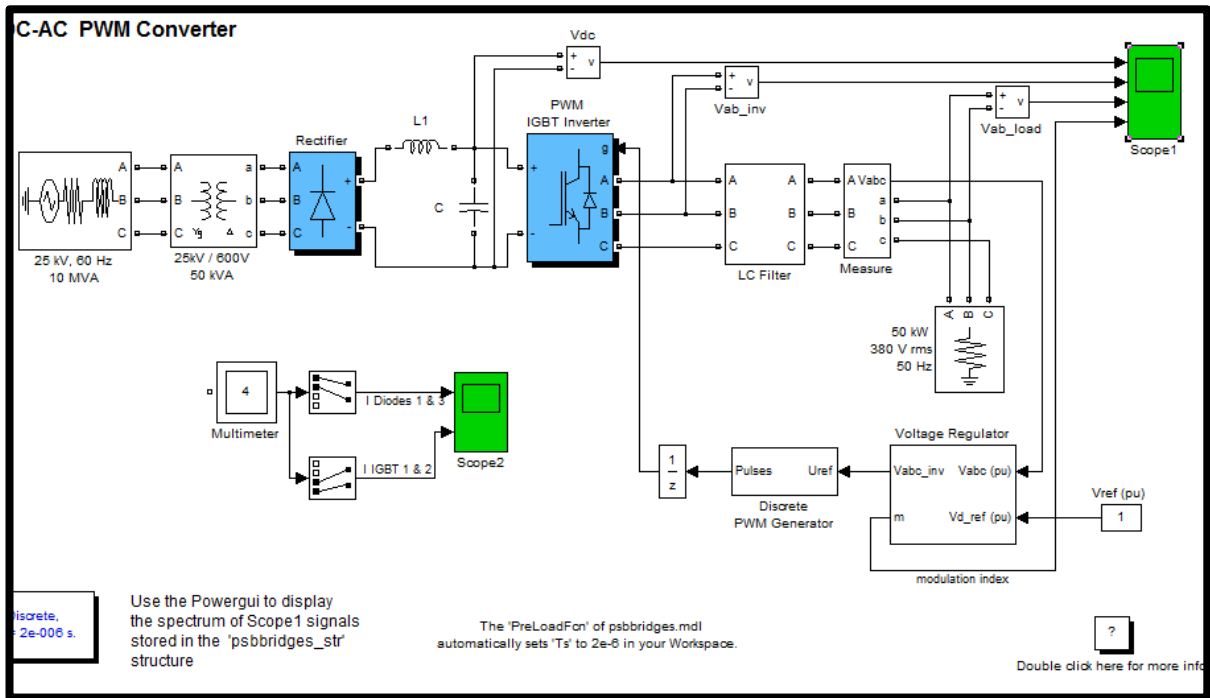
Fuente: Osciloscopio del laboratorio de ing. Electrónica.

Figura 3.39: Señal del detector cruce por cero con el motor apagado.



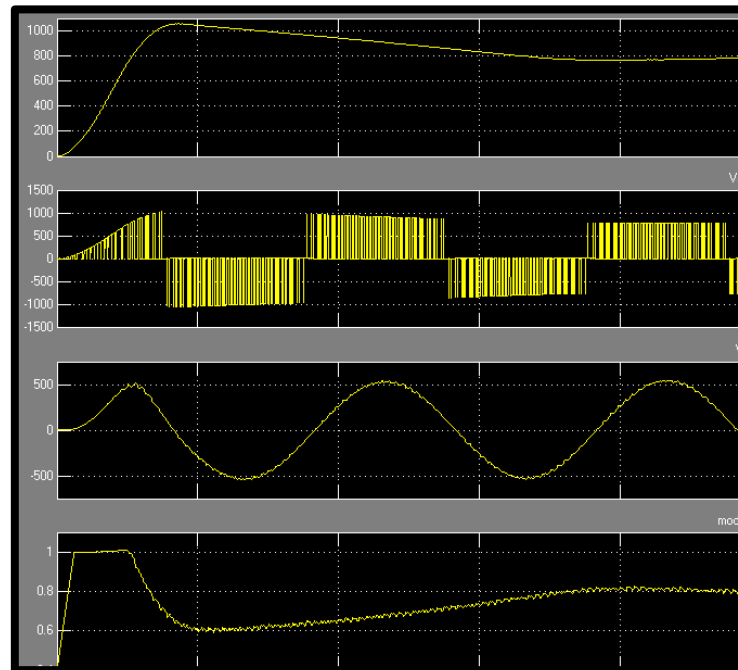
Fuente: Osciloscopio del laboratorio de ing. Electrónica.

Figura 3.42: Proyecto diseñado en Simulink Matlab.



Fuente: Matlab.

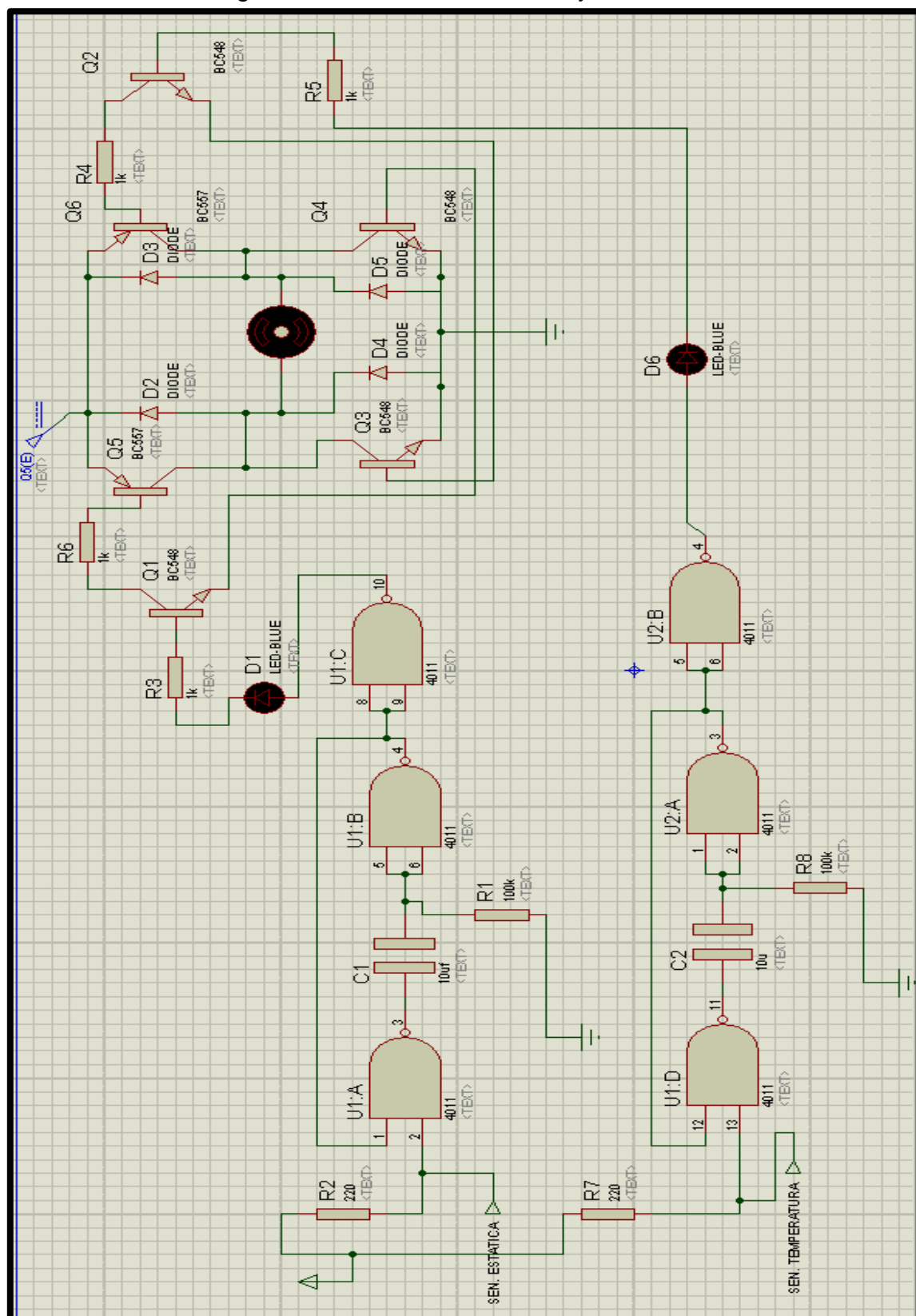
Figura 3.43: Señales de salida ideal del proyecto, diseñado en Simulink Matlab.



Fuente: Matlab.

3.5.4. Sistema de control y sensores

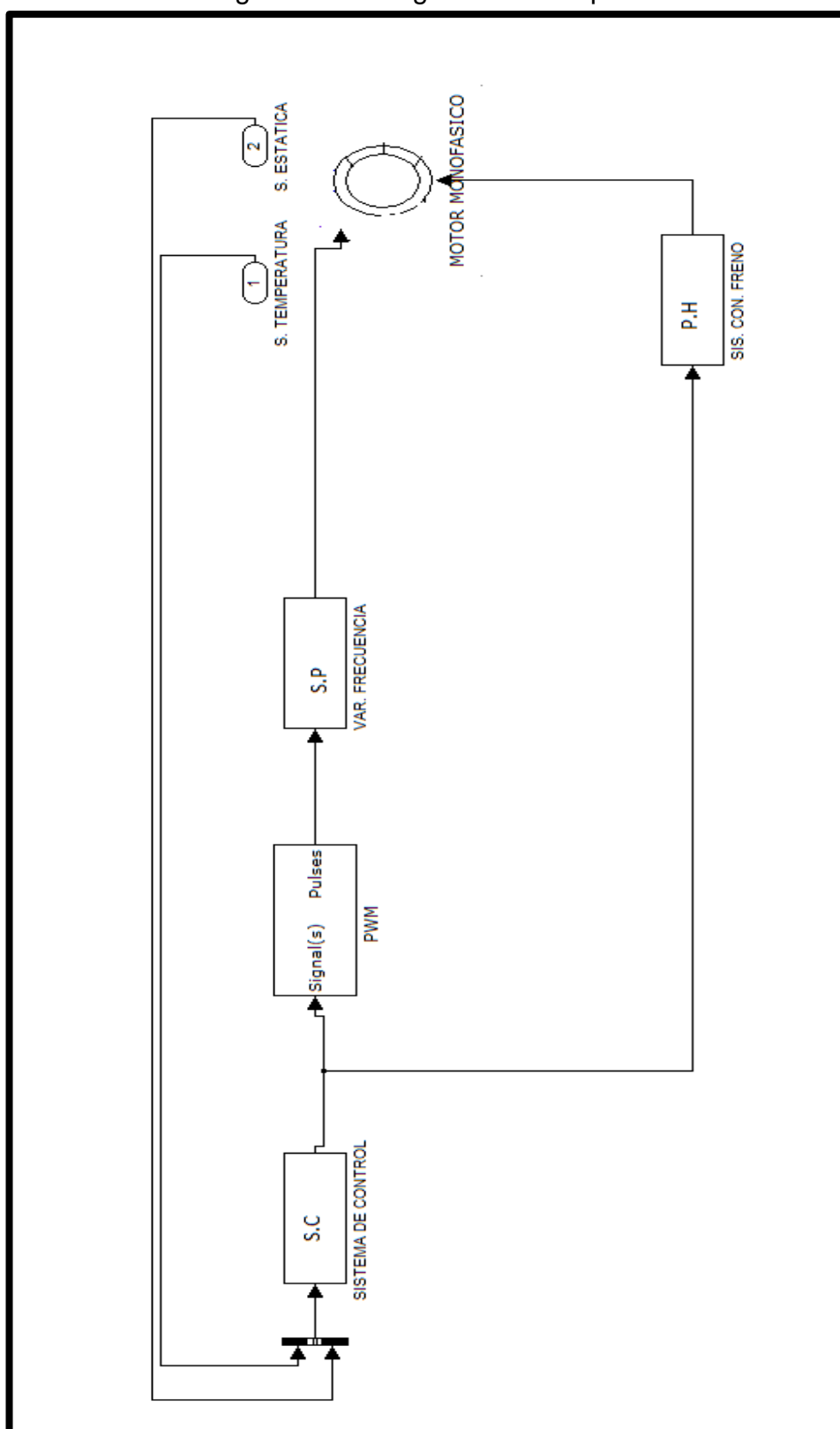
Figura 3.45: Sistema de control y sensores.



Elaboración: Propia.

3.5.5. Diagrama de Bloques del sistema de seguridad

Figura 3.46: Diagrama de Bloques.



Elaboración: Propia.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

En este capítulo, se desarrollan y describen los cálculos de las pruebas realizadas del sistema de seguridad automatizado acoplado a la cierra circular de banco, en donde se tomó nota de las pruebas realizadas en la Empresa Metal Madera Apaza S.A. por la mañana, tarde y noche, tomando como muestra a tres trabajadores de la empresa; obteniendo resultados favorables en las diferentes pruebas realizadas con el sensor de temperatura y el sensor de estática, implementados en el circular de banco, cumpliendo así que el sistema de seguridad automatizado sea eficiente.

4.1.1. Pruebas realizadas del sistema de seguridad automatizado acoplado a la cierra circular de banco

Las pruebas realizadas del sistema de seguridad acoplado en el circular de banco de la empresa Metal Madera Apaza S.A., se tomaron los tiempos de respuesta del sistema de seguridad ante el uso del circular de banco teniendo respuestas eficientes al momento de un posible accidente por el uso de la máquina.

Pruebas en la Empresa Metal Madera Apaza S.A

Día de prueba 1 en Madera Gruesa

- Pruebas por la mañana en Madera Gruesa.

Tabla 2: Pruebas de los tiempos de actuar de los sensores de temperatura y estática, en madera gruesa por la mañana en la Empresa Metal Madera Apaza S.A.

MAÑANA									
Número de pruebas	PERSONAL 1			PERSONAL 2			PERSONAL 3		
	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.
1	1.47	X	X	1.49	X	X	1.48	X	X
2	1.51	X	X	1.51	X	X	1.51	X	X
3	1.49	X	X	1.52	X	X	1.49	X	X
4	1.50	X	X	1.50	X	X	1.47	X	X
5	1.45	X	X	1.49	X	X	1.51	X	X
6	1.47	X	X	1.48	X	X	1.47	X	X
7	1.49	X	X	1.47	X	X	1.53	X	X
8	1.48	X	X	1.48	X	X	1.51	X	X
9	1.47	X	X	1.49	X	X	1.52	X	X
10	1.46	X	X	1.47	X	X	1.48	X	X

Elaboración: Propia.

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 1.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} \quad \dots(\text{Ec. 4.1})$$

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{14.79}{10} = 1.479 \text{ seg.}$$

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 2.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{14.90}{10} = 1.490 \text{ seg.}$$

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 3.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{14.97}{10} = 1.497 \text{ seg.}$$

- Pruebas por la tarde en Madera Gruesa.

Tabla 3: Pruebas de los tiempos de actuar de los sensores de temperatura y estática, en madera gruesa por la tarde en la Empresa Metal Madera Apaza S.A.

TARDE									
Número de pruebas	PERSONAL 1			PERSONAL 2			PERSONAL 3		
	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.
1	1.48	X	X	1.46	X	X	1.49	X	X
2	1.49		X	1.51		X	1.51	X	X
3	1.51	X	X	1.51	X	X	1.50		X
4	1.50	X	X	1.52		X	1.49	X	X
5	1.49		X	1.51	X	X	1.51	X	X
6	1.49	X	X	1.50		X	1.52		X
7	1.51		X	1.50	X	X	1.51	X	X
8	1.52	X	X	1.51	X	X	1.51	X	X
9	1.51		X	1.51	X	X	1.49		X
10	1.51	X	X	1.51		X	1.49	X	X

Elaboración: Propia.

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 1.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15.01}{10} = 1.501 \text{ seg.}$$

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 2.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15.04}{10} = 1.504 \text{ seg.}$$

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 3.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15.02}{10} = 1.502 \text{ seg.}$$

- Pruebas por la noche en Madera Gruesa.

Tabla 4: Pruebas de los tiempos de actuar de los sensores de temperatura y estática, en madera gruesa por la noche en la Empresa Metal Madera Apaza S.A.

NOCHE									
Número de pruebas	PERSONAL 1			PERSONAL 2			PERSONAL 3		
	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.
1	1.49	X	X	1.49	X	X	1.51	X	X
2	1.51	X	X	1.51	X	X	1.50	X	X
3	1.51	X	X	1.52	X	X	1.49	X	X
4	1.52	X	X	1.50	X	X	1.48	X	X
5	1.51	X	X	1.49	X	X	1.49	X	X
6	1.50	X	X	1.48	X	X	1.46	X	X
7	1.50	X	X	1.47	X	X	1.49	X	X
8	1.51	X	X	1.48	X	X	1.50	X	X
9	1.51	X	X	1.49	X	X	1.51	X	X
10	1.51	X	X	1.47	X	X	1.50	X	X

Elaboración: Propia.

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 1.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15.07}{10} = 1.507 \text{ seg.}$$

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 2.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{14.90}{10} = 1.490 \text{ seg.}$$

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 3.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{14.93}{10} = 1.493 \text{ seg.}$$

Día de prueba 2 en Madera Gruesa

- Pruebas por la mañana en Madera Gruesa.

Tabla 5: Pruebas de los tiempos de actuar de los sensores de temperatura y estática, en madera gruesa por la mañana en la Empresa metal madera Apaza S.A.

MAÑANA									
Número de pruebas	PERSONAL 1			PERSONAL 2			PERSONAL 3		
	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.
1	1.49	X	X	1.51	X	X	1.52	X	X
2	1.50	X	X	1.52	X	X	1.50	X	X
3	1.48	X	X	1.49	X	X	1.49	X	X
4	1.49	X	X	1.49	X	X	1.49	X	X
5	1.48	X	X	1.51	X	X	1.51	X	X
6	1.49	X	X	1.52	X	X	1.51	X	X
7	1.51	X	X	1.50	X	X	1.50	X	X
8	1.50	X	X	1.51	X	X	1.49	X	X
9	1.53	X	X	1.50	X	X	1.48	X	X
10	1.51	X	X	1.49	X	X	1.51	X	X

Elaboración: Propia.

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 1.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{14.98}{10} = 1.498 \text{ seg.}$$

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 2.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15.04}{10} = 1.504 \text{ seg.}$$

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 3.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15.00}{10} = 1.500 \text{ seg.}$$

- Pruebas por la tarde en Madera Gruesa.

Tabla 6: Pruebas de los tiempos de actuar de los sensores de temperatura y estática, en madera gruesa por la tarde en la Empresa Metal Madera Apaza S.A.

TARDE									
Número de pruebas	PERSONAL 1			PERSONAL 2			PERSONAL 3		
	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.
1	1.53	X	X	1.51	X	X	1.51	X	X
2	1.51	X	X	1.52		X	1.48	X	X
3	1.53		X	1.5	X	X	1.41		X
4	1.51	X	X	1.49	X	X	1.51	X	X
5	1.50		X	1.49	X	X	1.51		X
6	1.51	X	X	1.50	X	X	1.51	X	X
7	1.49	X	X	1.51		X	1.52	X	X
8	1.51	X	X	1.52	X	X	1.53		X
9	1.48	X	X	1.53		X	1.51	X	X
10	1.49		X	1.51	X	X	1.52	X	X

Elaboración: Propia.

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 1.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15.06}{10} = 1.506 \text{ seg.}$$

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 2.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15.08}{10} = 1.508 \text{ seg.}$$

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 3.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15.01}{10} = 1.501 \text{ seg.}$$

- Prueba por la noche en Madera Gruesa.

Tabla 7: Pruebas de los tiempos de actuar de los sensores de temperatura y estática, en madera gruesa por la noche en la Empresa Metal Madera Apaza S.A.

NOCHE									
Número de pruebas	PERSONAL 1			PERSONAL 2			PERSONAL 3		
	Tiem. (Seg.)	S.T	S.E	Tiem. (Seg.)	S.T	S.E	Tiem. (Seg.)	S.T	S.E
1	1.49	X	X	1.48	X	X	1.49	X	X
2	1.48	X	X	1.49	X	X	1.48	X	X
3	1.48	X	X	1.51	X	X	1.49	X	X
4	1.51	X	X	1.52	X	X	1.51	X	X
5	1.49	X	X	1.51	X	X	1.52	X	X
6	1.51	X	X	1.49	X	X	1.51	X	X
7	1.52	X	X	1.48	X	X	1.53	X	X
8	1.53	X	X	1.49	X	X	1.51	X	X
9	1.48	X	X	1.50	X	X	1.53	X	X
10	1.49	X	X	1.51	X	X	1.52	X	X

Elaboración: Propia.

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 1.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{14.98}{10} = 1.498 \text{ seg.}$$

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 2.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{14.98}{10} = 1.498 \text{ seg.}$$

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 3.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15.09}{10} = 1.509 \text{ seg.}$$

Promedio general de pruebas

- Tipificando la media muestral, el estadístico de contraste:

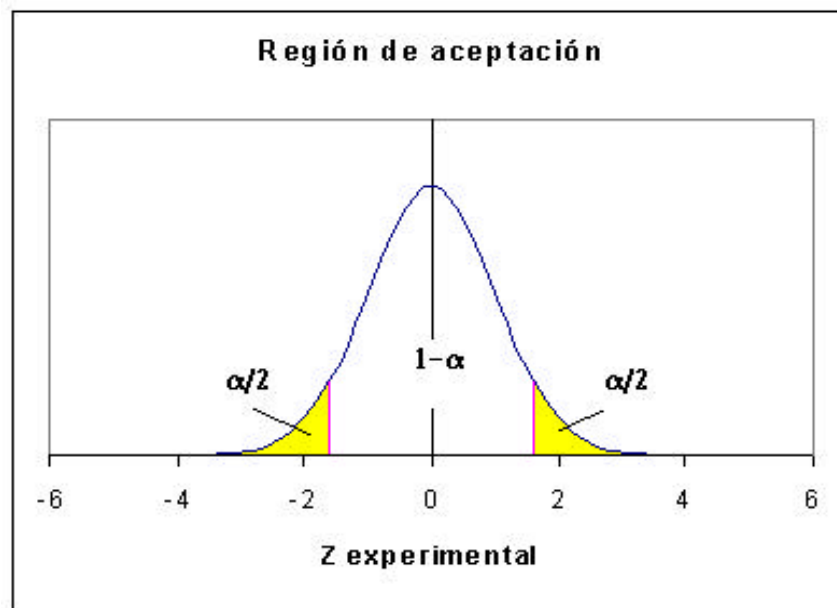
$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sqrt{\frac{\sigma^2}{\eta}}} \rightarrow N(0; 1) \quad \dots(\text{Ec. 4.2})$$

Si es cierta la hipótesis nula, el estadístico de contraste:

$$Z = \frac{\bar{X} - 3}{\sqrt{\frac{\sigma^2}{\eta}}} \quad \dots(\text{Ec. 4.3})$$

La región de aceptación, para un nivel de significación del 10% es (-1,64; 1,64)

Figura 4.47: Campana de gauss para determinar la región de aceptación y comprobación de la hipótesis



Fuente: Estadística para las Ciencias (2012)

Promedio General de Pruebas en Madera Gruesa

Tabla 8: Calculo del promedio y región de aceptación de la hipótesis, en madera gruesa en la Empresa Metal Madera Apaza S.A.

MADERA GRUESA				
PRUEBAS		PERSONAL 1	PERSONAL 2	PERSONAL 3
Primer día de Pruebas	Mañana	1.479	1.490	1.497
	Tarde	1.501	1.504	1.502
	Noche	1.507	1.490	1.493
Segundo día de Pruebas	Mañana	1.498	1.504	1.500
	Tarde	1.506	1.508	1.501
	Noche	1.498	1.498	1.509
Promedio		1.498	1.499	1.500
Región de Aceptación		0.673	0.741	0.585

Elaboración: Propia.

El estadístico experimental está dentro del rango de la región crítica de aceptación, por eso se concluye que no se puede rechazar la hipótesis nula para las pruebas en madera gruesa.

Día de prueba 1 en madera delgada

- Pruebas por la mañana en Madera Delgada.

Tabla 9: Pruebas de los tiempos de actuar de los sensores de temperatura y estática, en madera delgada por la mañana en la Empresa Metal Madera Apaza S.A.

MAÑANA									
Número de pruebas	PERSONAL 1			PERSONAL 2			PERSONAL 3		
	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.
1	1.54	X	X	1.52	X	X	1.50	X	X
2	1.55	X	X	1.54	X	X	1.51	X	X
3	1.56	X	X	1.56	X	X	1.51	X	X
4	1.54	X	X	1.55	X	X	1.50	X	X
5	1.50	X	X	1.54	X	X	1.51	X	X
6	1.53	X	X	1.53	X	X	1.51	X	X
7	1.52	X	X	1.54	X	X	1.50	X	X
8	1.53	X	X	1.50	X	X	1.51	X	X
9	1.51	X	X	1.49	X	X	1.52	X	X
10	1.53	X	X	1.51	X	X	1.51	X	X

Elaboración: Propia.

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 1.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15.31}{10} = 1.531 \text{ seg.}$$

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 2.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15.28}{10} = 1.528 \text{ seg.}$$

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 3.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15.08}{10} = 1.508 \text{ seg.}$$

- Pruebas por la tarde en Madera Delgada.

Tabla 10: Pruebas de los tiempos de actuar de los sensores de temperatura y estática, en madera delgada por la tarde en la Empresa Metal Madera Apaza S.A.

TARDE									
Número de pruebas	PERSONAL 1			PERSONAL 2			PERSONAL 3		
	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.
1	1.51	X	X	1.53	X	X	1.53		X
2	1.50	X	X	1.54	X	X	1.52	X	X
3	1.49		X	1.52		X	1.53		X
4	1.48	X	X	1.53	X	X	1.54	X	X
5	1.49		X	1.52		X	1.51	X	X
6	1.46	X	X	1.53	X	X	1.52	X	X
7	1.49		X	1.52	X	X	1.54	X	X
8	1.50	X	X	1.51	X	X	1.53		X
9	1.51	X	X	1.52	X	X	1.52	X	X
10	1.50	X	X	1.53		X	1.51		X

Elaboración: Propia.

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 1.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{14.93}{10} = 1.493 \text{ seg.}$$

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 2.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15.25}{10} = 1.525 \text{ seg.}$$

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 3.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15.25}{10} = 1.525 \text{ seg.}$$

- Pruebas por la noche en Madera Delgada.

Tabla 11: Pruebas de los tiempos de actuar de los sensores de temperatura y estática, en madera delgada por la noche en la Empresa Metal Madera Apaza S.A.

NOCHE									
Número de pruebas	PERSONAL 1			PERSONAL 2			PERSONAL 3		
	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.
1	1.51	X	X	1.50	X	X	1.49	X	X
2	1.50	X	X	1.51	X	X	1.51	X	X
3	1.49	X	X	1.51	X	X	1.52	X	X
4	1.48	X	X	1.50	X	X	1.50	X	X
5	1.49	X	X	1.51	X	X	1.49	X	X
6	1.49	X	X	1.52	X	X	1.48	X	X
7	1.51	X	X	1.54	X	X	1.47	X	X
8	1.51	X	X	1.56	X	X	1.48	X	X
9	1.52	X	X	1.55	X	X	1.49	X	X
10	1.51	X	X	1.54	X	X	1.47	X	X

Elaboración: Propia.

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 1.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15.01}{10} = 1.501 \text{ seg.}$$

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 2.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15.24}{10} = 1.524 \text{ seg.}$$

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 3.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{14.90}{10} = 1.490 \text{ seg.}$$

Día de prueba 2 en madera delgada

- Pruebas por la mañana en Madera Delgada.

Tabla 12: Pruebas de los tiempos de actuar de los sensores de temperatura y estática, en madera delgada por la mañana en la Empresa Metal Madera Apaza S.A.

MAÑANA									
Número de pruebas	PERSONAL 1			PERSONAL 2			PERSONAL 3		
	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.
1	1.49	X	X	1.49	X	X	1.52	X	X
2	1.51	X	X	1.51	X	X	1.51	X	X
3	1.52	X	X	1.52	X	X	1.51	X	X
4	1.51	X	X	1.53	X	X	1.51	X	X
5	1.53	X	X	1.51	X	X	1.50	X	X
6	1.51	X	X	1.52	X	X	1.51	X	X
7	1.53	X	X	1.51	X	X	1.49	X	X
8	1.49	X	X	1.54	X	X	1.48	X	X
9	1.51	X	X	1.51	X	X	1.49	X	X
10	1.52	X	X	1.53	X	X	1.51	X	X

Elaboración: Propia.

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 1.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15.12}{10} = 1.512 \text{ seg.}$$

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 2.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15.17}{10} = 1.517 \text{ seg.}$$

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 3.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15.03}{10} = 1.503 \text{ seg.}$$

- Pruebas por la tarde en Madera Delgada.

Tabla 13: Pruebas de los tiempos de actuar de los sensores de temperatura y estática, en madera delgada por la tarde en la Empresa Metal Madera Apaza S.A.

TARDE									
Número de pruebas	PERSONAL 1			PERSONAL 2			PERSONAL 3		
	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.
1	1.51	X	X	1.53	X	X	1.54	X	X
2	1.52	X	X	1.54	X	X	1.52	X	X
3	1.51	X	X	1.54	X	X	1.54	X	X
4	1.52	X	X	1.55	X	X	1.53	X	X
5	1.53	X	X	1.57	X	X	1.52		X
6	1.51		X	1.51		X	1.56	X	X
7	1.53	X	X	1.56	X	X	1.54	X	X
8	1.56	X	X	1.54		X	1.53	X	X
9	1.57		X	1.53	X	X	1.52		X
10	1.54		X	1.52	X	X	1.54	X	X

Elaboración: Propia.

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 1.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15.30}{10} = 1.530 \text{ seg.}$$

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 2.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15.39}{10} = 1.539 \text{ seg.}$$

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 3.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15.34}{10} = 1.534 \text{ seg.}$$

- Pruebas por la noche en Madera Delgada.

Tabla 14: Pruebas de los tiempos de actuar de los sensores de temperatura y estática, en madera delgada por la noche en la Empresa Metal Madera Apaza S.A.

NOCHE									
Número de pruebas	PERSONAL 1			PERSONAL 2			PERSONAL 3		
	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.	Tiem. (Seg.)	S.T.	S.E.
1	1.51	X	X	1.51	X	X	1.51	X	X
2	1.52	X	X	1.52	X	X	1.52	X	X
3	1.53	X	X	1.51	X	X	1.51	X	X
4	1.51	X	X	1.51	X	X	1.51	X	X
5	1.52	X	X	1.52	X	X	1.48	X	X
6	1.51	X	X	1.52	X	X	1.47	X	X
7	1.53	X	X	1.53	X	X	1.49	X	X
8	1.52	X	X	1.51	X	X	1.48	X	X
9	1.51	X	X	1.52	X	X	1.49	X	X
10	1.52	X	X	1.51	X	X	1.51	X	X

Elaboración: Propia.

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 1.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15.18}{10} = 1.518 \text{ seg.}$$

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 2.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15.16}{10} = 1.516 \text{ seg.}$$

Calculo de la media aritmética del tiempo de actuar de los sensores en el personal 3.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{14.97}{10} = 1.497 \text{ seg.}$$

Promedio general de pruebas

- Tipificando la media muestral, el estadístico:

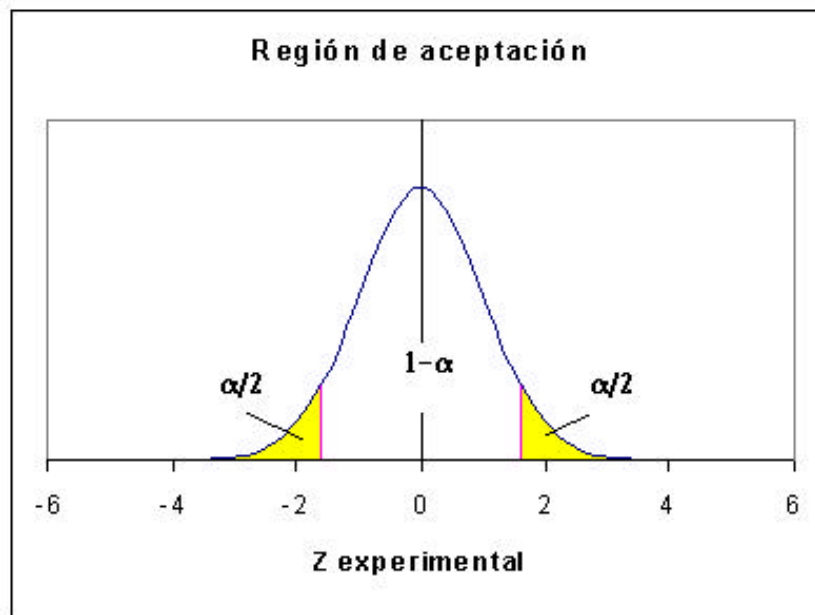
$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sqrt{\frac{\sigma^2}{n}}} \rightarrow N(0; 1) \quad \dots(\text{Ec. 4.4})$$

Si es cierta la hipótesis nula, el estadístico:

$$Z = \frac{\bar{X} - 3}{\sqrt{\frac{\sigma^2}{60}}} \quad \dots(\text{Ec. 4.5})$$

La región de aceptación, para un nivel de significación del 10% es (-1,64; 1,64)

Figura 4.48: Campana de gauss para determinar la región de aceptación y comprobación de la hipótesis.



Fuente: Estadística para las Ciencias (2012)

Promedio General de Pruebas en Madera Delgada

Tabla 15: Calculo del promedio y región de aceptación de la hipótesis, en madera gruesa en la Empresa Metal Madera Apaza S.A.

MADERA DELGADA				
PRUEBAS		PERSONAL 1	PERSONAL 2	PERSONAL 3
Primer día de Pruebas	Mañana	1.531	1.528	1.508
	Tarde	1.493	1.525	1.525
	Noche	1.501	1.524	1.490
Segundo día de Pruebas	Mañana	1.512	1.517	1.503
	Tarde	1.530	1.539	1.534
	Noche	1.518	1.516	1.497
Media		1.514	1.525	1.510
Región de Aceptación		0.57	0.657	0.583

Elaboración: Propia.

El estadístico experimental está dentro del rango de la región crítica de aceptación, por eso se concluye que no se puede rechazar la hipótesis nula para las pruebas en madera Delgada.

Se concluye que el sistema general es óptimo al rango de aceptación, haciendo que la hipótesis nula no pueda ser rechazada.

CONCLUSIONES

- **Primero.** El diseño e implementación del sistema de seguridad de un circular de banco usado en la industria de la carpintería, se acoplo correctamente a la máquina, logrando, la seguridad en los usuarios y reduciendo los riesgos de posibles accidentes durante el uso de la máquina de la empresa.
- **Segundo.** El diseño del sistema de seguridad automatizado es óptimo para satisfacer las necesidades de la empresa y se logró su implementación a partir de componentes electrónicos necesarios.
- **Tercero.** El sistema de seguridad fue implementado y acoplado a la cierra circular de banco de la empresa sin dificultades, asiéndola más segura durante su uso para los usuarios de la empresa, dándoles mayor seguridad al momento de trabajar con la máquina.
- **Cuarto.** El sistema de control es el adecuado para el sistema de seguridad garantizando la seguridad deseada en el circular de banco con un tiempo de respuesta óptima.
- **Quinto.** El sistema de control automatizado previene los posibles accidentes que pueda causar la cierra de disco, con una respuesta inmediata en tiempo no mayor de 1.5 segundos para el frenado del motor y menos de 1 segundo para la cierra de disco.
- **Sexto.** Los recursos usados en la implementación del sistema de control son de fácil acceso y de costos accesibles, por lo que en la empresa no tuvo un impacto altamente significativo en su economía.

RECOMENDACIONES

Primero. Es recomendable tener los softwares adecuados para el diseño del sistema de seguridad.

Segundo. Para el diseño del sistema de seguridad tenemos que tomar en cuenta las necesidades del usuario o empresa, para que sea posible satisfacer sus requerimientos.

Tercero. Para la implementación y posterior acoplamiento del sistema de seguridad, se tiene que buscar las herramientas y recursos que pueda facilitar un buen funcionamiento tanto del sistema de seguridad como de la cierra circular de banco, también tener en cuenta el tamaño de la máquina y la fuente de alimentación.

Cuarto. Tener en cuenta la calibración de los sistemas y la adecuada implementación de estos, con la mayor seguridad posible teniendo así un sistema adecuado.

Quinto. Hay que tener en cuenta las especificaciones del motor monofásico y la posición del disco cierra y las dimensiones de este mismo, para precisar el frenado en el tiempo estimado.

Sexto. Para reducir costos y recursos, es mejor buscar un buen proveedor y reajustar los cálculos y el diseño.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- KATSUHIKO OGATA. (2010).** *Ingeniería de Control Moderna, (5^{ta} ed.)*
España: Pearson Educación.
- PERE PONSÀ, TONI GRANOLLERS. (2009).** *Diseño y Automatización Industrial, (1^{ra} ed.)* España: Universidad Politécnica de Catalunya.
- F. EBEL, S. IDLER, G. PREDE, D. SCHOLZ. (2008).** *Fundamentos de la Técnica de Automatización (2^a ed.)* Alemania: Festo Didactic.
- RICHARD C. DORF, ROBERT H. BISHOP (2005).** *Sistemas de control moderno, (10^{ma} ed.)* España: Pearson Educación.
- NORMAN S. NISE. (2002).** *Sistemas de Control para Ingeniería 3^{er} ED, (1^{ra} ed.)*
Editorial: Continental.
- ALFREDO ROCA CUSIDO. (2014).** *Control automático de procesos industriales, (1^{ra} ed.)* Editorial: Díaz de Santos.
- BENJAMIN C. KUO. (1996).** *Sistemas de Control Automático (1^{ra} ed.)*
Editorial: Prentice Hall.
- JULIÀ MONSÓ I BUSTIO. (1994).** *Sistemas de identificación y control automático, (1^{ra} ed.)* Editorial: Marcombo.
- ANDRÉS GARCÍA HIGUERA. (2005).** *El control automático en la industria, (1^{ra} ed.)* Editorial: Compobell.
- HUGO GUSTAVO GONZÁLEZ HERNÁNDEZ. (2006).** *Sistemas de control en tiempo continuo y Discreto, (1^{ra} ed.)* Editorial: Digital tecnológico de monterrey.

ARMANDO FERNÁNDEZ SARASOLA. (2007). *Control de los Sistemas Continuos, (2^{da} ed.)* Editorial: universidad de Oviedo.

ARTHUR LEMUEL ALBERT. (1962). *Electrónica y dispositivos electrónicos, (1^{ra} ed.)* Editorial: Digital Reverté

LLUÍS PRAT VIÑAS, JOSEP CALDERER CARDONA.(2006). *Dispositivos electrónicos y fotónicos: fundamentos, (2^{da} ed.)* Editorial: Barcelona Ediciones UPC.

RAMÓN BRAGÓS BARDIA, LLUÍS PRAT VIÑAS. (1999). *Circuitos y dispositivos electrónicos: fundamentos de electrónica, (2da ed.)* Editorial: Barcelona Ediciones UPC.

MARTÍNEZ RODRIGO, FERNANDO HERRERO DE LUCAS, LUIS CARLOS GONZÁLEZ DE LA FUENTE, JOSÉ MANUEL. (2007).

Control Electrónico y Simulación de Motores de Corriente Alterna (1^{ra} ed.) España: Universidad de Valladolid.

CARLOS A. SMITH, ARMANDO B. CORRIPIO. (2005). *Control Automático de Procesos (2^{da} ed.)* México: Limusa.

GILBERTO ENRÍQUEZ HARPER. (2002). *Control de motores eléctricos (2^{da} ed.)* Mexico: Limusa.

J. ROLAN VILORIA. (2002). *Motores Eléctricos Variación de Velocidad (2^{da} ed.)* España: Thomson Editores.

MANUEL ÁLVAREZ PULIDO. (2000). *Convertidores de frecuencia, controladores de motores y SSR. (1^{ra} ed.)* Editorial: Marcombo.

- ENRIQUE HERRERA PÉREZ. (2004).** *Introducción a las telecomunicaciones modernas. (2^{da} ed.)* Editorial: Limusa Noriega.
- GILBERTO ENRÍQUEZ HARPER. (2004).** *El libro práctico de los generadores, transformadores y motores eléctricos (1^{ra} ed.)* Editorial: Limusa Noriega.
- MUHAMMAD H. RASHID. (2004).** *Electrónica de potencia: circuitos, dispositivos y aplicaciones (3^{ra} ed.)* Editorial: Pearson Educación.
- LEONEL GERMÁN CORONA RAMÍREZ, GRISELDA STEPHANY ABARCA JIMÉNEZ, JESÚS MARES CARREÑO. (2014).** *Sensores y Actuadores (1^{ra} ed.)* Editorial: Grupo Editorial Patria.
- RAMÓN PALLÁS ARENY. (2003).** *Sensores y acondicionadores de señal (4^{ta} ed.)* Editorial: Marcombo.
- AMOS GILAT. (2005).** *Matlab: una introducción con ejemplos prácticos (1^{ra} ed.)* Editorial: Reverté.
- GÓMEZ ORMEÑO Jorge Renato. (2013).** *Diseño e implementación de un variador de velocidad de bajo costo para un motor trifásico de inducción de 4HP. Tesis para obtener el título de Licenciado en Ingeniería Electrónica, Pontificia Universidad Católica del Perú.*
- CABRERA CATAFORA Aldo, CALLO CHEJE David. (2012).** *Diseño e implementación de un variador de frecuencia para motores de inducción trifásica. Tesis para obtener el título de Ingeniero Mecánico Electricista, Universidad Nacional del Altiplano. Puno-Perú.*

CARATE GUTIERRES Ángel Orlando, VILLACIS SALAZAR Ángel Rodrigo (2011).

Diseño y construcción de un módulo con variador de frecuencia para el control de velocidad de motores asíncronos jaula de ardilla trifásica para el laboratorio de control industrial. Tesis para obtener el título de Ingeniero de Mantenimiento, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.

MAKITA CORPORATION. (2005). *Sierra de mesa MLT100.*

Referencias Web

<http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/3177/tfm220.pdf?sequence=1>

HORA: 10:30 AM. FECHA: 10/03/2017

<http://www.electroclub.com.mx/2015/04/conexiones-electricas-en-un-variador-de.html>

HORA: 8:30 AM. FECHA: 12/03/2017

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm>

HORA: 8:30 AM. FECHA: 15/03/2017

<https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/90121/D-79681.pdf>

HORA: 5:30 PM. FECHA: 1/04/2017

<https://es.scribd.com/document/178870737/Control-de-Velocidad-Pic16f877>

HORA: 6:00 PM. FECHA: 25/04/2017

ANEXOS

Anexo "A"

Descripción: Datasheet LM35

www.ti.com

SNIS159D –AUGUST 1999–REVISED OCTOBER 2013

LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors

FEATURES

- Calibrated Directly in ° Celsius (Centigrade)
- Linear + 10 mV/°C Scale Factor
- 0.5°C Ensured Accuracy (at +25°C)
- Rated for Full-55°C to +150°C Range
- Suitable for Remote Applications
- Low Cost Due to Wafer-Level Trimming
- Operates from 4 to 30 V
- Less than 60µA Current Drain
- Low Self-Heating, 0.08°C in Still Air
- Nonlinearity Only ±¼°C Typical
- Low Impedance Output, 0.1Ω for 1 mA Load

DESCRIPTION

The LM35 series are precision integrated-circuit temperature sensors, with an output voltage linearly proportional to the Centigrade temperature. Thus the LM35 has an advantage over linear temperature sensors calibrated in ° Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from the output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of ±¼°C at room temperature and ±¾°C over a full -55°C to +150°C temperature range. Low cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The low output impedance, linear output, and precise inherent calibration of the LM35 make interfacing to readout or control circuitry especially easy. The device is used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As the LM35 draws only 60 µA from the supply, it has very low self-heating of less than 0.1°C in still air. The LM35 is rated to operate over a -55°C to +150°C temperature range, while the LM35C is rated for a -40°C to +110°C range (-10° with improved accuracy). The LM35 series is available packaged in hermetic TO transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D are also available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D is also available in an 8-lead surface-mount small-outline package and a plastic TO-220 package.

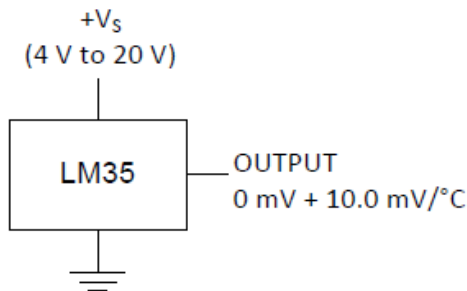
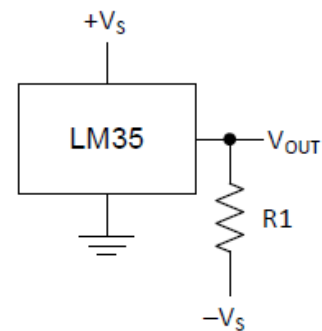


Figure 1. Basic Centigrade Temperature Sensor (+2°C to +150°C)



Choose $R_1 = -V_S / 50 \mu A$
 $V_{OUT} = 1500 \text{ mV at } 150^\circ C$
 $V_{OUT} = 250 \text{ mV at } 25^\circ C$
 $V_{OUT} = -550 \text{ mV at } -55^\circ C$

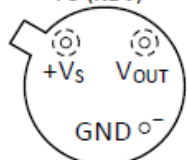
Figure 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor



These devices have limited built-in ESD protection. The leads should be shorted together or the device placed in conductive foam during storage or handling to prevent electrostatic damage to the MOS gates.

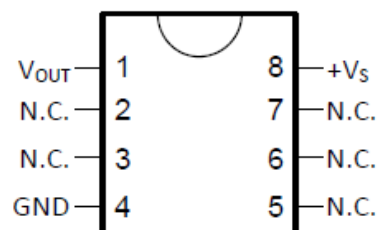
CONNECTION DIAGRAMS

METAL CAN PACKAGE TO (NDV)



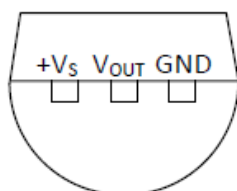
Case is connected to negative pin (GND)

SMALL-OUTLINE MOLDED PACKAGE SOIC-8 (D) TOP VIEW

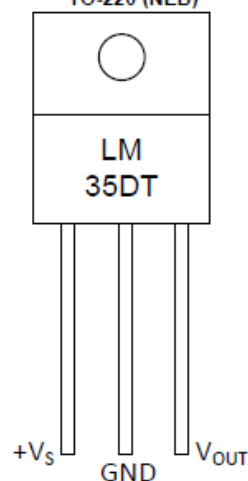


N.C. = No connection

PLASTIC PACKAGE TO-92 (LP) BOTTOM VIEW



PLASTIC PACKAGE TO-220 (NEB)



Tab is connected to the negative pin (GND).

NOTE: The LM35DT pinout is different than the discontinued LM35DP

Anexo "B"

Descripción: Datasheet LM555

LM555/NE555/SA555

Single Timer

Features

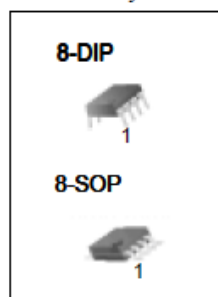
- High Current Drive Capability (200mA)
- Adjustable Duty Cycle
- Temperature Stability of 0.005%/°C
- Timing From μ Sec to Hours
- Turn off Time Less Than 2 μ Sec

Applications

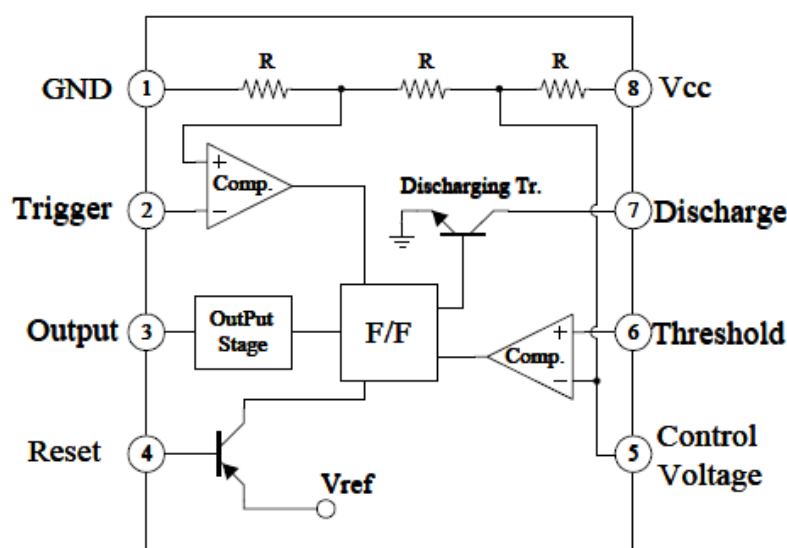
- Precision Timing
- Pulse Generation
- Time Delay Generation
- Sequential Timing

Description

The LM555/NE555/SA555 is a highly stable controller capable of producing accurate timing pulses. With a monostable operation, the time delay is controlled by one external resistor and one capacitor. With an astable operation, the frequency and duty cycle are accurately controlled by two external resistors and one capacitor.



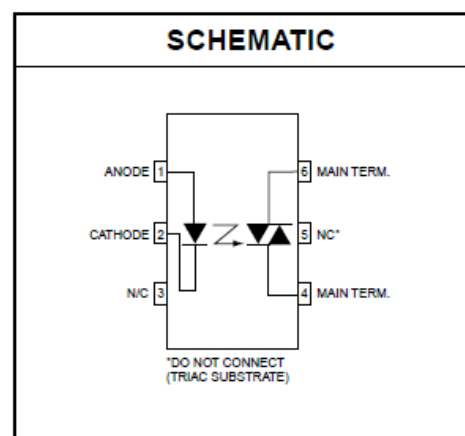
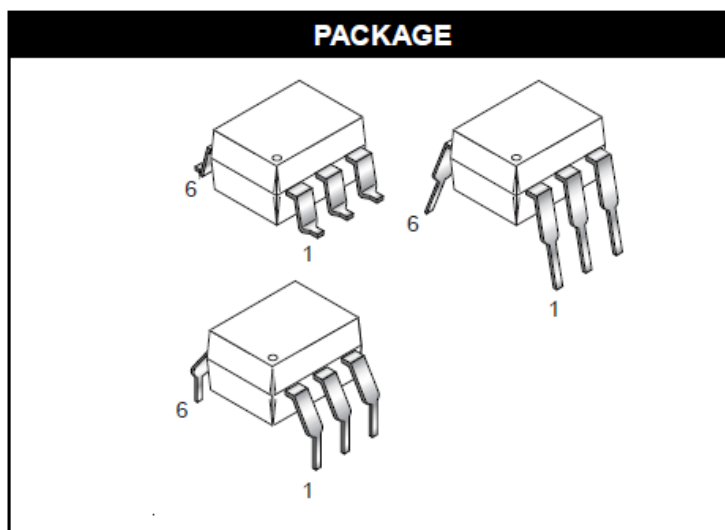
Internal Block Diagram



Anexo "C"

Descripción: Datasheet MOC3021

MOC3010M MOC3011M MOC3012M MOC3020M MOC3021M MOC3022M MOC3023M



DESCRIPTION

The MOC301XM and MOC302XM series are optically isolated triac driver devices. These devices contain a GaAs infrared emitting diode and a light activated silicon bilateral switch, which functions like a triac. They are designed for interfacing between electronic controls and power triacs to control resistive and inductive loads for 115 VAC operations.

FEATURES

- Excellent I_{FT} stability—IR emitting diode has low degradation
- High isolation voltage—minimum 5300 VAC RMS
- Underwriters Laboratory (UL) recognized—File #E90700
- Peak blocking voltage
 - 250V-MOC301XM
 - 400V-MOC302XM
- VDE recognized (File #94766)
 - Ordering option V (e.g. MOC3023VM)

APPLICATIONS

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Industrial controls • Traffic lights • Vending machines • Solid state relay • Lamp ballasts | <ul style="list-style-type: none"> • Solenoid/valve controls • Static AC power switch • Incandescent lamp dimmers • Motor control |
|---|---|

Anexo "D"

Descripción: Datasheet CD4011



Data sheet acquired from Harris Semiconductor
SCHS021D - Revised September 2003

CMOS NAND GATES

High-Voltage Types (20-Volt Rating)

Quad 2 Input - CD4011B
Dual 4 Input - CD4012B
Triple 3 Input - CD4023B

■ CD4011B, CD4012B, and CD4023B NAND gates provide the system designer with direct implementation of the NAND function and supplement the existing family of CMOS gates. All inputs and outputs are buffered.

The CD4011B, CD4012B, and CD4023B types are supplied in 14-lead hermetic dual-in-line ceramic packages (F3A suffix), 14-lead dual-in-line plastic packages (E suffix), 14-lead small-outline packages (M, MT, M96, and NSR suffixes), and 14-lead thin shrink small-outline packages (PWR suffix). The CD4011B and CD4023B types also are supplied in 14-lead thin shrink small-outline packages (PW suffix).

MAXIMUM RATINGS, Absolute-Maximum Values:

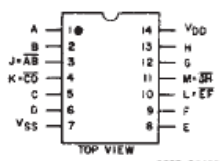
DC SUPPLY-VOLTAGE RANGE, (V _{DD}) Voltages referenced to V _{SS} Terminal)	-0.5V to +20V
INPUT VOLTAGE RANGE, ALL INPUTS	-0.5V to V _{DD} +0.5V
DC INPUT CURRENT, ANY ONE INPUT	±10mA
POWER DISSIPATION PER PACKAGE (P _D): For T _A = -55°C to +100°C	500mW
For T _A = +100°C to +125°C	Derate Linearly at 12mW/°C to 200mW
DEVICE DISSIPATION PER OUTPUT TRANSISTOR FOR T _A = FULL PACKAGE-TEMPERATURE RANGE (All Package Types)	100mW
OPERATING-TEMPERATURE RANGE (T _A)	-55°C to +125°C
STORAGE TEMPERATURE RANGE (T _{stg})	-65°C to +150°C
LEAD TEMPERATURE (DURING SOLDERING): At distance 1/16 ± 1/32 inch (1.59 ± 0.79mm) from case for 10s max	+265°C

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

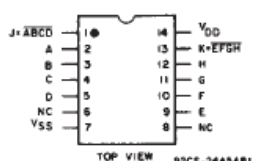
For maximum reliability, nominal operating conditions should be selected so that operation is always within the following ranges:

CHARACTERISTIC	LIMITS		UNITS
	MIN.	MAX.	
Supply-Voltage Range (For T _A = Full Package Temperature Range)	3	18	V

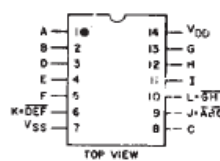
TERMINAL ASSIGNMENTS



CD4011B



CD4012B



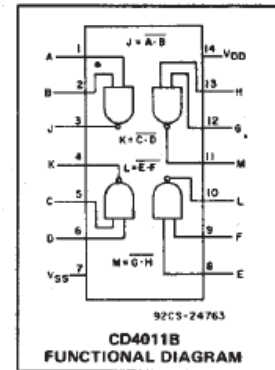
CD4023B

CD4011B, CD4012B, CD4023B Types

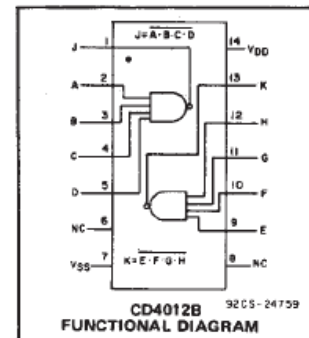
Features:

- Propagation delay time = 60 ns (typ.) at C_L = 50 pF, V_{DD} = 10 V
- Buffered inputs and outputs
- Standardized symmetrical output characteristics
- Maximum input current of 1 μA at 18 V over full package temperature range; 100 nA at 18 V and 25°C
- 100% tested for quiescent current at 20 V
- 5-V, 10-V, and 15-V parametric ratings
- Noise margin (over full package temperature range):
1 V at V_{DD} = 5 V
2 V at V_{DD} = 10 V
2.5 V at V_{DD} = 15 V

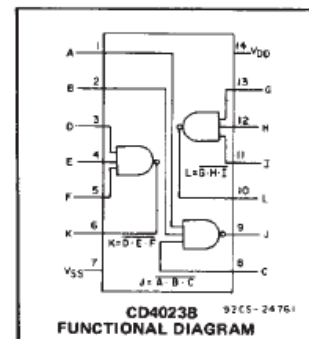
- Meets all requirements of JEDEC Tentative Standard No. 13B, "Standard Specifications for Description of "B" Series CMOS Devices"



CD4011B FUNCTIONAL DIAGRAM



CD4012B FUNCTIONAL DIAGRAM



CD4023B FUNCTIONAL DIAGRAM

Anexo "E"

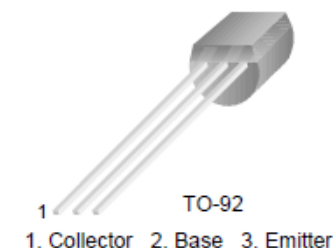
Descripción: Datasheet BC548



BC546/547/548/549/550

Switching and Applications

- High Voltage: BC546, $V_{CEO}=65V$
- Low Noise: BC549, BC550
- Complement to BC556 ... BC560



NPN Epitaxial Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings $T_a=25^{\circ}C$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CBO}	Collector-Base Voltage : BC546	80	V
	: BC547/550	50	V
	: BC548/549	30	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage : BC546	65	V
	: BC547/550	45	V
	: BC548/549	30	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage : BC546/547	6	V
	: BC548/549/550	5	V
I_C	Collector Current (DC)	100	mA
P_C	Collector Power Dissipation	500	mW
T_J	Junction Temperature	150	$^{\circ}C$
T_{STG}	Storage Temperature	-65 ~ 150	$^{\circ}C$

Electrical Characteristics $T_a=25^{\circ}C$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
I_{CBO}	Collector Cut-off Current	$V_{CB}=30V, I_E=0$			15	nA
h_{FE}	DC Current Gain	$V_{CE}=5V, I_C=2mA$	110		800	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C=10mA, I_B=0.5mA$		90	250	mV
		$I_C=100mA, I_B=5mA$		200	600	mV
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C=10mA, I_B=0.5mA$		700		mV
		$I_C=100mA, I_B=5mA$		900		mV
$V_{BE(on)}$	Base-Emitter On Voltage	$V_{CE}=5V, I_C=2mA$	580	660	700	mV
		$V_{CE}=5V, I_C=10mA$			720	mV
f_T	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE}=5V, I_C=10mA, f=100MHz$		300		MHz
C_{ob}	Output Capacitance	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1MHz$		3.5	6	pF
C_{ib}	Input Capacitance	$V_{EB}=0.5V, I_C=0, f=1MHz$		9		pF
NF	Noise Figure	: BC546/547/548	$V_{CE}=5V, I_C=200\mu A$	2	10	dB
		: BC549/550	$f=1KHz, R_G=2K\Omega$	1.2	4	dB
		: BC549	$V_{CE}=5V, I_C=200\mu A$	1.4	4	dB
		: BC550	$R_G=2K\Omega, f=30\sim 15000MHz$	1.4	3	dB

h_{FE} Classification

Classification	A	B	C
h_{FE}	110 ~ 220	200 ~ 450	420 ~ 800

Anexo “F”

Descripción: Datasheet BTA41



BTA40, BTA41 and BTB41 Series

STANDARD

40A TRIACs

Table 1: Main Features

Symbol	Value	Unit
$I_{T(RMS)}$	40	A
V_{DRM}/V_{RRM}	600 and 800	V
$I_{GT} (Q_1)$	50	mA

DESCRIPTION

Available in high power packages, the **BTA/ BTB40-41** series is suitable for general purpose AC switching. They can be used as an ON/OFF function in applications such as static relays, heating regulation, induction motor starting circuits... or for phase control operation in light dimmers, motor speed controllers, ...

Thanks to their clip assembly technique, they provide a superior performance in surge current handling capabilities.

By using an internal ceramic pad, the BTA series provides voltage insulated tab (rated at $2500V_{RMS}$) complying with UL standards (File ref.: E81734).

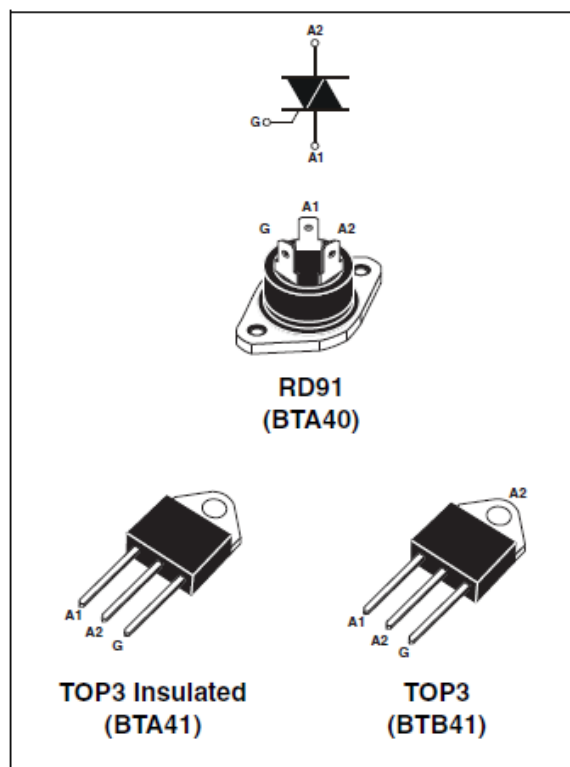


Table 2: Order Codes

Part Number	Marking
BTA40-xxxB	See table 8 on page 6
BTA41-xxxBRG	
BTB41-xxxBRG	

BTA40, BTA41 and BTB41 Series

Table 3: Absolute Maximum Ratings

Symbol	Parameter			Value	Unit
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current (full sine wave)	RD91 / TOP3	$T_c = 95^\circ C$	40	A
		TOP Ins.	$T_c = 80^\circ C$		
I_{TSM}	Non repetitive surge peak on-state current (full cycle, T_j initial = $25^\circ C$)	F = 50 Hz	t = 20 ms	400	A
		F = 60 Hz	t = 16.7 ms	420	
I^2t	I^2t Value for fusing	$t_p = 10$ ms		880	A^2s
di/dt	Critical rate of rise of on-state current $I_G = 2 \times I_{GT}$, $t_r \leq 100$ ns	F = 120 Hz	$T_j = 125^\circ C$	50	$A/\mu s$
V_{DSM}/V_{RSM}	Non repetitive surge peak off-state voltage	$t_p = 10$ ms	$T_j = 25^\circ C$	$V_{DSM}/V_{RSM} + 100$	V
I_{GM}	Peak gate current	$t_p = 20 \mu s$	$T_j = 125^\circ C$	8	A
$P_{G(AV)}$	Average gate power dissipation		$T_j = 125^\circ C$	1	W
T_{stg} T_j	Storage junction temperature range Operating junction temperature range			- 40 to + 150 - 40 to + 125	$^\circ C$

Tables 4: Electrical Characteristics ($T_j = 25^\circ C$, unless otherwise specified)

Symbol	Test Conditions	Quadrant		Value	Unit
I_{GT} (1)	$V_D = 12$ V $R_L = 33 \Omega$	I - II - III IV	MAX.	50 100	mA
		ALL	MAX.	1.3	
V_{GD}	$V_D = V_{DRM}$ $R_L = 3.3$ k Ω $T_j = 125^\circ C$	ALL	MIN.	0.2	V
I_H (2)	$I_T = 500$ mA		MAX.	80	mA
I_L	$I_G = 1.2 I_{GT}$	I - III - IV	MAX.	70	mA
		II		160	
dV/dt (2)	$V_D = 67\% V_{DRM}$ gate open	$T_j = 125^\circ C$	MIN.	500	$V/\mu s$
(dV/dt)c (2)	(di/dt)c = 20 A/ms	$T_j = 125^\circ C$	MIN.	10	$V/\mu s$

Table 5: Static Characteristics

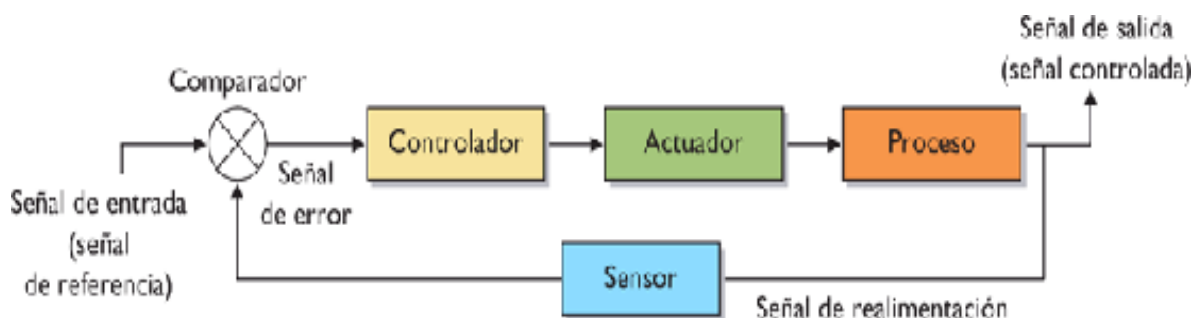
Symbol	Test Conditions			Value	Unit
V_T (2)	$I_{TM} = 60$ A $t_p = 380 \mu s$	$T_j = 25^\circ C$	MAX.	1.55	V
V_{T0} (2)	Threshold voltage	$T_j = 125^\circ C$	MAX.	0.85	V
R_d (2)	Dynamic resistance	$T_j = 125^\circ C$	MAX.	10	m Ω
I_{DRM} I_{RRM}	$V_{DRM} = V_{RRM}$	$T_j = 25^\circ C$	MAX.	5	μA
		$T_j = 125^\circ C$		5	mA

Note 1: minimum I_{GT} is guaranteed at 5% of I_{GT} max.

Note 2: for both polarities of A2 referenced to A1.

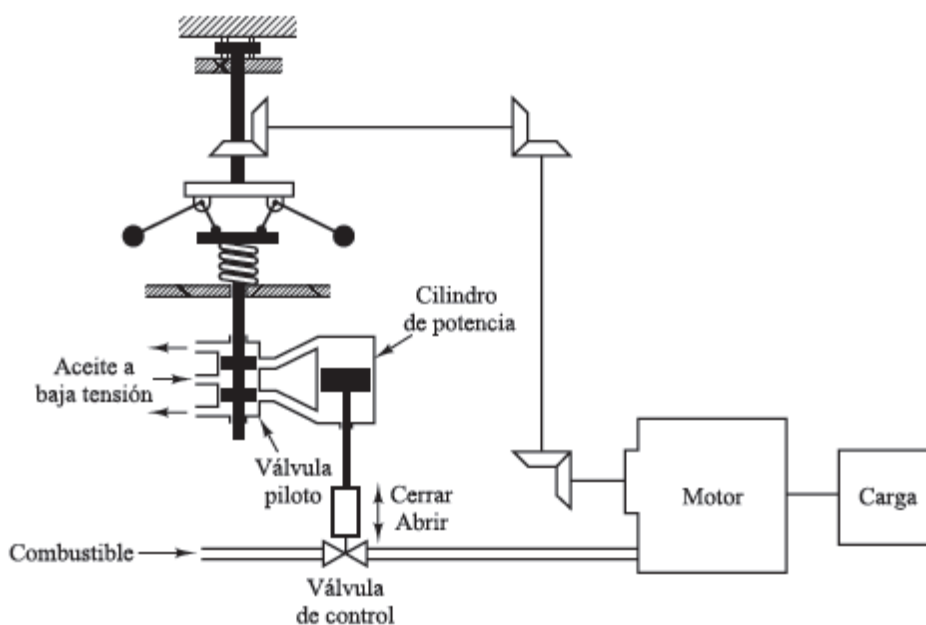
Anexo "G"

Descripción: Sistema de Control.



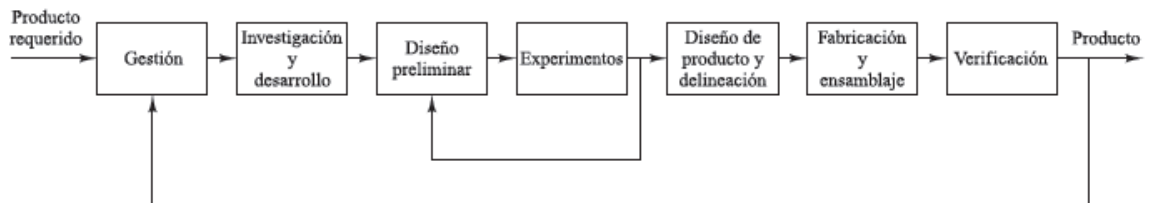
Anexo "H"

Descripción: Sistema de Control de Velocidad.



Anexo "I"

Descripción: Diagrama de bloques de un sistema de organización en Ingeniería.



Anexo "J"

Descripción: Circular de Banco.



Anexo "K"

Descripción: Implementación del sistema de seguridad automatizado para el circular de banco de la empresa Industria Metal Madera Apaza S.A.



Acoplado del sistema de seguridad a la cierra circular de banco.



Instalado del variador de frecuencia al motor monofásico.



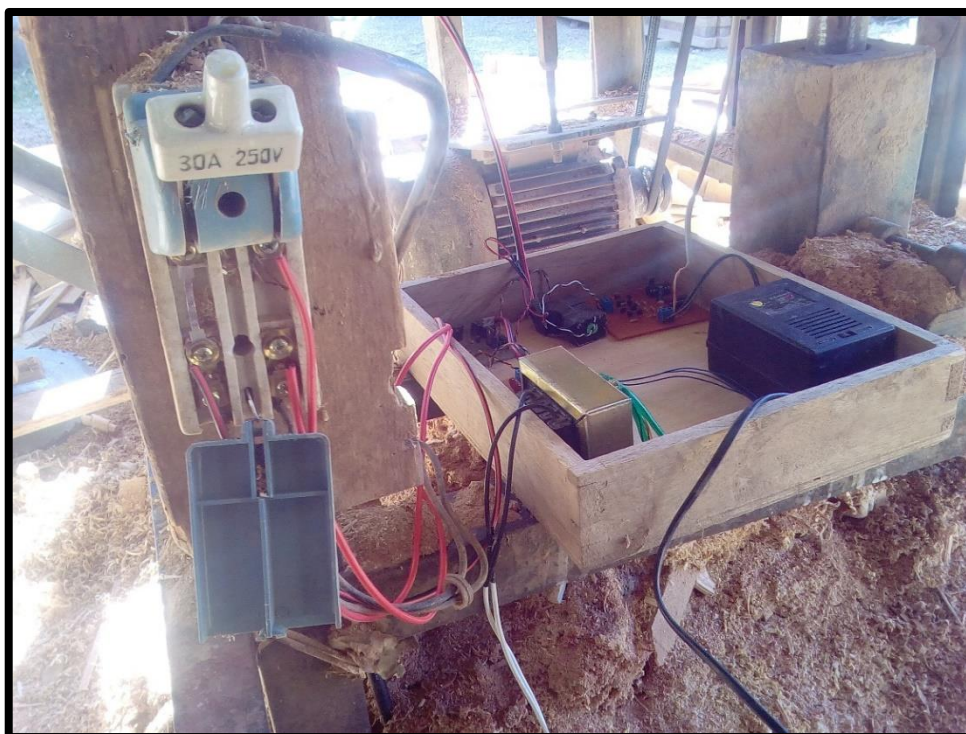
Instalado del freno a la cierra disco.



Freno de moto con pastillas



Instalado de los sensores a la guía de la máquina.



Fijado de los PCB del sistema de seguridad.



Sistema implementado a la cierra circular de banco.



Comprobado de voltajes en las salidas y entradas del sistema de seguridad.



Calibrado del sistema de seguridad.



Personal de la empresa hizo uso de la cierra, con el sistema de seguridad implementado.



Aplicado del sistema de seguridad durante el cortado de madera.



La máquina se detuvo al detectar las manos del personal cerca cierra disco.



Sistema implementado en el taller de la empresa por los tesistas.