

**DISEÑO DE SISTEMA DE CONTROL PARA TELAR PLANO DE DOBLE
PASADA**

LUISA DANIELA LEÓN VARGAS



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TUNJA

2019

DISEÑO DE SISTEMA DE CONTROL PARA TELAR PLANO DE DOBLE PASADA

LUISA DANIELA LEÓN VARGAS

**Trabajo de monografía que presenta el diseño de un sistema de control
realizada para obtener el título de Ingeniera Electrónica**

DOCENTES TUTORES

Ing. Pablo Andrés Álvarez Camargo, M.Sc. (c)

Ing. Cesar Mauricio Galarza Bogotá, Ph.D.



**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
TUNJA**

Las ideas expuestas en este proyecto
Son responsabilidad de la autora.

Nota de aceptación

Firma del Director

Firma del Codirector

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Tunja, Junio de 2019

Este trabajo está dedicado principalmente a Dios que ha permitido que concluya mi formación con éxito, a mis padres y hermanas quienes me han apoyado y formado como persona y profesional, a mi familia, compañeros y a todas aquellas personas que contribuyeron a la culminación de mi formación como profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Mi Familia

Por su apoyo incondicional a través de mi desarrollo personal y profesional.

Gilberto León Montañez, Martha Evelia Vargas Rincón, Erika Paola León Vargas y Laura Vanessa León Vargas.

A Mis Compañeros y Docentes

Especialmente a:

Ing. Pablo Andrés Álvarez Camargo, M.Sc. (c)

Ing. Cesar Mauricio Galarza Bogotá, Ph.D.

Ing. Oscar Eduardo Umaña Méndez, M. Sc.

Ing. William Álvarez Castañeda, M.Sc.

A

La Facultad de Ingeniería Electrónica de La Universidad Santo Tomas Seccional Tunja, en cabeza de su decano Ing. William Álvarez Castañeda, M. Sc., por su respaldo y acompañamiento durante el proceso de formación académico.

La empresa Artesanías ALROL De Colombia ubicada en la ciudad de Tunja, en cabeza de Susana Rodríguez Fonseca, por darme la oportunidad de realizar la pasantía, y recibir el acompañamiento para realizar el trabajo y poder culminar con mi proyecto de grado.

CONTENIDO

1. RESUMEN	13
2. PRÓLOGO	14
3. INTRODUCCIÓN.....	15
4. JUSTIFICACION	16
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
5.1. FORMULACIÓN DE PREGUNTA	17
5.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	17
5.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	18
6. OBJETIVOS	20
6.1. OBJETIVO GENERAL	20
6.2. OBJETIVOS ESPECIFICO	20
7. PREÁMBULO	21
8. ALCANCES Y LIMITACIONES	22
9. MARCO TEÓRICO	23
9.1. TELAR	23
9.1.1. HISTORIA DE LOS TELARES.....	23
9.1.2. TIPOS DE TELARES	24
9.1.2.1. MANUALES	24
9.1.2.2. MECANIZADO.....	25
9.1.2.3. JACQUARD	26
9.1.2.4. MODERNOS	27
9.2. RETROFITTING, ACTUALIZACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE MAQUINARIA INDUSTRIAL.....	28
9.3. SOFTWARE	28
9.3.1. PIC C COMPILER	28
9.3.2. SEE ELECTRICAL.....	29
9.3.3. PROTEUS.....	30
9.4. PIC18F4550	31
9.4.1. MEMORIA PIC 18F4550	31
9.4.2. MEMORIA DE PROGRAMA	32
9.4.3. REGISTROS DE FUNCIONES ESPECIALES (SFR)	32

9.4.4. RELOJ PIC18F4550	33
9.5. SENSORES	34
9.5.1. SENSOR DETECTOR DE PASO (PRESENCIA) JX~6.....	34
9.5.2. ACUMULADOR DE HILO (SENSOR) SDW 3-4 A.....	35
9.6. OPTOACOPLADOR	36
9.7. SELLIFY DC5V MÓDULO DE RELÉ DE POTENCIA DE DISPARO DE BAJO NIVEL DE 1 CANAL SRD-05VDC-SL-C	37
9.8. DISYUNTOR: SCHNEIDER ELECTRIC TRIPOLAR	39
9.9. CONTACTOR TeSys D – LC1D09BD SCHNEIDER.....	39
9.10. RELÉ DE SOBRECARGA TÉRMICO TeSys LRD - LRD08 SCHNEIDER	42
10. METODOLOGÍA	44
11. DISEÑO, DESARROLLO Y RESULTADOS	46
11.1. PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE TELA, EMPRESA ARTESANIAS ALROL DE COLOMBIA	46
11.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS SENSORES	49
11.2.1. SENSOR DETECTOR DE PASO (PRESENCIA) JX~6.....	49
11.2.2. ACUMULADOR DE HILO (SENSOR) SDW 3-4 A.....	51
11.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL	56
11.3.1. SISTEMA DE CONTROL EN SEE ELECTRICAL	56
11.3.2. SIMULACION DEL SISTEMA DE CONTROL EN PROTEUS	61
11.3.3. PROGRAMACIÓN EN PIC C Compiler.....	65
11.4. RESULTADOS OBTENIDOS.....	68
11.4.1 ANÁLISIS DE COSTOS	78
12. APORTES DEL TRABAJO.....	79
13. CONCLUSIONES.....	80
RECOMENDACIONES	82
GLOSARIO.....	83
BIBLIOGRAFIA.....	84
INFOGRAFIA	85
ANEXOS	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Telar manual.....	24
Figura 2. Telar mecánico.....	25
Figura 3. Telares Jacquard con tarjetas perforadas.....	26
Figura 4. Telares Dornier.....	27
Figura 5. Panel de programación PIC C Compiler.....	28
Figura 6. Entorno Grafico de SEE ELECTRICAL	29
Figura 7. Entorno Grafico de PROTEUS.....	30
Figura 8. Data Sheet PIC18F4550.....	31
Figura 9. Circuito del oscilador para el PIC18F4550.....	33
Figura 10. Sensor detector de paso (presencia) JX~6.....	34
Figura 11. Acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4 A.....	35
Figura 12. Patrón de cableado Acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4 A.....	35
Figura 13. Circuito de un optoacoplador.....	36
Figura 14. Low level trigger 5 V DC.....	37
Figura 15. Schneider electric Tripolar.....	39
Figura 16. TeSys D - LC1D09BD.....	39
Figura 17. TeSys LRD - LRD08.....	42
Figura 18. Hilo.....	46
Figura 19. Proceso de ablandado del hilo.....	47
Figura 20. Olla de tintorería a vapor y conos teñidos.....	47
Figura 21. Aumento del calibre para los hilos.....	48
Figura 22. Urdidor y fileta.....	48
Figura 23. Telar.....	49
Figura 24. Sensor detector de paso (presencia) JX~6.....	49

Figura 25. Toma de señales del sensor detector de paso (presencia) JX~6.....	50
Figura 26. Señal obtenida en un osciloscopio, generada por el sensor detector de paso (presencia) JX~6.....	50
Figura 27. Acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4 A.....	51
Figura 28. Acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4 A, con hilo en el tambor para ser enviado al telar.....	52
Figura 29. Señal en el osciloscopio generada por el acumulador de hilo SDW 3-4 A.....	52
Figura 30. Conexión caja de potencia, placa rectificadora y parada de la trama....	53
Figura 31. Ajuste de velocidad máxima del motor de alimentación de trama.....	54
Figura 32. Ajuste de entrada (salida) de la tensión del hilo.....	55
Figura 33. Acumulador de hilo SDW 3-4 A, tensor y selector.....	56
Figura 34. Plano del sistema de control en SEE ELECTRICAL.....	57
Figura 35. Primera parte del sistema de control.....	58
Figura 36. Segunda parte del sistema de control.....	59
Figura 37. Tercera parte del sistema de control.....	60
Figura 38. Simulación del sistema de control para un telar plano de doble pasada..	61
Figura 39. Primera parte: Conexiones PIC18F4550.....	62
Figura 40. Segunda parte: Control con los pulsadores, e indicadores: star, stop, modo manual (Single weft).....	63
Figura 41. Tercera parte: Simulador del estado del hilo del telar plano de doble pasada	63
Figura 42. Cuarta parte: Conexión de sensores detector de paso (presencia) JX~6, acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4 A y motor de 2 Hp, 1800 RPM a 220V.....	64
Figura 43. PIC18F45550 energizado	68
Figura 44. Sensores y motor energizados	69
Figura 45. Pulsador e indicador star	70
Figura 46. Energización de los sensores y el motor con el pulsador star.....	70
Figura 47. Pulsador e indicador stop.....	71
Figura 48. Desenergización de los sensores y el motor con el pulsador stop.....	72

Figura 49. Pulsador e indicador modo manual (Single weft).....	73
Figura 50. Energización y desenergización de los sensores y el motor con el pulsador modo manual (Single weft)	74
Figura 51. Lectura del sensor JX~6, detecta hilo el sensor.....	75
Figura 52. Lectura del sensor JX~6, detecta hilo el sensor; los sensores y el motor funcionan normalmente	75
Figura 53. Lectura del sensor JX~6, el hilo se ha reventado.....	76
Figura 54. Lectura del sensor JX~6, el hilo se revienta; los sensores y el motor dejan de funcionar.....	77

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Líneas de alimentación sensor detector de paso (presencia) JX~6.....	34
Tabla 2. Color de cableado Acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4 A.....	35
Tabla 3. Patrón de conexiones Acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4 A.....	36
Tabla 4. Especificaciones Acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4 A.....	36
Tabla 5. Características TeSys D - LC1D09BD.....	40
Tabla 6. Características TeSys LRD - LRD08.....	43
Tabla 7. Instalación y ubicación de tensor y selector.....	56
Tabla 8. Declaración de pines de entrada y salida.....	62
Tabla 9. Cotización realizada en la empresa Artesanías ALROL De Colombia.....	78

1. RESUMEN

Los procesos industriales exigen el control de la fabricación de los diversos productos obtenidos. Los procesos son muy variados y abarcan muchos tipos de productos: la fabricación de los productos derivados del petróleo, de los productos alimenticios, la industria cerámica, las centrales generadores de energía, la siderurgia, los tratamientos térmicos, la industria papelera, la industria textil, etc, (Antonio Creus, 2010). En la industria textil se operan gran variedad de máquinas, como lo son los telares que en este caso, son usados para la realización de telas mediante el entrelazado de hilos (la trama y la urdimbre), con esto se confección de sombreros y mochilas. El objetivo de este estudio fue diseñar un sistema de control para un telar plano de doble pasada, para la fabricación de tela, con esta automatización se ayudó a tener un mejor control de la máquina, ya que se mejoró el trabajo del operario, se aumentó su seguridad y genero un mejor rendimiento de la máquina.

De esta manera, este proyecto hace referencia al diseño de un sistema de control para un telar plano de doble pasada, para la empresa Artesanías ALROL de Colombia, que está ubicada en la ciudad de Tunja, de esta forma el proyecto se desarrolla estructuralmente de la siguiente manera:

En la primera parte, se estudia el proceso de la realización de la tela, desde que ingresa a la empresa los conos de hilo, pasando por el engrosado de hilo, el teñido de este, y el tejido en los telares, para tener las telas para la fabricación de sombreros y mochilas.

En la segunda parte, se encuentra el diseño del sistema de control, la caracterización de los sensores, la simulación y programación de este, teniendo en cuenta las especificaciones que da la empresa Artesanías ALROL De Colombia.

En la tercera parte, se realiza la descripción de los resultados obtenidos en simulación del control de un telar plano de doble pasada, junto al estudio de costos que se realizó en la empresa Artesanías ALROL De Colombia.

2. PRÓLOGO

Somos una sociedad globalizada que vive una carrera contra el reloj, nuestra rutina es impensable sin los desarrollos tecnológicos actuales, tanto así, que la competitividad genera la necesidad de desarrollar máquinas y sistemas para acortar tiempos en los procesos de producción, los cuales son significativos y preponderantes en la balanza “costo-beneficio”.

“La primera regla de cualquier tecnología que se utiliza en una empresa es que la automatización aplicada a una operación eficiente magnificara la eficacia. La segunda es que la automatización aplicada a una operación ineficiente es magnificar la ineficiencia” - Bill Gates.

La automatización de procesos industriales pretende controlar máquinas con trabajos repetitivos, mejorar la producción sin reemplazar la mano de obra humana, con esto se ayuda a la empresa en la disminución de costos, acelerar el tiempo de producción, mejorar la seguridad del proceso, uso eficiente de energías, garantizar uniformidad y calidad.

Se presenta la propuesta de realizar el diseño de un telar plano de doble pasada, para suplir las necesidades de la empresa Artesanías ALROL De Colombia, para la elaboración de tela destinada a la fabricación de sombreros y mochilas, para mejorar la eficiencia y la rentabilidad de los telares, esto conlleva a que el escenario como profesional con formación integral, se apropiando para obtener nuevo conocimiento, cimentado en la solución de las necesidades y problemáticas de este proyecto; impulsando el desarrollo sostenible, la innovación y competitividad en la región y el país; con ayuda de la Facultad de Ingeniería Electrónica formado en un ámbito científico y tecnológico dentro de un marco socio humanístico de alto contenido ético, con capacidad para investigar, desarrollar e innovar en los campos de Telecomunicaciones, Automatización, Instrumentación Industrial, Control, Análisis de Sistemas Eléctricos y Electrónicos, que lo integran al desarrollo de la ingeniería dentro del contexto regional, nacional e internacional.

Ing. William Álvarez Castañeda, M.

3. INTRODUCCION

La relación que hay entre el bordado o el tejido artesanal y las tecnologías de lo digital —la computación, la electrónica y las telecomunicaciones, entre otras— es de carácter dicotómico. Así lo argumentan Jessa Lingel y Tim Regan (2014, p. 295) cuando señalan que la producción de tecnologías digitales es percibida por la sociedad en general como racional, científica, matemática y abstracta, y que, en contraste, el trabajo artesanal suele asociarse con la tradición cultural, la intuición y el trabajo manual. Estas dicotomías están culturalmente arraigadas y encarnadas en subjetividades, temporalidades y espacialidades diferentes. Esto, en ocasiones, trunca la posibilidad de ver los puntos en común que hay entre estos oficios y saberes aparentemente opuestos. (Tania Pérez, 2017)

La industria textil es uno de los sectores industriales más antiguos, pero es durante la revolución industrial cuando "despega" definitivamente. Con la máquina de vapor y el telar industrial comenzó la automatización, que sigue en la actualidad y se desarrolla cada vez más rápida.

La industria textil está experimentando una dramática evolución, la cual es generada por factores tales como los cambios en la demanda de productos textiles (por efecto de la moda, la tecnología de punta, la globalización), la presión cada vez más fuerte para asegurar la rentabilidad. En consecuencia las exigencias de los clientes para un mejor servicio y soluciones hechas a la medida van en aumento.

4. JUSTIFICACION

Para la empresa Artesanías ALROL de Colombia, la automatización de los telares planos de doble pasada es de gran importancia, ya que el proceso de la realización de las telas destinadas a la fabricación de sombreros y mochilas implica supervisión constante de un operario; con la automatización se pretende simplificar esta tarea, realizando una mejora a el trabajo que realiza el operario de la máquina, aumentando su seguridad y generando un mejor rendimiento en la producción.

Debido a que la empresa cuenta con un alto nivel de producción de sombreros y mochilas, se debe realizar el diseño de un sistema de control para los Telares planos de doble pasada, teniendo en cuenta los siguientes componentes a controlar:

- Motor de 2 Hp, 1800 RPM a 220 V
- Sensor detector de paso (presencia) JX-6
- Acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4 A

Indicadores que lleva la caja son:

- Botones de: Start, Stop, Single weft (Modo Manual).

Por tanto el compromiso principal del diseño de un sistema de control para un telar plano de doble pasada, es generar una segunda etapa para la implementación de este prototipo.

5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

5.1. FORMULACIÓN DE PREGUNTA

Con el transcurso de los años, la historia del progreso y evolución en cada uno de los procesos industriales de automatización y control generan grandes avances, por lo que la instrumentación electrónica brinda una gran ayuda a esta, para establecer cambios que permitan aportar a necesidades cotidianas.

Artesanías ALROL de Colombia es una empresa dedicada a la fabricación y distribución de sombreros y mochilas, con mano de obra artesanal Boyacense. La empresa cuenta con diversas máquinas para la elaboración de dicho producto como lo son: telares industriales, selectores de tramas con motores paso a paso, cajas eléctricas LCD de telar Rapier, Sensor detector de paso (presencia) JX~6, acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4 A, hilados, etc.

El problema planteado para el desarrollo de este proyecto, espera responder y cumplir las expectativas para el mejoramiento del proceso industrial, por tanto:

¿Qué alternativas dan solución al diseño de un sistema de control para un telar plano de doble pasada, para la empresa Artesanías ALROL de Colombia, de manera que sea eficiente y de buena calidad en el proceso de la elaboración de tela, destinada a la fabricación de sombreros y mochilas?

5.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Artesanías ALROL de Colombia, es una empresa dedicada a la fabricación y distribución de sombreros y mochilas, con mano de obra artesanal Boyacense. La empresa cuenta con diversas máquinas para la elaboración de dicho producto, como lo son: telares industriales, selectores de tramas con motores paso a paso, cajas eléctricas LCD de telar Rapier, Sensor detector de paso (presencia) JX~6, acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4 A, hilados, etc.

Artesanías ALROL de Colombia, importa mayor parte de su maquinaria de marcas Chinas como lo son:

绍兴市埃可迅机电技术有限公司” Shaoxing Action Electrical and Mechanical Technology Co., Ltd” ubicada en la zona de TingShan Industria, ShaoXing, provincia de ZheJiang, China, esta compañía se dedica al desarrollo, producción y venta de Productos mecatrónicos integrados, con sus derechos independientes de importación y exportación, realizando investigación y desarrollo independientes, producción y venta de sistemas de control electrónico para equipos inteligentes de maquinaria textil. [1]

浙江恒鑫机械有限公司” Zhejiang Hengxin Machinery Co., Ltd.” se encuentra en la ciudad de Cangzhou, provincia de Zhejiang, la empresa es uno de los primeros fabricantes de almacenaje de hilados y alimentadores de hilados en China. [2]

La función de un sistema de control es; controlar variables físicas como la presión, temperatura, velocidad, de tal forma de que “sigan” a los valores deseados en el proceso. [3]

El compromiso principal del presente proyecto, es diseñar un sistema de control que permita la automatización de un telar plano de doble pasada creado por la empresa Artesanías ALROL de Colombia, el cual utiliza componentes importados exclusivamente desde china. Dicho telar es utilizado para la fabricación de tela destinada a la elaboración de sombreros y mochilas.

5.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El telar plano de doble pasada tiene hilos base, estos forman el urdimbre, están posicionados verticalmente y la trama, que es el hilo que realiza el tejido, es posicionado horizontalmente, para realizar el tejido, el urdimbre se pasa por debajo y por arriba de la trama para cruzarla; estos telares cuentan con sensores como lo son: sensor detector de paso (presencia) JX~6, acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4 A.

Se establece como lugar del desarrollo del presente proyecto la empresa Artesanías ALROL de Colombia y la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, cuyo fin es diseñar un sistema de control para un telar plano de doble pasada y así tener una mejor operación la máquina. Se diseñará el control de un telar de doble pasada, con un mejor manejo y una mayor rentabilidad de la máquina. Teniendo como base la información adquirida por máquinas que ya se encuentran ensambladas en la empresa, con ayuda de soportes teóricos y aplicando los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos dentro de la formación académica de la Facultad de Ingeniería Electrónica, para realizar el diseño, adaptando los sensores y teniendo un control total del telar.

6. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de control para un telar plano de doble pasada, para la fabricación de tela, destinada a la elaboración de sombreros y mochilas de la empresa Artesanías ALROL de Colombia, que está ubicada en la ciudad de Tunja.

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el estudio del estado del arte sobre la automatización de procesos en la industria textil.
- Investigar acerca del control de motores trifásicos.
- Conocer el ciclo de funcionamiento del telar plano de doble pasada y realizar la caracterización de los sensores: Detector de paso (presencia) JX-6 & acumulador de hilo SDW 3-4 A.
- Elaborar el diseño del sistema de control para un telar plano de doble pasada, realizando los esquemas, simulaciones y la programación en Microcontroladores.

7. PREÁMBULO

Para el desarrollo de este trabajo se derivan tres partes fundamentales, en la primera parte se establece un estudio bibliográfico, infográfico e investigando el proceso de la realización de la tela, desde que ingresa a la empresa los conos de hilo, pasando por el engrosado de hilo, el teñido de este, y el tejido en los telares, para tener las telas para la fabricación de sombreros y mochilas, la segunda parte se desarrolla el diseño del sistema de control, con la caracterización de los sensores: Detector de paso (presencia) JX~6 y acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4 A; realizando la respectiva simulación y programación de este, teniendo a consideración las especificaciones que pide la empresa; el control del telar plano de doble pasada debe tener botones de: Start, Stop, Single weft (Modo Manual), en la tercera parte se realiza la descripción de los resultados obtenidos en simulación del control de un telar plano de doble pasada, junto al estudio de costos que se realizó en la empresa Artesanías ALROL De Colombia.

8. ALCANCES Y LIMITACIONES

El presente proyecto genera el control de un telar plano de doble pasada que permite la realización de telas destinadas a la fabricación de sombreros y mochilas; con la automatización se simplifica la tarea del operario aumentando su seguridad y generando un mejor rendimiento en la producción; otro de los alcances de este proyecto es poder generar para la empresa, a corto plazo la implementación de este prototipo, para así generar rentabilidad con los telares, que la empresa Artesanías ALROL De Colombia ha venido creando.

Como limitaciones del diseño de control se presenta, que los sensores: detector de paso (presencia) JX-6 y Acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4, al ser productos que se exportan desde china, no se tiene ninguna información bibliográfica ni infografía de estos, por lo que nos lleva a realizar pruebas para poder conocer su ciclo de funcionamiento.

Inicialmente como objetivo específico del presente trabajo, se había plantado la implementación del diseño realizado, pero debido a los tiempos de importación de los materiales necesarios para el diseño desde china, no es posible cumplir con este objetivo específico dentro de los tiempos acordados de pasantía. Por esta razón se plantea el trabajo de implementación; como tareas a realizar en una segunda fase en el futuro.

9. MARCO TEÓRICO

9.1. TELAR

Máquina utilizada para fabricar tejidos con hilo u otras fibras. Un tejido fabricado con un telar se produce entrelazando dos conjuntos de hilos dispuestos en ángulo recto. Los hilos longitudinales se llaman urdimbre, y los hilos transversales se denominan trama. [4]

9.1.1. HISTORIA DE LOS TELARES

El telar manual se remonta a la era antigua y se utilizó en las civilizaciones chinas y de Oriente Próximo antes de alcanzar Europa. Su uso está muy extendido en los países en vías de desarrollo y en los países industrializados se utiliza también para tejer telas artesanales que se usan en decoración.

El primer paso en la mecanización del telar fue la lanzadera volante, patentada en 1733 por el inventor británico John Kay. Consistía en un mecanismo de palancas que empujaba la lanzadera por una pista. La lanzadera volante aumentó considerablemente la velocidad de tejido y permitía que una sola persona pudiera realizar el picado.

En 1779 Samuel Crompton inventó el telar mecánico. Este artesano y granjero combinó lo mejor de las máquinas de Hargreaves y Arkwright de ahí el nombre de "Mule Jenny". Producía un hilo más fino y resistente y era capaz de utilizar a la vez más de 300 husos.

El telar mecanizado fue perfeccionado por otro inventor británico, Edmund Cartwright, quien patentó el primer telar mecánico en 1786.

Una segunda versión mejorada del mismo fue construida en 1787 en Doncaster. Dos años más tarde fue instalada una máquina de vapor para accionar mecánicamente su telar, con lo cual se inauguraba una época de mayor productividad y producción textil en gran escala.

En los años que siguieron, él y otros ingenieros hicieron algunas mejoras y, a principios del siglo XIX, el telar mecánico se utilizaba ampliamente.

Un avance adicional es el Telar Jacquard, perfeccionado por el inventor francés Joseph Marie Jacquard a principios del Siglo XIX. Este invento constituyó el primer

paso en la construcción de robots mecánicos. La máquina funcionaba por instrucciones expresadas en código binario contenidas en tarjetas perforadoras.

Hoy en día el telar mecánico convencional se considera arcaico e ineficaz, por lo que se han desarrollado otros tipos de telares en los que se intenta eliminar la lanzadera. Se conocen como telares sin lanzadera. [4]

9.1.2. TIPOS DE TELARES

9.1.2.1. MANUALES



Figura 1. Telar manual

Fuente: 123RF. Artesanía. Telar Manual. Recuperado el 16 de enero de 2019 de https://es.123rf.com/photo_67016639_artesanía-telar-manual-.html

El telar manual (ver figura 1) está montado sobre un bastidor que proporciona el soporte que se requiere para sostener las partes móviles, con los hilos de la urdimbre paralelos con respecto al suelo.

En la parte posterior del telar se encuentra un cilindro alrededor del cual se enrollan los hilos de la urdimbre para mantenerlos tensos. El cilindro se gira a medida que se fabrica el tejido, para disponer de más urdimbre para tejer. En la parte del telar en donde se instala el hilo de la trama cada hilo de la urdimbre pasa a través de un orificio situado en la parte central de un alambre vertical llamado lizo. Los distintos lizos están unidos a un arnés de metal o de madera de forma que puedan levantarse o bajarse los lizos en un solo paso, junto con los hilos de urdimbre que los atraviesan.

En los telares el picado se hace manualmente. El tejedor pasa a través del hueco una lanzadera que contiene una bobina de hilo de trama. Después de cada paso de la lanzadera, el hilo de la trama se golpea contra el hilo anterior, moviendo hacia adelante y hacia detrás un batiente, un peine con una hilera de alambres. Después de batir el hilo, el tejedor hace descender los lizos que estaban levantados y levanta los que estaban bajados, cambiando de esta forma el hueco. [4]

9.1.2.2. MECANIZADO

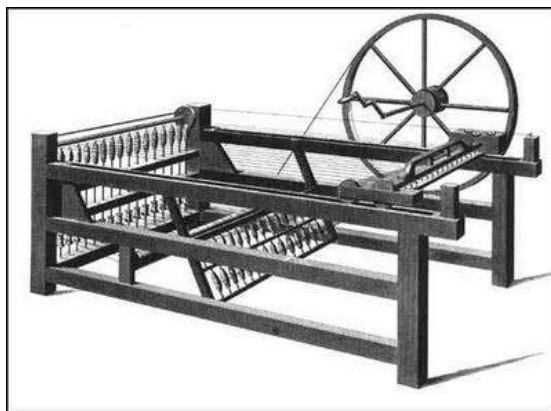


Figura 2. Telar mecánico

Fuente: Historia del Telar Mecánico. Recuperado el 16 de enero de 2019 de <https://patricia617.wordpress.com/2009/06/01/el-telar-mecanico/>

Aunque es en esencia parecido al telar manual (ver figura 1), este tipo de telar cuenta con algunos elementos adicionales, como mecanismos para detener el telar si la trama o la urdimbre se rompen o si la lanzadera no alcanza el final de su recorrido. Otros dispositivos permiten intercambiar las lanzaderas sin necesidad de detener el funcionamiento del telar. En uno de los extremos del telar se encuentra un cargador con varias bobinas llenas de hilo. El telar (ver figura 2) cuenta con un mecanismo para expulsar las bobinas vacías y tomar una nueva. Cuando se requiere un tejido más elaborado se utilizan telares más complejos.

Para crear figuras se emplean telares de lizos. La diferencia fundamental es el funcionamiento de los arneses. En un telar de dos arneses, o sea, un telar con dos conjuntos de lizos sólo es posible fabricar tejidos simples. Las fibras de sarga requieren telares con tres o más arneses. Los arneses de los telares de lizos se controlan con un cabezal que determina el arnés que está levantado o bajado en cada pasada de la lanzadera. [4]

9.1.2.3. JACQUARD



Figura 3. Telares Jacquard con tarjetas perforadas

Fuente: EcuRed. Jacquard. Recuperado el 16 de enero de 2019 de <https://www.ecured.cu/Telar>

Es una máquina textil automática, que funcionaba por instrucciones expresadas en código binario contenidas en tarjetas perforadoras. En este tipo de telares no se utilizan arneses de lizos, sino que los hilos de la urdimbre se controlan con un conjunto de alambres verticales unidos a un cabezal Jacquard que se encuentra en la parte superior del telar.

El proceso de tejido se controla con una serie de tarjetas perforadas que corresponden al patrón de la trama. Se perfora o se deja sin perforar la tarjeta en los puntos que corresponden a cada hilo de la urdimbre.

Se hace pasar por el cabezal Jacquard una tarjeta perforada por cada hilo de la trama (ver figura 3). Los orificios de la tarjeta determinan el hilo de la urdimbre que debe levantarse o bajarse; con este sistema es posible producir patrones de mayor dificultad.

La reproducción de patrones de tejido con tarjetas Jacquard es una tarea muy especializada. En el caso de fibras con hilos teñidos, en que se utilizan lanzaderas diferentes para cada color de la trama, se intercambian las lanzaderas en función del patrón de colores de la tela, lo que se consigue con el uso de varios cajetines de lanzadera, cada una de las cuales contiene una lanzadera con un hilo de un color. [4]

9.1.2.4. MODERNOS



Figura 4. Telares Dornier

Fuente: EcuRed. Modernos. Recuperado el 16 de enero de 2019 de <https://www.ecured.cu/Telar>

Entre los telares modernos se encuentra un sistema suizo que reemplaza la lanzadera con un dardo. En lugar de transportar su propia carga de hilo, el dardo lo toma de un paquete de gran tamaño y lo arrastra a través del hueco. Otro tipo importante de telar sin lanzadera es el telar de chorro, que utiliza un chorro de aire o agua a alta presión para empujar el hilo de trama de un lado a otro, con lo que se evita utilizar dispositivos mecánicos.

Estos telares (ver figura 4) permiten insertar hasta 1.500 hilos de trama por minuto y están diseñados para producir una amplia gama de tejidos, permite también la producción económica de textiles técnicos de peso liviano a mediano.

Otras características de estas máquinas son una elevada velocidad de inserción de trama de más de 2.000 metros por minuto, combinada con una extensa automatización y una facilidad en el uso, así como versatilidad y flexibilidad, inserción fácil de la trama de hasta cuatro colores de trama o tipos de hilos, y un diseño ergonómico.

Muchas fábricas de tejidos utilizan telares sin lanzadera porque suelen ser más silenciosos y más rápidos que los telares convencionales. [4]

9.2. RETROFITTING, ACTUALIZACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE MAQUINARIA INDUSTRIAL

Consiste en la reconversión y renovación de maquinaria antigua adaptándola a las nuevas tecnologías. Sin necesidad de cambiar una maquina antigua, podrá tener una maquinaria como nueva en su empresa.

En muchos casos ya no se hacen máquinas como antaño, sobre todo a nivel mecánico: bancadas de fundición, cuellos hidrostáticos, etc. Hoy en día no son mejores ni más robustos que hace 30 años.

Por este motivo hay maquinaria que mecánicamente está tan avanzada hoy como hace 30 años pero no así para el control de éstas: la electrónica.

El servicio de actualización y modernización de maquinaria industrial (Retrofitting), permite obtener todas las ventajas de una maquina nueva a partir de una maquina antigua.

El retrofitting o reconversión de maquinaria antigua es el mejor proceso para las empresas para ahorrar y no tener que comprar una máquina nueva. Este sistema de renovación y acondicionamiento se utiliza especialmente para instalaciones grandes y/o maquinaria de un coste elevado: rectificadoras, bobinadoras, etc. Aunque no por ello no se puede utilizar en sistemas más baratos o económicos. [5]

9.3. SOFTWARE

9.3.1. PIC C COMPILER

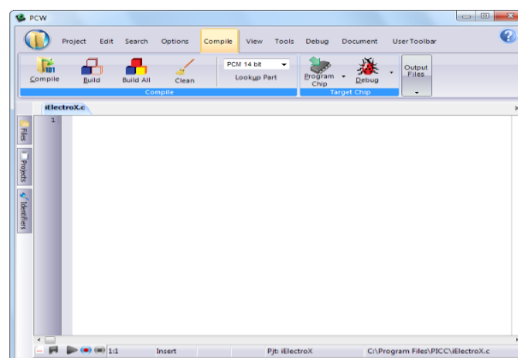


Figura 5. Panel de programación PIC C Compiler

Fuente: i-ElectroX. Recuperado el 17 de enero del 2019 en <https://sites.google.com/site/ielectrox/home/programas-1/pic-c-compiler>.

PIC C Compiler (ver figura 5) es un inteligente y muy optimizado compilador C que contienen operadores estándar del lenguaje C y funciones incorporados en bibliotecas que son específicas a los registros de PIC, proporcionando a los desarrolladores una herramienta poderosa para el acceso al hardware las funciones del dispositivo desde el nivel de lenguaje C. [6]

9.3.2. SEE ELECTRICAL

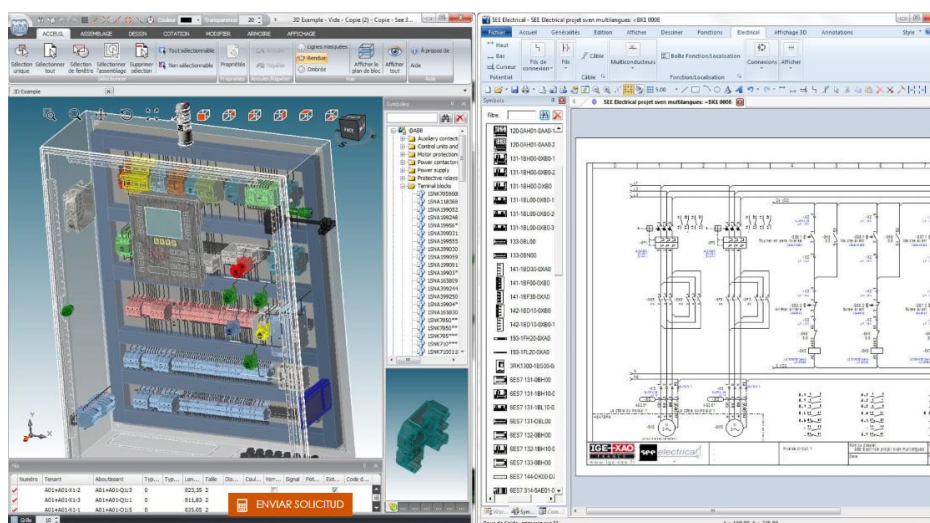


Figura 6. Entorno Gráfico de SEE ELECTRICAL

Fuente: SOFTWARE DE INGENIERÍA / CAD ELÉCTRICOS SEE ELECTRICAL.
Recuperado el 12 de febrero del 2019 en <http://www.directindustry.es/prod/igexao/product-8807-1306427.html>

Todas las funciones y comandos de SEE Electrical (ver figura 6) han sido desarrolladas pensando exclusivamente en los profesionales del sector eléctrico. El entorno intuitivo del programa le permitirá conocerlo rápidamente.

Este programa dedicado a la electricidad se adapta automáticamente a las configuraciones existentes en su equipo, tales como impresoras o tarjetas gráficas, de forma que no necesita instalar ni configurar nada más. [7]

9.3.3. PROTEUS



Figura 7. Entorno Grafico de PROTEUS

Fuente: enerxia.net. ELECTRONICA - PROTEUS simulador digital y analógico.

Recuperado el 12 de febrero del 2019 en

http://www.enerxia.net/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=406:electronica-proteus-simulador-digital-y-analogico&catid=61&Itemid=142.

Se trata de un completo programa que permite diseñar y simular circuitos electrónicos de forma práctica y accesible (ver figura 7).

Características:

- La aplicación ISIS permite generar circuitos reales, y comprobar su funcionamiento en un PCB (printed circuit board).
- Entorno de diseño gráfico de esquemas electrónicos fácil de utilizar y con efectivas herramientas.
- Entorno de simulación con la tecnología exclusiva de Proteus de modelación de sistemas virtuales (VSM).
- Herramienta ARES para el enrutado, ubicación y edición de componentes, utilizado para la fabricación de placas de circuito impreso.
- Interfaz intuitivo y atractivo estandarizado para todos los componentes de Proteus. [8]

9.4. PIC18F4550

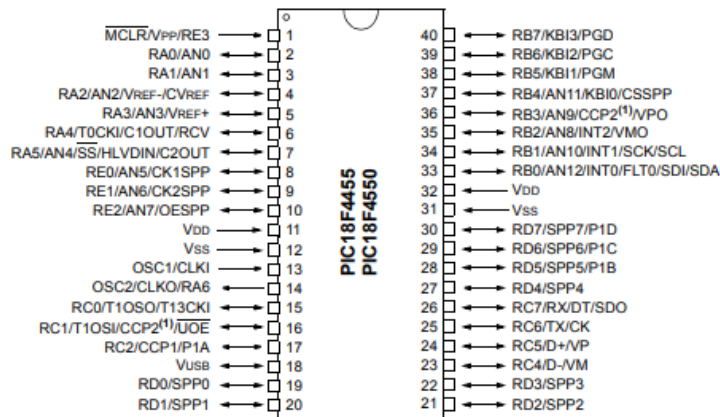


Figura 8. Data Sheet PIC18F4550

Fuente: MICROCHIP. Recuperado el 5 de febrero del 2019 en <https://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39632e.pdf>

9.4.1. MEMORIA PIC18F4550

Memoria de programa: memoria flash interna de 32.768 bytes.

Almacena instrucciones y constantes/datos.

Puede ser escrita/leída mediante un programador externo o durante la ejecución del programa mediante unos punteros.

Memoria RAM de datos: memoria SRAM interna de 2048 bytes en la que están incluidos los registros de función especial.

Almacena datos de forma temporal durante la ejecución del programa.

Puede ser escrita/leída en tiempo de ejecución mediante diversas instrucciones.

Memoria EEPROM de datos: memoria no volátil de 256 bytes.

Almacena datos que se deben conservar aun en ausencia de tensión de alimentación.

Puede ser escrita/leída en tiempo de ejecución a través de registros.

Pila: bloque de 31 palabras de 21 bits.

Almacena la dirección de la instrucción que debe ser ejecutada después de una interrupción o subrutina.

Memoria de configuración: memoria en la que se incluyen los bits de configuración (12 bytes de memoria flash) y los registros de identificación (2bytes de memoria de solo lectura). [9]

9.4.2. MEMORIA DE PROGRAMA

El uC PIC18F4550 dispone una memoria de programa de 32.768 bytes de memoria de programa (0000H-7FFFH). Las instrucciones ocupan 2 bytes (excepto CALL, MOVFF, GOTO y LSFR que ocupan 4). Por lo tanto, la memoria de programa puede almacenar hasta 16.384 instrucciones.

La operación de lectura en posición de memoria por encima de 7FFFH da '0' como resultado (equivalente a la instrucción NOP).

Direcciones especiales de la memoria de programa:

- Vectorización del Reseteo 0000H.
- Vectorización de las interrupciones de alta prioridades la 0008H.
- Vectorización de las interrupciones de baja prioridades la 0018H. [9]

9.4.3. REGISTROS DE FUNCIONES ESPECIALES (SFR)

La memoria RAM de datos se compone de registros de propósito general (GPR's) y de registros de función especial (SFR's). Los SFR's son los registros mediante los cuales se pueden monitorizar/controlar el funcionamiento de la CPU y de las unidades funcionales del uC.

Se distinguen dos conjuntos de SFR's:

SFR's asociados con el núcleo del uC

CPU: WREG, STATUS, BSR, etc...

Interrupciones: INTCON, PIE1, PIR1, IPR1, etc...

Reset: RCON

SFR's asociados con las unidades funcionales:

Timers: T0CON, TMR1H, TMR1L, T1CON, etc...

Puertos de E/S: TRISA, PORTA, TRISB, PORTB, etc... [9]

Como podemos apreciar en el esquema el oscilador interno tiene la posibilidad de seleccionar su velocidad, desde los 31KHz hasta su máxima velocidad que está en los 8MHz. [9]

9.5. SENSORES

9.5.1. SENSOR DETECTOR DE PASO (PRESENCIA) JX-6



Figura 10. Sensor detector de paso (presencia) JX-6

Fuente: Autor

DETECTOR DE PASO (PRESENCIA) JX-6	
Línea Roja	12 – 24 V
Línea Verde	0 V
Línea Amarilla	Ajuste de sensibilidad de salida de señal

Tabla 1. Líneas de alimentación sensor detector de paso (presencia) JX-6

Fuente: Autor.

9.5.2. ACUMULADOR DE HILO (SENSOR) SDW 3-4 A



Figura 11. Acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4 A

Fuente: Autor

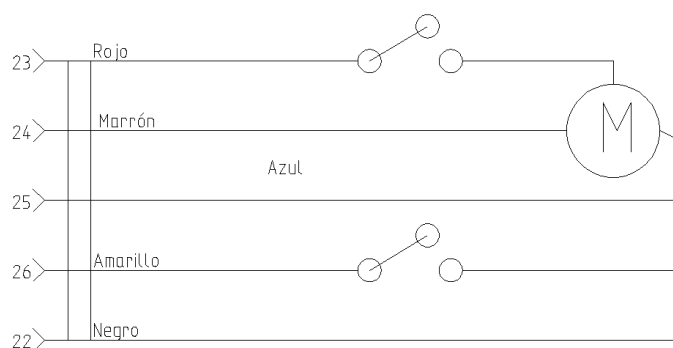


Figura 12. Patrón de cableado Acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4 A

Fuente: Manual de mantenimiento Zhejiang Hengxin Machinery Co., Ltd.

Color del cableado	
NÚMERO DEL CABLE	COLOR
22	Negro
23	Rojo
24	Marrón
25	Azul
26	Amarillo

Tabla 2. Color de cableado Acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4 A

Fuente: Manual de mantenimiento Zhejiang Hengxin Machinery Co., Ltd.

Patrón de conexiones	
24, 25, 26	Línea de alimentación (trifásica 42 V CA)
26, 22	Línea de señal de parada de trama

Tabla 3. Patrón de conexiones Acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4 A

Fuente: Manual de mantenimiento Zhejiang Hengxin Machinery Co., Ltd.

ACUMULADOR DE HILO SDW 3-4 A	
Tensión Nominal	50 Hz 3 Fases
Voltaje Nominal (V)	45 V $\pm$ 3
Corriente Nominal (A)	0.8
Potencia (W)	50
Velocidad Nominal (r/min)	1450
Velocidad de alimentación de hilo (M/min)	480 - 520
Soporte de hilo aplicable (tex)	2.2 - 275
Dirección de rotación	Z (Adelante) S (Reverso)
Distancia entre hilos (Mm ajustable)	0 - 2.1

Tabla 4. Especificaciones Acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4 A

Fuente: Manual de mantenimiento Zhejiang Hengxin Machinery Co., Ltd.

9.6. OPTOACOPLADOR

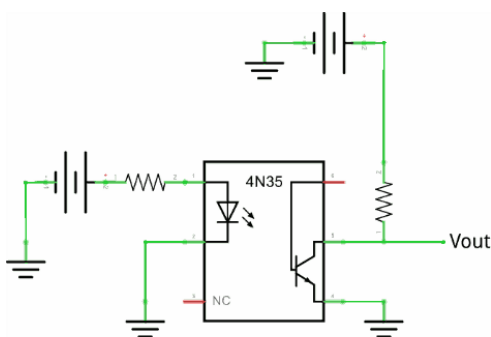


Figura 13. Circuito de un optoacoplador

Fuente: EDUCACHIP. Optoacoplador – ¿Qué Es y Cómo Utilizarlo? Recuperado el 5 de febrero del 2019 en <http://www.educachip.com/optoacoplador-que-es-y-como-utilizarlo/>.

Un Optoacoplador es un circuito integrado muy básico compuesto generalmente por un diodo LED y un fototransistor unidos de tal forma que cuando una señal eléctrica

circula a través del LED haciendo que brille, la luz que este emite es recibida por la base del fototransistor, que empieza a actuar en modo saturación (ver figura 13).

Puedes utilizar este dispositivo a modo de interfaz entre dos circuitos, de tal forma que quedarían unidos ópticamente, lo que a efectos de protección del circuito, se traduce en colocar una resistencia de un valor muy alto (muchos $M\Omega$), lo que lo hace especialmente útil para proteger contra los picos de tensión.

Como la luz que emite el LED varía en función de la tensión y la corriente que circulan por él y esta luz a su vez modifica el comportamiento del transistor, la señal eléctrica que tendrás a la salida (en el transistor) dependerá de la señal que tengas a la entrada, es decir, de cómo ataques el LED.

En la práctica esto se traduce en que si regulas bien el comportamiento de tu Optoacoplador (y los componentes necesarios para su funcionamiento), puedes conseguir que tu circuito aislador sea invisible en la práctica, es decir, no cambie el comportamiento de tu circuito global. Otra posibilidad es que te aproveches de la ganancia que te proporciona el fototransistor y lo utilices para amplificar la señal. En definitiva, como todo en electrónica, el límite es tu imaginación. [10]

9.7. SELLIFY DC5V MÓDULO DE RELÉ DE POTENCIA DE DISPARO DE BAJO NIVEL DE 1 CANAL SRD-05VDC-SL-C



Figura 14. Low level trigger 5 V DC

Fuente: AMAZON.in. Blue SRD-05VDC-SL-C 1 Channel Coil DC 5V Power Relay Module Shield. Recuperado el 5 de febrero del 2019 en <https://www.amazon.in/SRD-05VDC-SL-C-Channel-Power-Module-Shield/dp/B00NR3WJN1#productDetails>.

- El módulo cumple con las normas internacionales de seguridad, control y áreas de carga, zanjás de aislamiento; un solo relé un genuino;
- La fuente de alimentación y las instrucciones de relé, encendidas, desconectadas están apagadas;

- Señal de entrada, señal, terminal común y comienzo de conducción;
- Se puede utilizar como un solo chip módulos se pueden utilizar para el control del dispositivo;
- DC o señal de CA, control, puede controlar la carga de 220 VCA; [11]

Especificación:

- Un contacto normalmente cerrado y un contacto normalmente abierto.
- Accionamiento de tríodo, aumentando la bobina del relé.
- Pin de controlador de alta impedancia.
- Circuito de bajada para evitar el mal funcionamiento.
- Lámpara indicadora de alimentación. Luz indicadora de control

Canal: 1 canal.

Voltaje de relé: 5 V.

Nota: sobre el nivel alto y el modo de bajo nivel activado: el disparo de alto nivel se refiere al voltaje de la señal entre la entrada y el disparo, puede entenderse como una entrada de señal con un cortocircuito del cátodo VCC activado de una manera;

El disparador de nivel bajo se refiere a la tensión de señal entre el terminal de entrada y el disparador de OV a tierra, puede entenderse como terminal de entrada de señal y el cortocircuito del electrodo negativo GND activó una conexión de módulo de relé de 1 canal. [11]

9.8. DISYUNTOR: SCHNEIDER ELECTRIC TRIPOLAR



Figura 15. Schneider electric Tripolar

Fuente: LERO Y MERLIN. Schneider electric Tripolar. Recuperado el 20 de febrero del 2019 en

http://www.leroymerlin.es/fp/342101_schneider1z1electric1z1tripolar/342101-schneider-electric-tripolar-schneider-electric-tripolar?pathFamiliaFicha=342101&uniSelect=undefined&ancho=undefined.

Interrupor magneto térmico disponible en diversos calibres, tripolar (ver figura 15). Para la protección de la instalación eléctrica y aparatos, contra cortocircuitos y sobrecargas en instalaciones trifásicas. [12]

9.9. CONTACTOR TeSys D - LC1D09BD SCHNEIDER



Figura 16. TeSys D - LC1D09BD

Fuente: Life Is On. Schneider electric Tripolar. Recuperado el 20 de febrero del 2019 en

http://www.leroymerlin.es/fp/342101_schneider1z1electric1z1tripolar/342101-schneider-electric-tripolar-schneider-electric-tripolar?pathFamiliaFicha=342101&uniSelect=undefined&ancho=undefined.

Contactor TeSys LC1D - 3 P - AC-3 440 V9 A - 24 V CC (ver figura 16) [13]

Características:

Principal	
Gama	TeSys
Nombre del producto	TeSys D
Tipo de producto o componente	Conector
Nombre corto del dispositivo	LC1D
Aplicación del contactor	Control del motor Carga resistiva
Categoría de empleo	AC-1 AC-3 AC-4
Número de polos	3P
Composición del polo de potencia	3 NA
[Ue] tensión asignada de empleo	≤ 300 V DC para circuito de alimentación ≤ 690 V CA 25...400 Hz para circuito de alimentación
[Ie] corriente asignada de empleo	25 A (≤ 60 °C) en ≤ 440 V CA AC-1 para circuito de alimentación 9 A (≤ 60 °C) en ≤ 440 V CA AC-3 para circuito de alimentación
Potencia del motor en kW	2.2 kW at 400 V AC 50/60 Hz AC-4 2.2 kW at 220...230 V AC 50/60 Hz AC-3 4 kW at 380...400 V AC 50/60 Hz AC-3 5.5 kW at 500 V AC 50/60 Hz AC-3 5.5 kW at 660...690 V AC 50/60 Hz AC-3 4 kW at 415...440 V AC 50/60 Hz AC-3
Potencia del motor en HP	0.33 hp at 115 V AC 50/60 Hz for 1 phase motors 1 hp en 230/240 V CA 50/60 Hz para 1 fase motor 2 hp en 200/208 V CA 50/60 Hz para 3 fases motor 2 hp en 230/240 V CA 50/60 Hz para 3 fases motor 5 hp en 460/480 V CA 50/60 Hz para 3 fases motor 7.5 hp en 575/600 V CA 50/60 Hz para 3 fases motor
Tipo de circuito de control	DC Estándar
[Uc] tensión del circuito de control	24 V DC
Composición de los contactos auxiliares	1 NA + 1 NC
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	6 kV acorde a IEC 60947
categoría de sobretensión	III
[Ith] corriente térmica convencional	25 A en ≤ 60 °C para circuito de alimentación

	10 A en $\leq 60^{\circ}\text{C}$ para circuito de señalización
Irms poder de conexión nominal	250 A en 440 V para circuito de alimentación acorde a IEC 60947 140 A CA para circuito de señalización acorde a IEC 60947-5-1 250 A DC para circuito de señalización acorde a IEC 60947-5-1
Poder asignado de corte	250 A en 440 V para circuito de alimentación acorde a IEC 60947
[Icw] Corriente temporal admisible	105 A $\leq 40^{\circ}\text{C}$ 10 s circuito de alimentación 210 A $\leq 40^{\circ}\text{C}$ 1 s circuito de alimentación 30 A $\leq 40^{\circ}\text{C}$ 10 min circuito de alimentación 61 A $\leq 40^{\circ}\text{C}$ 1 min circuito de alimentación 100 A 1 s circuito de señalización 120 A 500 ms circuito de señalización 140 A 100 ms circuito de señalización
Fusible asociado	20 A gG en $\leq 690\text{ V}$ coordinación tipo 2 para circuito de alimentación 25 A gG en $\leq 690\text{ V}$ coordinación tipo 1 para circuito de alimentación 10 A gG para circuito de señalización acorde a IEC 60947-5-1
Impedancia media	2.5 mOhm en 50 Hz - Ith 25 A para circuito de alimentación
[Ui] tensión asignada de aislamiento	600 V para circuito de alimentación certificaciones CSA 600 V para circuito de alimentación certificaciones UL 690 V para circuito de alimentación acorde a IEC 60947-4-1 690 V para circuito de señalización acorde a IEC 60947-1 600 V para circuito de señalización certificaciones CSA 600 V para circuito de señalización certificaciones UL
Durabilidad eléctrica	0.6 Mciclos 25 A AC-1 en $U_e \leq 440\text{ V}$ 2 Mcycles 9 A AC-3 en $U_e \leq 440\text{ V}$
Potencia disipada por polo	0.2 W AC-3 1.56 W AC-1
Cubierta de seguridad	Con
Tipo de montaje	Placa Carril
Normas	CSA C22.2 No 14 EN 60947-4-1 EN 60947-5-1 IEC 60947-4-1 IEC 60947-5-1

	UL 508
Certificaciones de producto	BV CCC CSA DNV GL GOST LROS (Lloyds register of shipping) RINA UL
Duración de maniobra	53.55...72.45 ms cierre 16...24 ms apertura
Nivel de fiabilidad de seguridad	B10d = 1369863 ciclos contactor con carga nominal acorde a EN/ISO 13849-1 B10d = 20000000 ciclos contactor con carga mecánica acorde a EN/ISO 13849-1
Endurancia mecánica	30 Mcycles
Rango de operación	3600 cyc/h en $\leq 60^{\circ}\text{C}$

Tabla 5. Características TeSys D - LC1D09BD

Fuente: Schneider Electric. Recuperado el 20 de febrero del 2019 en <https://www.schneider-electric.com.co/es/product/LC1D09BD/contactor-tesys-lc1d--3-p---ac-3-440-v9-a---24-v-cc/?range=664-tesys-d&node=5641467731-contactors>

9.10. RELÉ DE SOBRECARGA TÉRMICO TeSys LRD - LRD08 SCHNEIDER



Figura 17. TeSys LRD - LRD08

Fuente: Life Is On. Schneider electric Tripolar. Recuperado el 20 de febrero del 2019 en <https://www.schneider-electric.com.co/es/product/LRD08/rel%C3%A9-de-sobrecarga-t%C3%A9rmica-para-motor-tesys---2%2C5-4-a---clase-10a/?range=1885-tesys-lrd&node=166389602-rel%C3%A9s-de-sobrecarga-t%C3%A9rmica&parent-category-id=3000&parent-subcategory-id=3060>

Relé de sobrecarga térmica para motor TeSys - 2,5-4 A - clase 10A (ver figura 17) [14]

Características:

PRINCIPAL	
Gama	TeSys
Nombre del producto	TeSys LRD
Tipo de producto o componente	Relés de sobrecarga térmica diferencial
Nombre corto del dispositivo	LRD
Aplicación del relé	Protección del motor
Compatibilidad del producto	LC1D38 LC1D32 LC1D09 LC1D18 LC1D25 LC1D12
Tipo de red	CA DC
Rango de ajustes de protección térmica	2.5...4 A
[Ui] tensión asignada de aislamiento	600 V circuito de alimentación acorde a CSA 600 V circuito de alimentación acorde a UL 690 V circuito de alimentación acorde a IEC 60947-4-1

Tabla 6. Características TeSys LRD - LRD08

Fuente: Schneider Electric. Recuperado el 20 de febrero del 2019 en <https://www.schneider-electric.com.co/es/product/LRD08/rel%C3%A9-de-sobrecarga-t%C3%A9rmica-para-motor-tesys---2%2C5-4-a---clase-10a/?range=1885-tesys-lrd&node=166389602-rel%C3%A9s-de-sobrecarga-t%C3%A9rmica&parent-category-id=3000&parent-subcategory-id=3060>

10.METODOLOGÍA

Según el planteamiento del proyecto, así como la necesidad de diseñar un sistema de control, para un telar plano de doble pasada con características para buscar un buen manejo y un mayor rendimiento de la máquina, utilizando los recursos disponibles, se desarrolla el proceso para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos planteados y por ende dar respuesta a la formulación del problema.

Para el desarrollo de este proyecto se realiza una investigación mixta, mezclando la investigación exploratoria y la aplicada. La investigación exploratoria nos ayuda a determinar aspectos en concreto como lo son: el funcionamiento de los sensores y de cada uno de los componentes que se utilizan, permitiéndonos posteriormente comprender el funcionamiento y características internas de la máquina; con los datos analizados, se tiene mejores resultados para así abordar el problema. La investigación aplicada, se centra en los mecanismos y estrategias para poder cumplir el objetivo, el cual es realizar el diseño de un sistema de control de un telar plano de doble pasada.

Para determinar la validación del diseño, los procesos de verificación que se tienen en cuenta para el diseño de un sistema de control de un telar son: Si el diseño simulado funciona correctamente, si los componentes que se manejan son viables para la empresa en temas de costos y de adquisición ya que su proveedor es una fábrica de China, si se cumple con los parámetros que se piden respecto al control de el telar que fue creado por la empresa Artesanías ALROL De Colombia, teniendo en cuenta las adaptaciones de los sensores, el cableado, la caja donde va ensamblado y el funcionamiento del telar.

Las actividades realizadas para el diseño de este proyecto, se realizan en la empresa Artesanías ALROL De Colombia ubicada en la ciudad de Tunja y en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja, en el laboratorio de investigación de la facultad de Ingeniería Electrónica, dando desarrollo a la metodología del aprendizaje, buscando la información en referencias bibliográficas e infográficas, con el acompañamiento de los ingenieros concernientes al área de estudio.

- **Etapas de Investigación:**

Dentro de este periodo se espera recopilar la información pertinente, para la identificación y caracterización de las generalidades del proyecto, utilizando referencias bibliográficas y revisión del estado del arte, para así identificar las variables que intervienen en proceso.

- **Desarrollo y ejecución:**

Describe la etapa concerniente al diseño de un sistema de control para un telar plano de doble pasada teniendo en cuenta los materiales a utilizar. Esto con el fin de tener un diseño del control de: un motor de 2 Hp 1800 RPM a 220 V, sensor detector de paso (presencia) JX-6 y acumulador de hilo SDW 3-4 A, bajo los requerimientos establecidos lo cual llevara a la caracterización de los mismos, para obtener un control confiable, y realizar el diseño para el funcionamiento del dispositivo.

- **Etapas de integración:**

Luego del trabajo realizado con los sensores y actuadores, se otorga un proceso que describa la uniformidad de las etapas; con el fin de entregar un diseño de sistema de control para un telar plano de doble pasada que, de cumplimiento a las características, objetivos y se dé culminación al presente proyecto.

11. DISEÑO, DESARROLLO Y RESULTADOS

11.1. PROCESO PARA LA ELABORACIÓN TELA, EMPRESA ARTESANIAS ALROL DE COLOMBIA

Observamos el proceso que realiza la empresa Artesanías ALROL de Colombia, ubicada en la ciudad de Tunja, para dar a conocer paso a paso la elaboración, de tela para la realización de sombreros y mochilas.

1. El hilo llega en cajas a la bodega de Artesanías ALROL De Colombia.



Figura 18. Hilo

Fuente: Autor

2. Proceso de ablandado del hilo: el hilo llega en conos de cartón, este se pasa a conos en acero inoxidable.



Figura 19. Proceso de ablandado del hilo

Fuente: Autor

3. Los conos de hilo son ingresados en la olla de tintorería a vapor, para ser teñidos con los colores pertinentes, para la realización de la tela para el confeccionamiento de sombreros y mochilas.



Figura 20. Olla de tintorería a vapor y conos teñidos

Fuente: Autor

4. Se le sube el calibre al hilo, ya que este no tiene el calibre adecuado para el funcionamiento de los telares.



Figura 21. Aumento del calibre para los hilos

Fuente: Autor

5. Los conos de hilo van al urdidor: en la fileta se ponen los conos y los hilos se llevan al urdidor, para hacer el rollo que va en el urdido del telar.



Figura 22. Urdidor y fileta

Fuente: Autor

6. El rollo del urdidor, se pasa al telar para así poder obtener la tela para la realización de sombreros y mochilas.



Figura 23. Telar

Fuente: Autor

11.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS SENSORES

11.2.1. SENSOR DETECTOR DE PASO (PRESENCIA) JX-6



Figura 24. Sensor detector de paso (presencia) JX-6

Fuente: Autor

El sensor detector de paso (presencia) JX-6, se alimenta de 12 V a 24 V, tiene un funcionamiento de control ON-OFF.

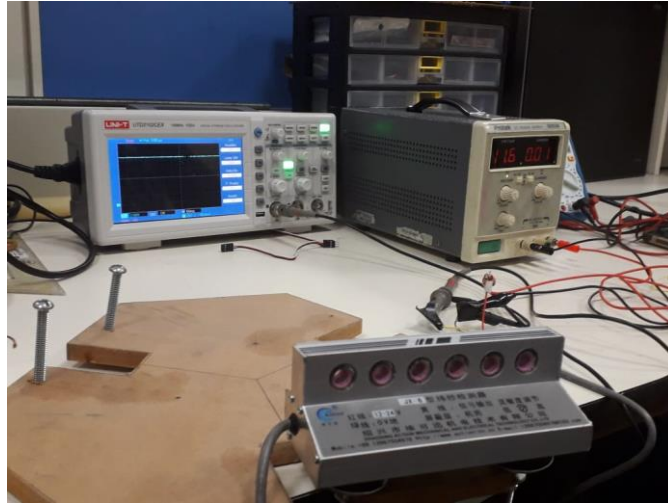


Figura 25. Toma de señales del sensor detector de paso (presencia) JX~6

Fuente: Autor

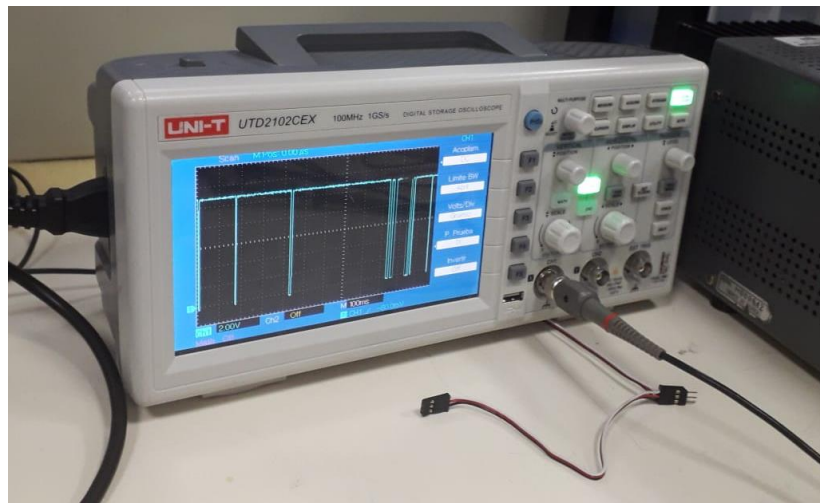


Figura 26. Señal obtenida en un osciloscopio, generada por el sensor detector de paso (presencia) JX~6

Fuente: Autor

Al leer las variables de este actuador, es un control de dos posiciones; al tener alimentado el sensor a 11.5 V, la señal de salida es: Detecta hilo 11.5 V, no detecta hilo 0 V.

11.2.2. ACUMULADOR DE HILO (SENSOR) SDW 3-4 A



Figura 27. Acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4 A

Fuente: Autor

El Acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4 A, se alimenta a 45 V a 0.8 A.

El alimentador de trama no tiene ninguna señal de alarma durante su funcionamiento.

Parámetros técnicos principales:

- Rango de soporte de hilo aplicable: 2.24 x 2.75 tex
- Tasa de alimentación: 1400m/min
- Dirección de rotación: S/Z
- Condiciones de uso:
 - Temperatura ambiente: -20°C - 40°C
 - Temperatura relativa: 35% - 85%
 - Presión atmosférica: 86Kpa - 106Kpa (Pascal)
- Espaciado de hilo: 0 – 2.1mm ajustable
- Ruido: ≤70 db
- Calidad: 7kg



Figura 28. Acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4 A, con hilo en el tambor para ser enviado al telar

Fuente: Autor

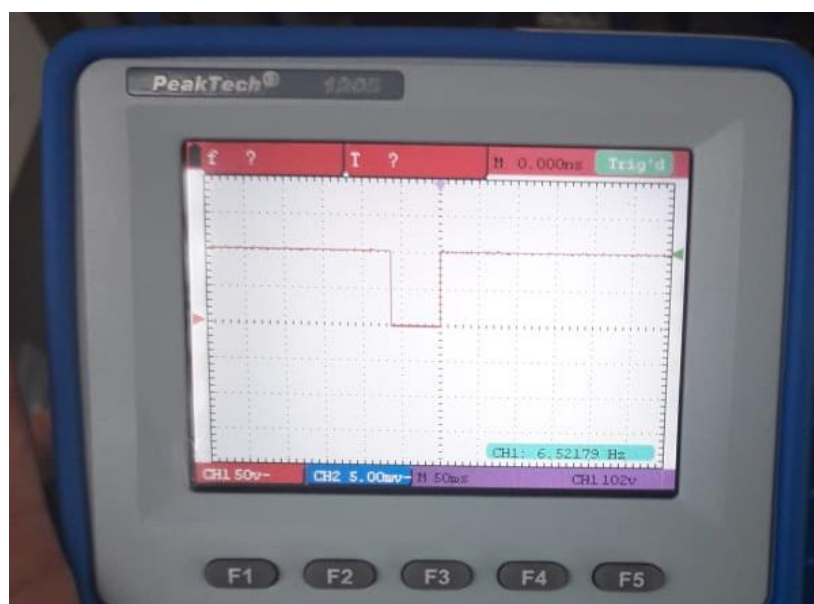


Figura 29. Señal en el osciloscopio generada por el acumulador de hilo SDW 3-4 A

Fuente: Autor

La señal que genera el acumulador de hilo SDW 3-4 A, se mantiene constante, las variaciones que tiene suceden cuando el acumulador carga hilo en el tambor de este.

Principio de funcionamiento:

El acumulador de hilo es girado por un disco de bobinado. La forma del tambor de almacenamiento se fija enrollando el disco de enrollamiento para lograr un espacio entre los hilos de trama en el tambor de almacenamiento, a medida que el telar funciona. El alimentador de trama se puede reponer a tiempo según la cantidad de hilo consumido por el tambor.

Caja de conexión de potencia, placa rectificadora y parada de la trama, que va dentro del acumulador de hilo SWD 3-4 A.

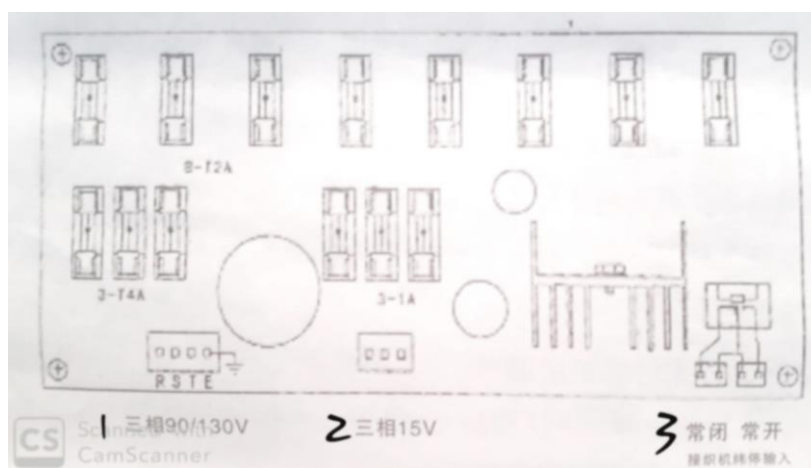


Figura 30. Conexión caja de potencia, placa rectificadora y parada de la trama.

Fuente: Manual de mantenimiento Zhejiang Hengxin Machinery Co., Ltd.

1. Trifásico: 90/130V
2. Trifásico: 15V
3. Entrada de inserción de trama tejida normalmente cerrada

Ajuste de velocidad máxima del motor de alimentación de trama, del acumulador de hilo SDW 3-4 A.

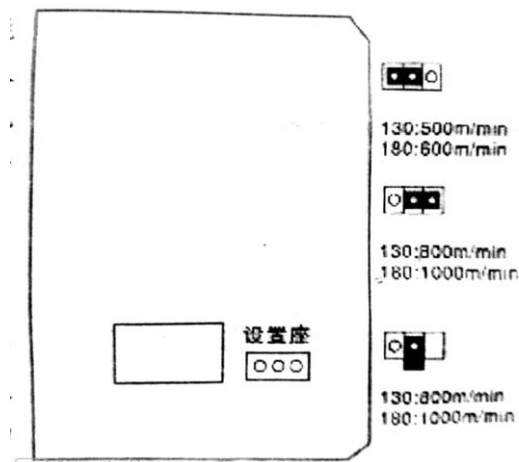


Figura 31. Ajuste de velocidad máxima del motor de alimentación de trama

Fuente: Manual de mantenimiento Zhejiang Hengxin Machinery Co., Ltd.

Aunque el alimentador de trama puede completar el seguimiento automático de la latitud, el ajuste razonable de la velocidad máxima del motor acortará significativamente el tiempo requerido para el seguimiento automático, de modo que la velocidad del motor del alimentador se pueda estabilizar rápidamente. Un giro máximo más bajo ayudará a reducir la tasa de ruptura al usar hilos de baja resistencia.

Ajuste de entrada (salida) de la tensión del hilo, del acumulador SDW 3-4 A

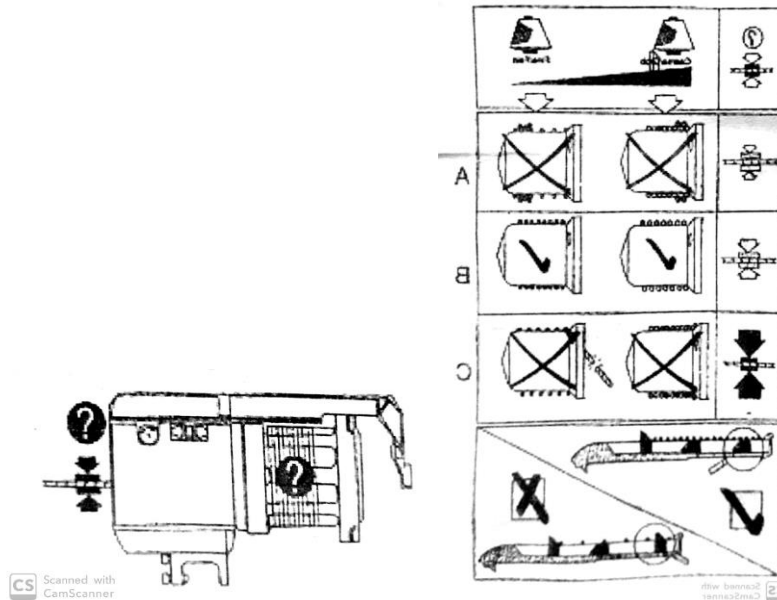


Figura 32. Ajuste de entrada (salida) de la tensión del hilo

Fuente: Manual de mantenimiento Zhejiang Hengxin Machinery Co., Ltd.

1. El tamaño de la tensión de salida debe ajustarse de acuerdo con los requisitos reales de las máquinas de tejido.
2. El principio de ajuste de la tensión de entrada es hacer que el hilo esté dispuesto de manera uniforme sobre la superficie del tambor de almacenamiento,
3. Para hilo más grueso debe ajustarse a un mayor espaciado del hilo.
4. Para hilos más finos, si el espaciado de los hilos es demasiado grande o no se puede tensar, puede causar un mal funcionamiento del sensor y ver una parada falsa.
 - A. La tensión es demasiado pequeña
 - B. La tensión es moderada
 - C. La tensión es demasiado grande
5. Si el hilo tiene un alto coeficiente de fricción. El disco de tensión puede girar demasiado rápido. En este momento, se debe cambiar la arandela de hierro debajo del disco de tensión y la arandela de goma.

Tensor y selector de bucle, del acumulador SDW 3-4 A

Se debe configurar diferentes tensores para diferentes hilos y diferentes condiciones de tejido. La configuración de fábrica suele ser: tensor de pinza de

entrada, salida con tensor de lámina con compensador. Debidamente hincapié en que se requiere: debido a la evolución de tensión está influenciada por muchos factores, no necesariamente puede ser adecuada la configuración de fábrica, el operario debe configurar la máquina.

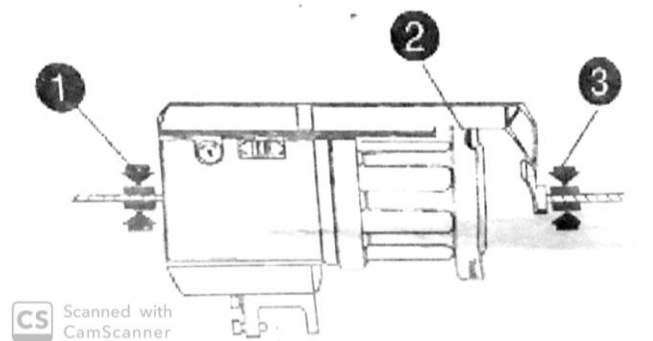


Figura 33. Acumulador de hilo SDW 3-4 A, tensor y selector

Fuente: Manual de mantenimiento Zhejiang Hengxin Machinery Co., Ltd.

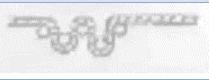
TIPO DE TENSIÓN	INSTALACIÓN DE LA UBICACIÓN	TIPO DE TENSIÓN	INSTALACIÓN DE LA UBICACIÓN
A 	1	E	1
B 	1 3	F 	2
C 	1	G 	2
D 			

Tabla 7. Instalación y ubicación de tensor y selector

Fuente: Manual de mantenimiento Zhejiang Hengxin Machinery Co., Ltd.

11.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

11.3.1. SISTEMA DE CONTROL EN SEE ELECTRICAL

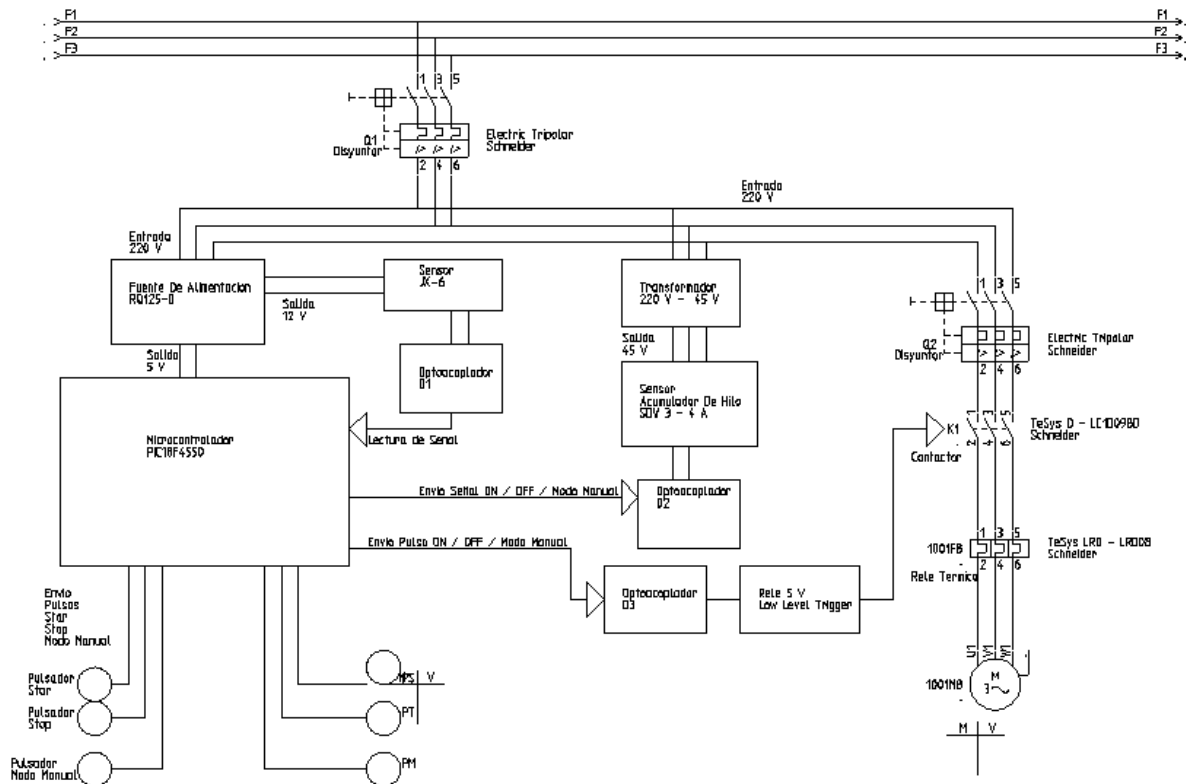


Figura 34. Plano del sistema de control en SEE ELECTRICAL

Fuente: Autor

Ver Anexo F: Plano PDF diseño de control en SEE ELECTRICAL

Ver anexo G: Programa de diseño de control en SEE ELECTRICAL

Todo el sistema de control esta alimentado por una red trifásica a 220 V, esta alimentación va al disyuntor Q1 Electric Tripolar Schneider

Para poder explicar el sistema de control se divide en 3 parte:

Primera parte:

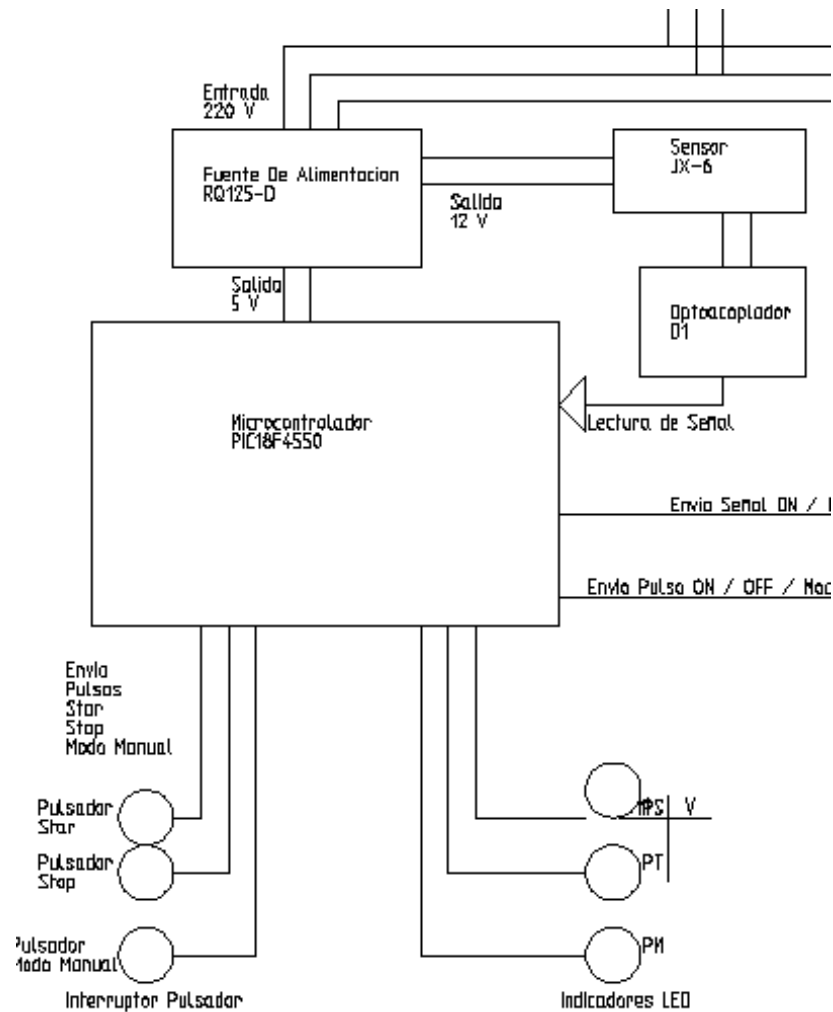


Figura 35. Primera parte del sistema de control

Fuente: Autor

Del disyuntor Q1 inicialmente va conectada una fuente de alimentación RQ125-D trifásica, que tiene salidas de 12V y 5V; a la salida de 12V va conectado el sensor detector de paso (presencia) JX~6; a la salida de 5V va conectado el microcontrolador PIC18F4550.

El sensor detector de paso (presencia) JX~6, tiene un optoacoplador para efectos de protección del PIC18F4550 y del sensor, ya que el PIC18F4550, siempre está leyendo los datos que genera el sensor.

El microcontrolador PIC18F4550, tiene conectados los pulsadores: 3 NA (normalmente abierto) para pulsador star, pulsador stop y pulsador modo manual

(single wefl); también tiene conexión a los indicadores led de los respectivos pulsadores; estos son para el control del telar plano de doble pasada.

Segunda parte:

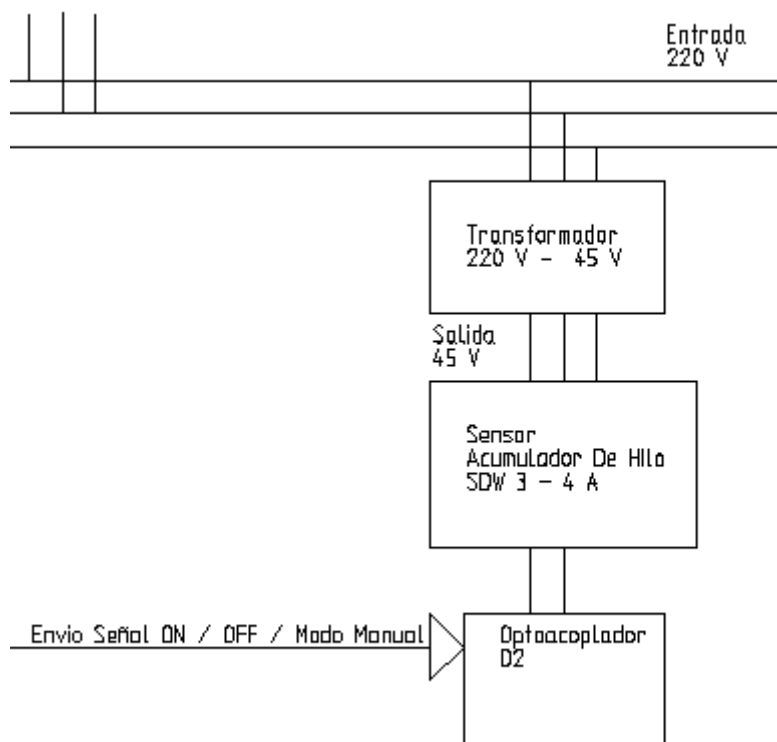


Figura 36. Segunda parte del sistema de control

Fuente: Autor

Del disyuntor Q1 se alimenta el transformador 220V a 45V, esos 45V son los que alimentan el acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4 A, este va a un optoacoplador para efectos de protección del PIC18F4550 y del sensor, ya que el PIC es el que envía el dato de encendido y apagado de este sensor.

Tercera parte:

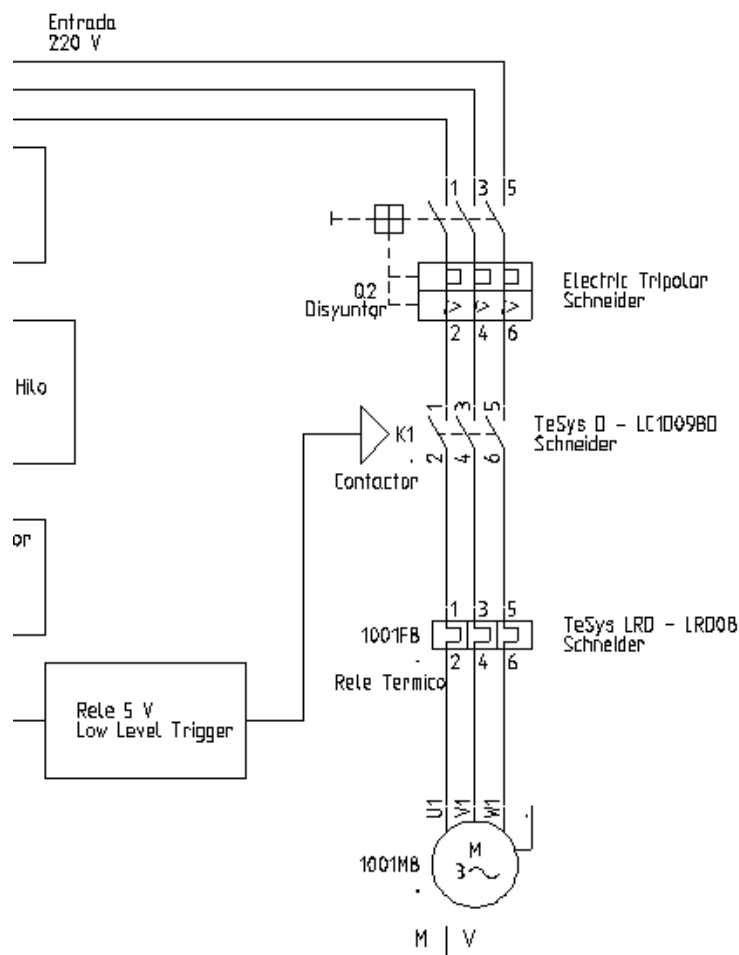


Figura 37. Tercera parte del sistema de control

Fuente: Autor

El disyuntor Q1 alimenta el disyuntor Q2 Electric Tripolar Schneider, este se conecta al contactor K1 TeSys D – LC1D09BD Schneider, que va conectado al relé térmico TeSys LRD - LRD08 Schneider, y al motor trifásico a 220V – 3.95A de 1 hp a 1700r/min.

Al contactor K1 va conectado un relé a 5V Low Level Trigger, y a este va un optoacoplador para efectos de protección del PIC18F4550 y del relé; del pic se envían los datos para el control del motor que es el que maneja el telar plano de doble pasada.

11.3.2. SIMULACION DEL SISTEMA DE CONTROL EN PROTEUS

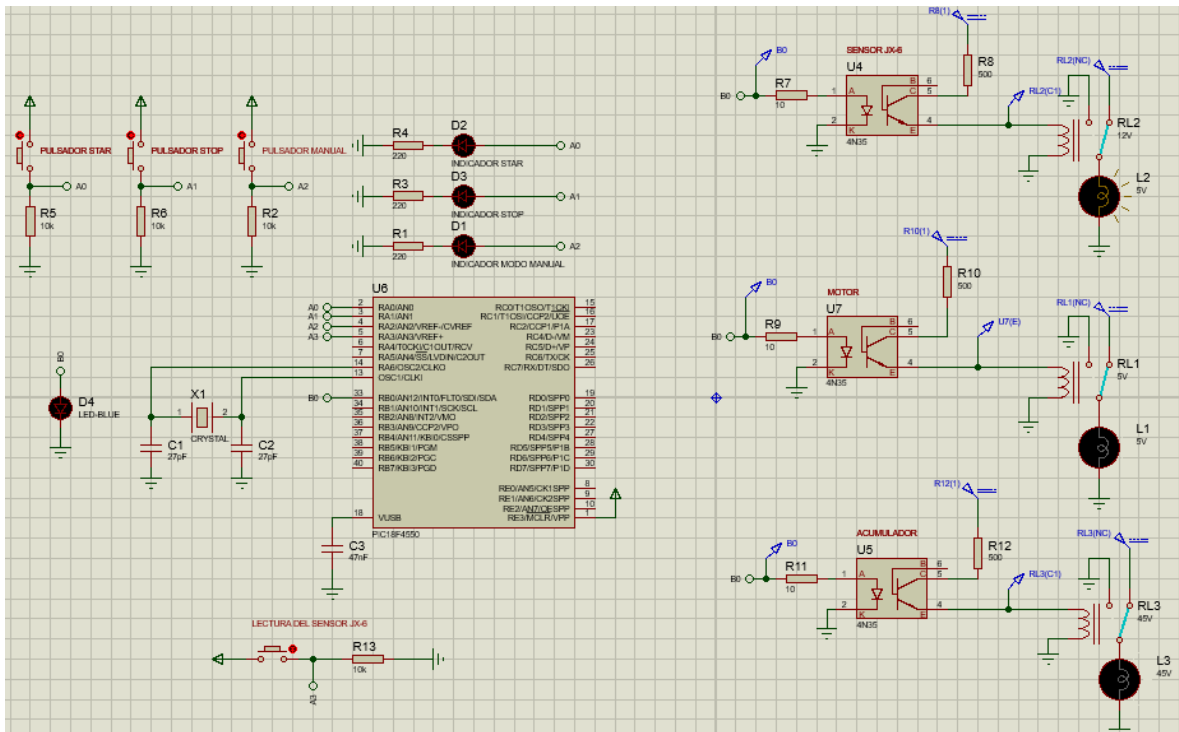


Figura 38. Simulación del sistema de control para un telar plano de doble pasada

Fuente: Autor

Ver anexo H: Simulación del sistema de control en PROTEUS

Todo el esquema simulado en el software PROTEUS, se tiene consideración de que se remplazaron varios componentes, ya que el software simulador no los tiene como lo son el sensor y el actuador, entre otros.

Para poder explicar la simulación se divide en 4 parte:

Primera parte:

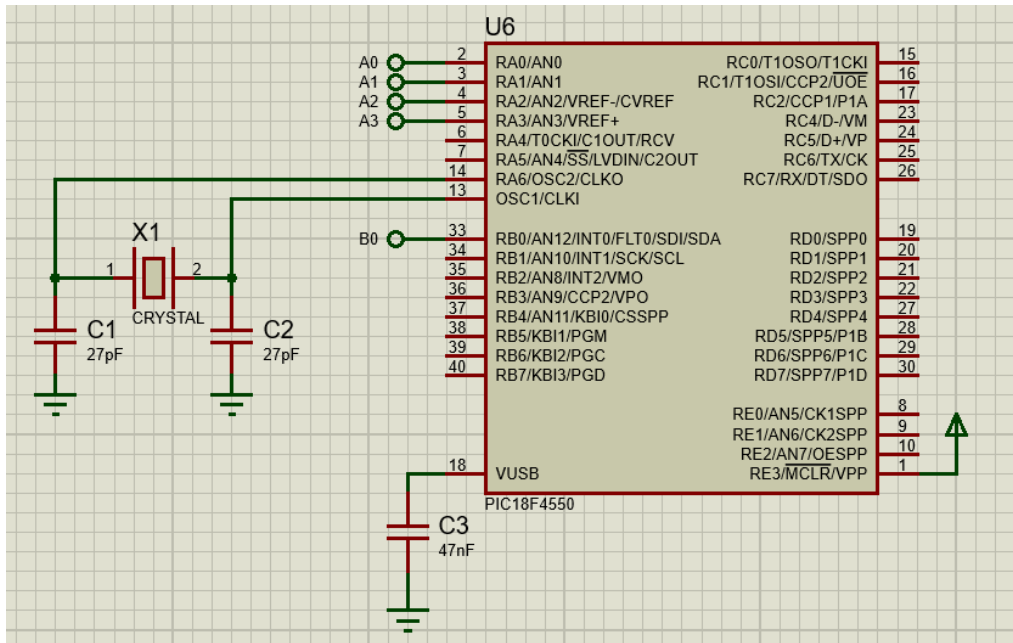


Figura 39. Primera parte: Conexiones PIC18F4550

Fuente: Autor

El PIC18F4550 tiene una configuración de la frecuencia del reloj del procesador de 20MHz, por tanto va conectado a un cristal de 20 MHz.

Configuración de pines de entrada y salida:

PIN	ENTRADA O SALIDA	DISPOSITIVO CONECTADO
RA0	Entrada	Pulsador e indicador, star
RA1	Entrada	Pulsador e indicador, stop
RA2	Entrada	Pulsador e indicador, modo manual (Single weft)
RA3	Entrada	Simulador del esta del hilo del telar plano de doble pasada
RB0	Salida	Simulador del motor de 2 Hp, 1800 RPM a 220 V, y los sensores detector de paso (presencia) JX~6 y el acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4 A

Tabla 8. Declaración de pines de entrada y salida

Fuente: Autor

Segunda parte:

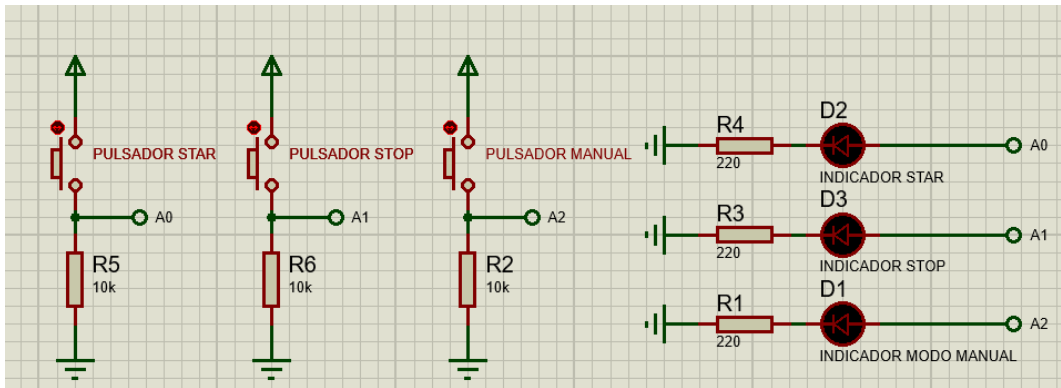


Figura 40. Segunda parte: Control con los pulsadores, e indicadores: star, stop, modo manual (Single weft)

Fuente: Autor

Se observan los pulsadores e indicadores: Pulsador star, pulsador stop, pulsador manual, indicador star, indicador stop e indicador modo manual, que van a sus respectivas entradas vistas en la tabla 8.

Tercera parte:

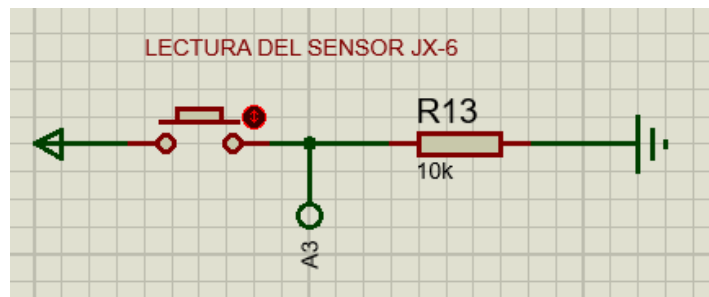


Figura 41. Tercera parte: Simulador del estado del hilo del telar plano de doble pasada

Fuente: Autor

Este pulsador simula el estado del hilo, cuando está en posición normal quiere decir que hay hilo en el sensor detector de paso (presencia) JX~6, cuando esta accionado quiere decir que el hilo se reventó, por tanto debe parar el funcionamiento del telar plano de doble pasada, este dato que se está leyendo va a la entrada A3 del PIC18F4550.

Cuarta parte:

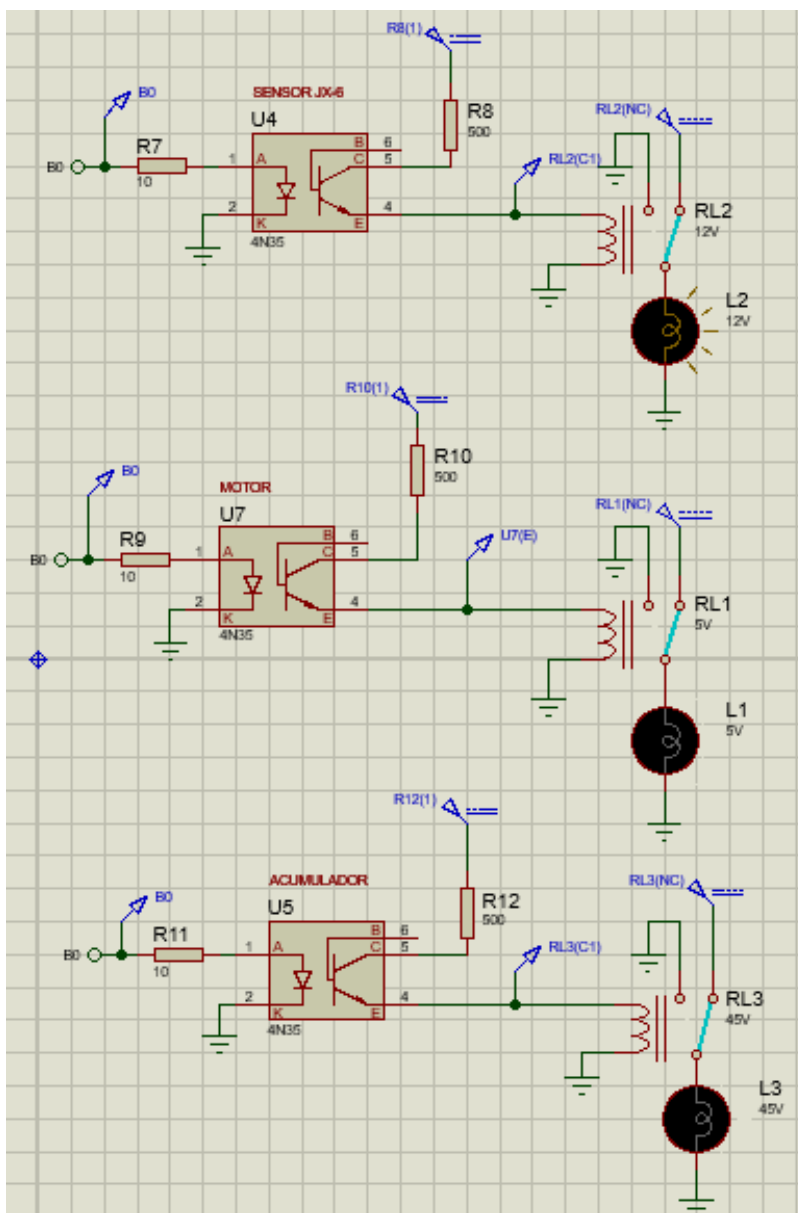


Figura 42. Cuarta parte: Conexión de sensores detector de paso (presencia) JX~6, acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4 A y motor de 2 Hp, 1800 RPM a 220V

Fuente: Autor

En el primero se observa el control del sensor detector de paso (presencia) JX~6, con un optoacoplador 4N35 para efecto de protección del PIC18F4550 y del sensor, lleva un relé y una lámpara a 12 V simulando el sensor y el voltaje al que se alimenta

este, ya que la referencia de este al ser un sensor chino, no se encuentra en el simulador; su conexión va al B0 que es la salida del PIC18F4550.

En el segundo se observa el control del contactor K1 TeSys D – LC1D09BD Schneider, con un optoacoplador 4N35 para efecto de protección del PIC18F4550 y del contactor, lleva un relé y una lámpara a 5 V simulando el contactor que va conectado al motor de 2 Hp, 1800 RPM a 220 V y el voltaje al que se alimenta este es de 5V para él envió del pulso al relé de potencia de disparo de bajo nivel de 1 canal srd-05vdc-sl-c que lo controla, ya que la referencias de estos componentes no se encuentra en el simulador se sustituyen; su conexión va al B0 que es la salida del PIC18F4550.

En el tercero se observa el control del acumulador de hilo (sensor) SDW 3–4 A, con un optoacoplador 4N35 para efecto de protección del PIC18F4550 y del sensor, lleva un relé y una lámpara a 45 V simulando el sensor y el voltaje al que se alimenta este, ya que la referencia de este al ser un sensor chino, no se encuentra en el simulador; su conexión va al B0 que es la salida del PIC18F4550.

11.3.3. PROGRAMACIÓN EN PIC C Compiler

Ver anexo I: Programación en PIC C Compiler

Código en PIC C Compiler con sus líneas de código especificadas:

```
#include <18F4550.h>
#fuses NOWDT, MCLR
#BYTE PORTA=0xf80

#use delay (clock=20M)           //Frecuencia del cristal oscilador externo
#use fixed_io (b_outputs = pin_b0) //Definimos Pin b0 del microcontrolador como salida del PIC
INDICADOR

#define INDICADOR PIN_B0        //Definimos la variable INDICADOR en el Pin b0 del PIC
```

```

#define PULSADORPS PIN_A0      //Definimos la variable Pulsador en el PULSADOR PS a0 del
PIC PULSADOR STAR

#define PULSADORPT PIN_A1      //Definimos la variable Pulsador en el PULSADOR PT a1 del
PIC PULSADOR STOP

#define PULSADORPM PIN_A2      //Definimos la variable Pulsador en el PULSADOR PM a1 del
PIC PULSADOR MODO MANUAL

#define JX PIN_A3              //Definimos la variable Pulsador en el JX al PIC LECTURA DE DATOS
DEL SENSOR

```

```

void main ()

```

```

{

```

```

    output_low (INDICADOR);      //Nos aseguramos que el INDICADOR empieza apagado

```

```

    while(true)

```

```

    {

```

```

        if (input(PULSADORPM)==1 && input(PULSADORPS)==0 && input(PULSADORPT)==0 &&
input(JX)==0)    //Si hay un ("1" entrada 5V) en el pin A2 en donde está el pulsador "pulsador
presionado" PULSADOR PM

```

```

        {

```

```

            output_low (INDICADOR);  //Encendemos INDICADOR (colocamos un "1"/salida 5V)
en el pin b0

```

```

            //prender

```

```

            //motor modo manual

```

```

            //sensores JY-6 modo manual

```

```

            //acumulador modo manual

```

```

        }

```

```

        else if (input(PULSADORPM)==0 && input(PULSADORPS)==1 &&
input(PULSADORPT)==0 && input(JX)==0) //Si hay un ("1" entrada 5V) en el pin A0 en donde está
el pulsador "pulsador presionado" PULSADOR PS

```

```

        {

```

```

            output_high (INDICADOR);      //Encendemos INDICADOR
(colocamos un "1"/salida 5V) en el pin b0

```

```

            //prender

```

```

            //motor

```

```

            //sensores JY-6

```

```

            //acumulador

```

```

    }

    else if (input(PULSADORPM)==0 && input(PULSADORPS)==0 &&
input(PULSADORPT)==1 && input(JX)==0) //Si hay un ("1" entrada 5V) en el pin A1 en donde está
el pulsador "pulsador presionado" PULSADOR PT
    {
        output_low (INDICADOR); //Apagamos INDICADOR
(colocamos un "1"/salida 0V) en el pin b0

        //apagar

        //motor

        //sensores JY-6

        //acumulador
    }

    else if (input(PULSADORPM)==0 && input(PULSADORPS)==0 &&
input(PULSADORPT)==0 && input(JX)==0)
    {
        output_low (INDICADOR); //Apagamos INDICADOR
(colocamos un "0"/salida 0V) en el pin b0

        //apagar

        //motor

        //sensores JY-6

        //acumulador
    }

    else (input(PULSADORPM)==0 && input(PULSADORPS)==0 && input(PULSADORPT)==0
&& input (JX)==1); //Si hay ("1" entrada 5V) en el pin A3 donde
está el pulsador que lee los datos del sensor
    {
        output_low (INDICADOR);

        //lectura del sensor

        //apagar

        //motor

        //sensores JY-6

        //acumulador
    }
}
}

```

11.4. RESULTADOS OBTENIDOS

Inicialmente se energiza el PIC18F4550, se observa que se está leyendo los datos de entrada: A0, A1, A2 y A3, también los datos de salida: B0.

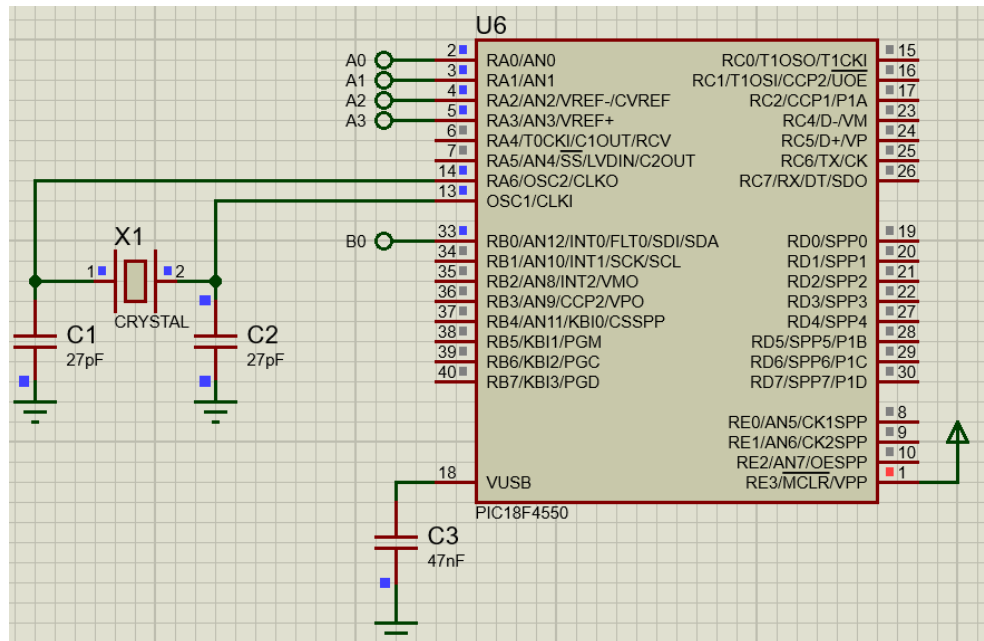


Figura 43. PIC18F4550 energizado

Fuente: Autor

Al energizar se ve como a la entrada de los sensores detector de paso (presencia) JX-6, acumulador SDW 3-4 A y el motor de 2 Hp 1800 RPM a 220 V, se observa en 0V la alimentación, por tanto se ve que no hay envío de datos del PIC18F4550.

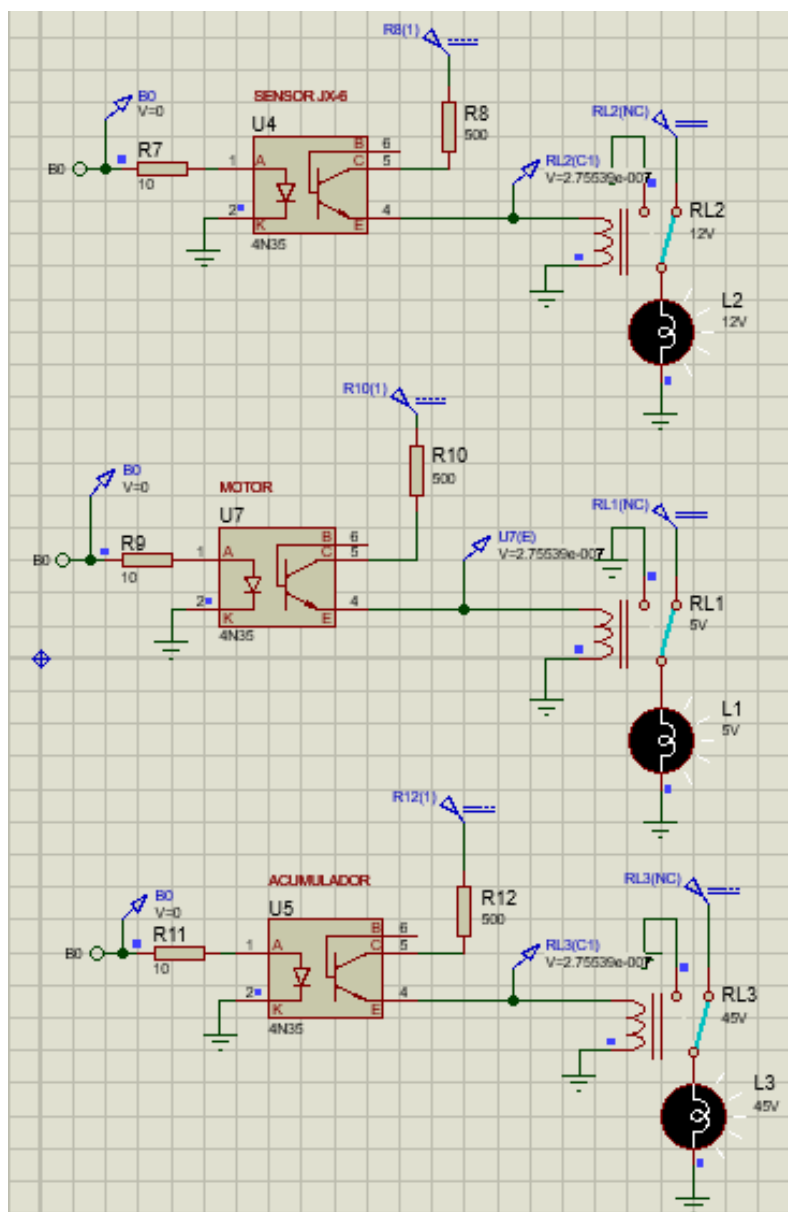


Figura 44. Sensores y motor energizados

Fuente: Autor

Al oprimir el pulsador STAR se ve que se envía el dato al pin A0 del PIC18F4550, por tanto se energiza el indicador STAR.

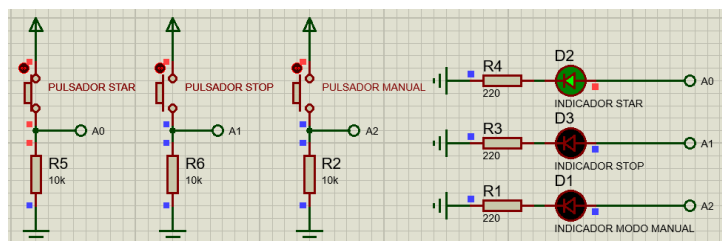


Figura 45. Pulsador e indicador star

Fuente: Autor

Al enviar el dato a través del pin A0 oprimiendo el pulsador star, se energiza el pin de salida B0, encendiendo los sensores detector de paso (presencia) JX-6, acumulador SDW 3-4 A y el motor de 2 Hp 1800 RPM a 220 V.

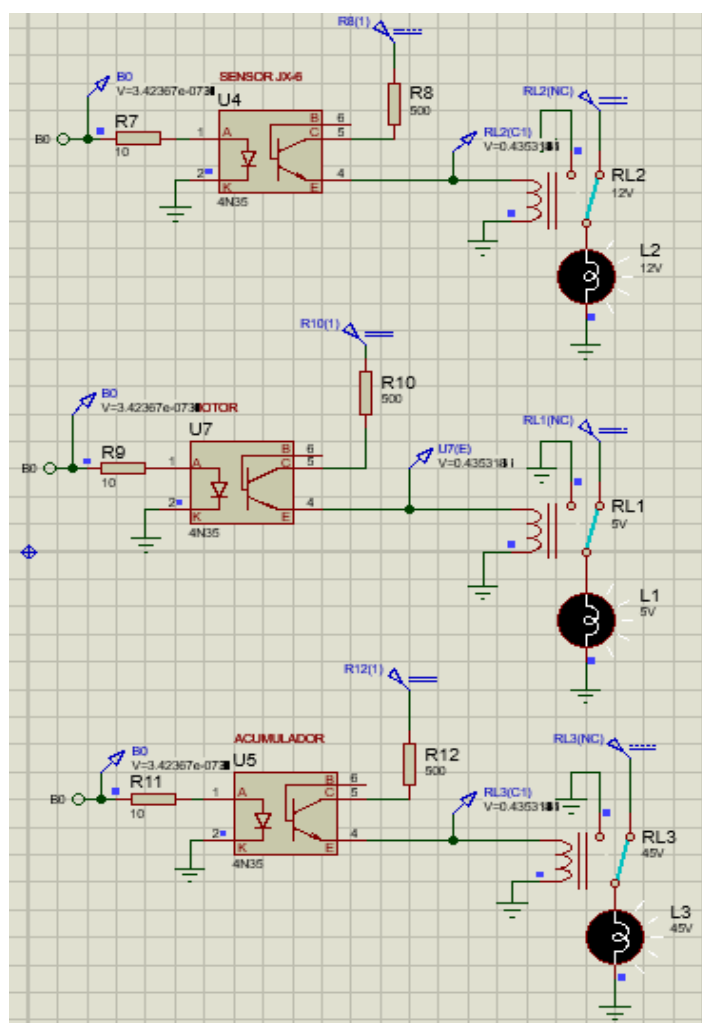


Figura 46. Energización de los sensores y el motor con el pulsador star

Fuente: Autor

Al oprimir el pulsador stop se ve que se envía el dato al pin A1 del PIC18F4550, por tanto se energiza el indicador stop.

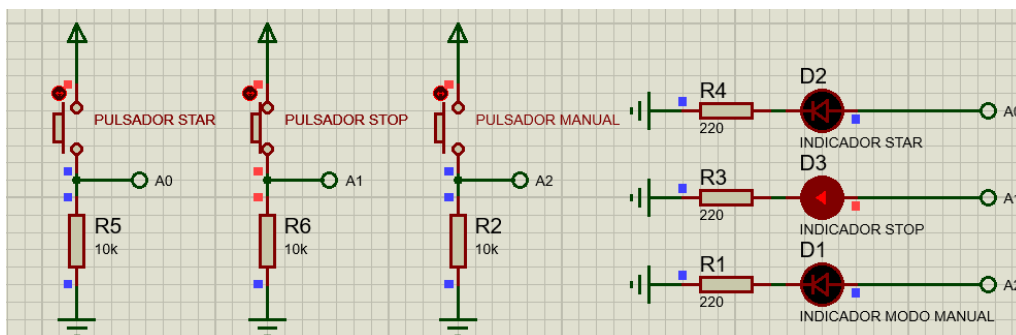


Figura 47. Pulsador e indicador stop

Fuente: Autor

Al enviar el dato a través del pin A1 oprimiendo el pulsador stop, se desenergiza el pin de salida B0, apagando los sensores detector de paso (presencia) JX~6, acumulador SDW 3-4 A y el motor de 2 Hp 1800 RPM a 220 V.

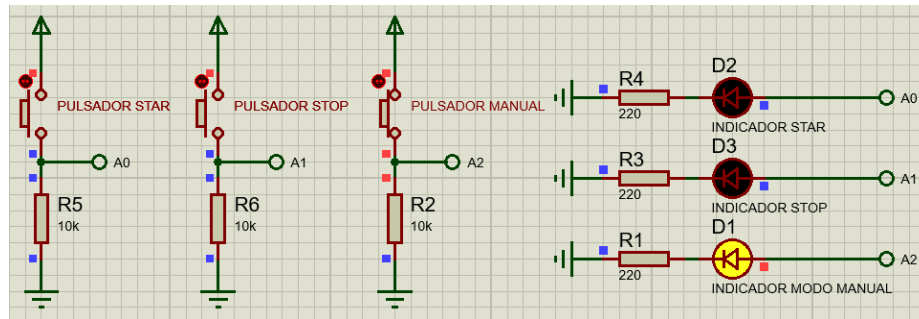


Figura 49. Pulsador e indicador modo manual (single weft)

Fuente: Autor

Al enviar el dato a través del pin A2 oprimiendo el pulsador modo manual (single welf), se energiza el pin de salida B0, encendiendo los sensores detector de paso (presencia) JX~6, acumulador SDW 3-4 A y el motor de 2 Hp 1800 RPM a 220 V, pero únicamente si el pulsador esta oprimido estos están en funcionamiento de lo contrario se apagan.

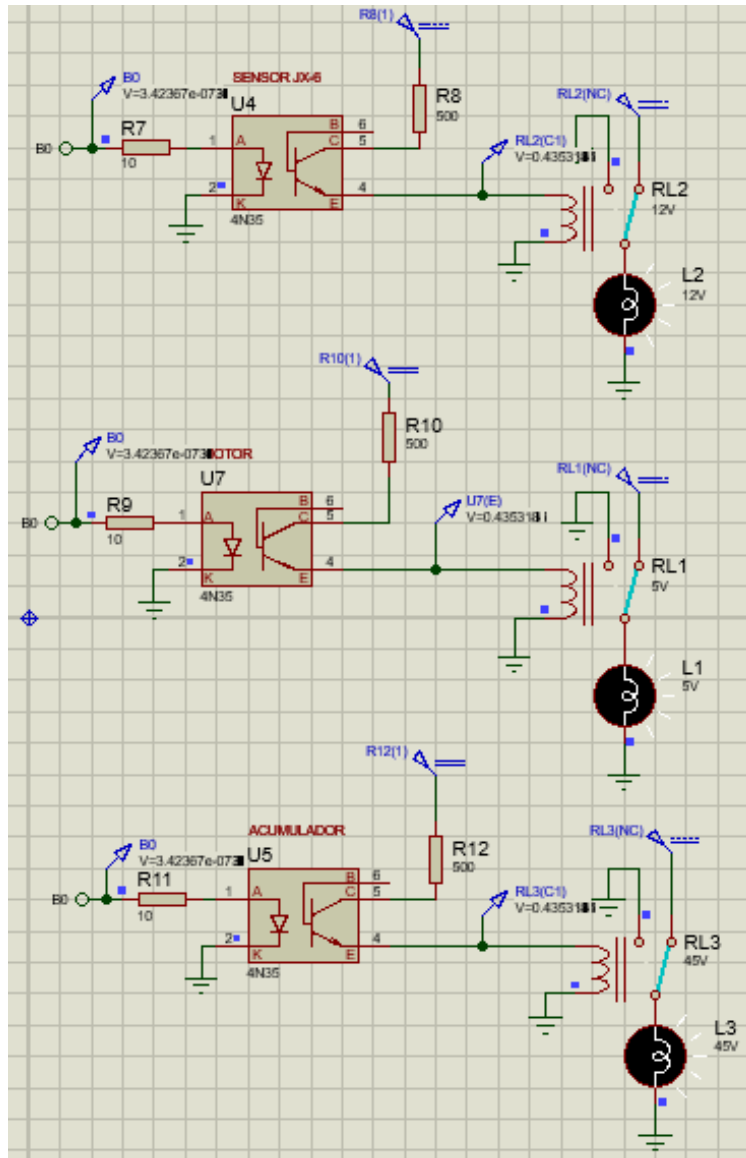


Figura 50. Energización y desenergización de los sensores y el motor con el pulsador modo manual (Single weft)

Fuente: Autor

La lectura del sensor se da a través del pin A3, sin estar accionado nos da a entender que hay hilo en el sensor detector de paso JX~6.

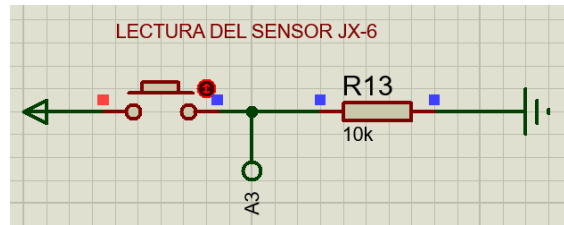


Figura 51. Lectura del sensor JX~6, detecta hilo el sensor

Fuente: Autor

Al no enviar el dato de que no hay hilo, los sensores detector de paso (presencia) JX~6, acumulador SDW 3-4 A y el motor de 2 Hp 1800 RPM a 220 V, siguen funcionando.

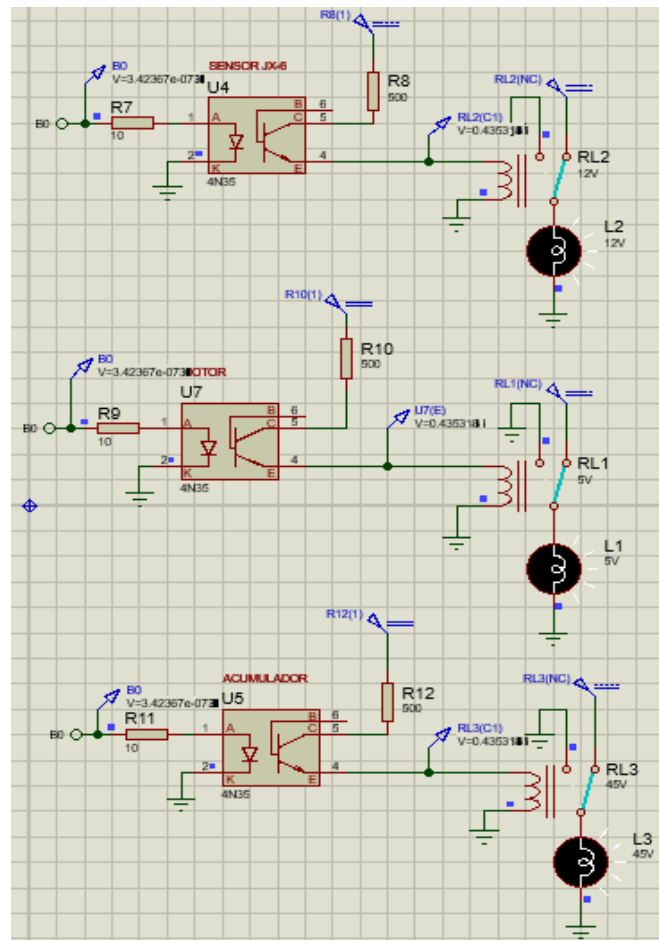


Figura 52. Lectura del sensor JX~6, detecta hilo el sensor; los sensores y el motor funcionan normalmente

Fuente: Autor

La lectura del sensor se da a través del pin A3, al estar accionado nos da a entender que el hilo se reventó y el sensor detector de paso JX-6 no está recibiendo el dato.

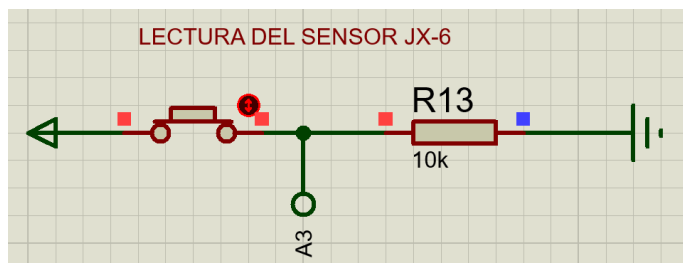


Figura 53. Lectura del sensor JX-6, el hilo se ha reventado

Fuente: Autor

Al enviar el dato de que no hay hilo, los sensores detector de paso (presencia) JX-6, acumulador SDW 3-4 A y el motor de 2 Hp 1800 RPM a 220 V, se detienen esperando hasta que el operario arregle esto, para así volver a su funcionamiento normal.

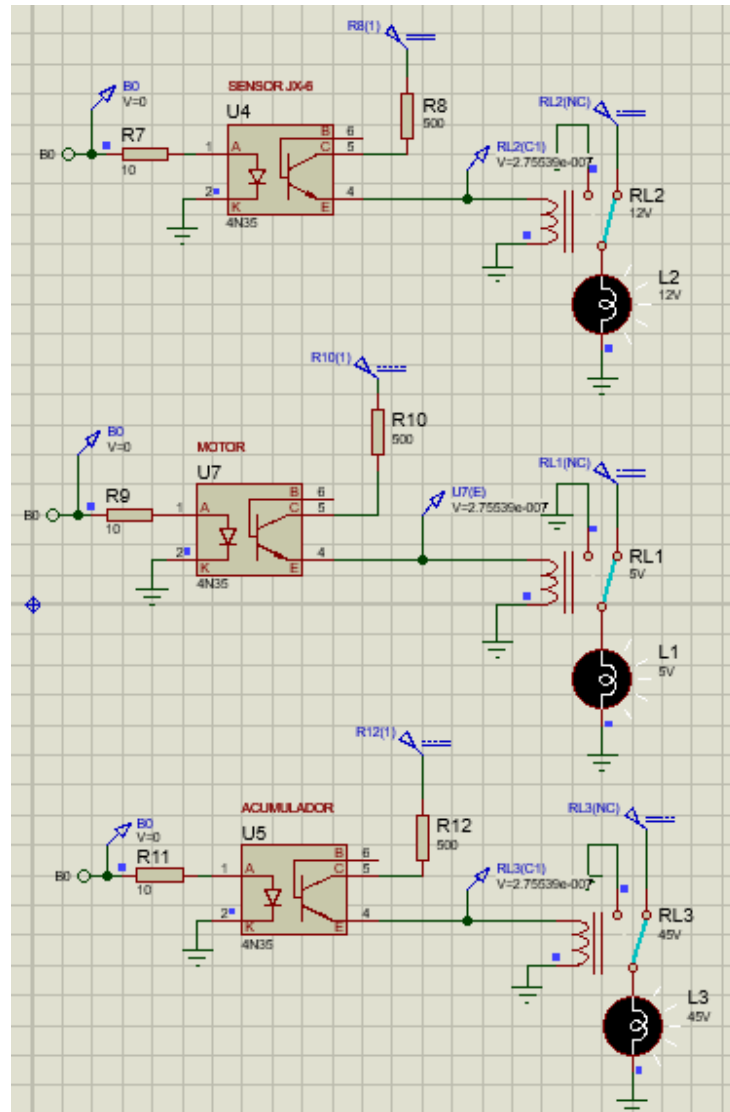


Figura 54. Lectura del sensor JX~6, el hilo se revienta; los sensores y el motor dejan de funcionar

Fuente: Autor

11.4.1. ANÁLISIS DE COSTOS

Para el desarrollo del análisis de costos se analizan los elementos que se tienen que adquirir, teniendo en cuenta que el proyecto será financiado con los recursos que brinda la empresa Artesanías ALROL De Colombia, y que la empresa proveedora con la que trabajan está en China, por ende se importan todos los componentes a utilizar.

El costo de los productos se da por la empresa Artesanías ALROL De Colombia, ya que esta cuenta con sus proveedores y no se requiere realizar cotizaciones.

No.	Artículo	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	Sensor detector de paso (presencia) JX~6	1	25 USD	\$ 78.362,50
2	Acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4 A	1	200 USD	\$ 626.900,00
3	Motor de 2 Hp, 1800 RPM a 220 V	1	\$ 300.000,00	\$ 300.000,00
4	Transformador 220 V a 45 V	1	\$ 200.000,00	\$ 200.000,00
5	Caja Metálica	1	\$ 80.000,00	\$ 80.000,00
6	Cable con Clavija	1	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00
7	PIC18F4550	1	\$ 22.500,00	\$ 22.500,00
8	Puerto USB	1	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00
9	Fuente de alimentación RQ-125D	1	68,21 USD	\$ 240.174,81
10	Optoacoplador 4n35	3	\$ 4.000,00	\$ 12.000,00
11	Sellify DC5V Módulo de relé de potencia de disparo de bajo nivel de 1 canal SRD-05VDC-SL-C	1	\$ 5.671,72	\$ 5.671,72
12	Disyuntor tripolar Schneider electric Tripolar	2	\$ 123.817,04	\$ 247.634,08
13	Contactador TeSys D - LC1D09BD Schneider	1	\$ 185.741,05	\$ 185.741,05
14	Relé Térmico TeSys LRD - LRD08 Schneider	1	\$ 75.000,00	\$ 75.000,00
15	Interruptor Pulsadores 1 NA – Verde 1 NA – Amarillo 1 NA - Rojo	3	\$ 20.000,00	\$ 60.000,00
16	Leds: Verde Amarillo Rojo Azul	4	\$ 100,00	\$400.00
17	Bornera blanca de empalme	12	\$ 500,00	\$ 6.000,00
18	Cable Para Red Trifásica Para Protoboard		\$ 10.000,00	\$ 10.000,00
19	Baquelita	1	\$ 30.000,00	\$ 30.000,00
20	Cristal de 20 Hz	1	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
21	Otros componentes Condensadores, resistencias, potenciómetros, etc.		\$ 20.000,00	\$ 20.000,00
TOTAL				\$ 2'232.384,16

Tabla 9. Cotización realizada en la empresa Artesanías ALROL De Colombia

Fuente: Autor

12. APORTES DEL TRABAJO

El objetivo principal del proyecto es diseñar un sistema de control para un telar plano de doble pasada, para la fabricación de tela, destinada a la elaboración de sombreros y mochilas de la empresa Artesanías ALROL de Colombia, que está ubicada en la ciudad de Tunja, generando un mejor manejo y una mayor rentabilidad de la máquina. Teniendo como base la información adquirida por máquinas que ya se encuentran ensambladas en la empresa, con ayuda de soportes teóricos y aplicando los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos dentro de la formación académica de la Facultad de Ingeniería Electrónica, para realizar el diseño, adaptando los sensores y teniendo un control total del telar.

De esta forma se derivan como aportes: proyecto desarrollado a lo largo de la pasantía realizada en la empresa Artesanías ALROL De Colombia, como el estudio del funcionamiento del telar, la caracterización de los sensores, diseño de control de un telar creado por la empresa; dejando una segunda etapa del proyecto que es la implementación.

13. CONCLUSIONES

A partir del análisis del funcionamiento de los sensores, es importante que las especificaciones técnicas, manuales de funcionamiento y cartillas de mantenimiento estén en español, ya que de lo contrario será una limitación importante para el desarrollo de la empresa, por consiguiente la única información que se encontró está en Chino y infograficamente no se encuentra datos de estos, los datos obtenidos se hallaron por un telar que es importado desde China y que está totalmente ensamblado en la empresa, se obtuvo que estos funcionan como los sensores on/off; el sensor detector de paso (presencia) JX-6, se alimenta de 12 V a 24 V, al leer las variables de este actuador, es un control de dos posiciones; al tener alimentado el sensor a 11.5 V, la señal de salida es: Detecta hilo 11.5 V, no detecta hilo 0 V; el acumulador de hilo (sensor) SDW 3-4 A, se alimenta a 45 V a 0.8 A para el funcionamiento de este se tiene que mandar hacer un transformador de 220 V a 40 V a 1 A, la señal que genera, se mantiene constante, las variaciones que tiene suceden cuando el acumulador carga hilo en el tambor de este.

Mediante el estudio de fuentes de alimentación trifásicas, se llegó a concluir que la más viable a utilizar es la RQ125-D, ya que esta nos genera los voltajes óptimos para el diseño de control, porque cuenta con salidas de 12V y 5V; a la salida de 12V va conectado el sensor detector de paso (presencia) JX-6; a la salida de 5V va conectado el microcontrolador PIC18F4550; dándonos un control total del telar plano de doble pasada y generando una mayor rentabilidad para la empresa ya que solo se utilizaría una fuente de alimentación.

Se realizó el estudio de sensibilidad de los optoacopladores para que este dispositivo realizara la conexión entre dos circuitos, de tal forma que quedarían unidos ópticamente, lo que hace efecto de protección del circuito, se realizaron pruebas con diversos valores de resistencias, hasta llegar a los adecuados para lograr una protección contra los picos de tensión del PIC18F4550, de los sensores y el relé que va al motor; Disminuyendo costos para la empresa al no tener que comprar un dispositivo especializado para esto.

La interfaz de simulación PROTEUS, es de gran ayuda ya que con esta se puede observar el correcto funcionamiento, del diseño de sistema de control de un telar plano de doble pasada, teniendo consideraciones de que hay componentes que se simularon con otras referencias ya que las originales, por ser dispositivos Chinos no se encuentran en el simulador, pero se generan los mismos voltajes de alimentación; este simulador nos facilita cargar el programa de PICC Compiler por

tanto se puede observar que la programación y la simulación cumplen con las indicaciones dadas por la empresa Artesanías ALROL De Colombia.

Inicialmente como objetivo específico del presente trabajo, se había planteado la implementación del diseño realizado, pero debido a los tiempos de importación de los materiales necesarios para el diseño desde china, no es posible cumplir con este objetivo específico dentro de los tiempos acordados de pasantía. Por esta razón se plantea el trabajo de implementación; como tareas a realizar en una segunda fase en el futuro.

RECOMENDACIONES

Ya que el sistema posee características propias de instrumentación industrial y aplicaciones en el campo de la industria textil e investigación, se recomienda hacer uso del diseño de control de un telar plano de doble pasada, realizando su implementación para un mejor aprovechamiento de este, y que la empresa tenga un mejor rendimiento de producción.

En cuanto al desarrollo del diseño, la caracterización de los sensores, se recomienda pedir los manuales de estos para poder tener una mejor manipulación, ya que al ser sensores provenientes de China, no se encuentra información infográfico de ellos y tienen mayor complejidad ya que se están adaptando a un telar que es creado por la empresa.

Para el desarrollo de la segunda etapa de proyecto, se recomienda el uso de los componentes propuestos, ya que estos garantizan el control total del telar, correspondiente a la programación que se realizó, basada en las especificaciones que se tienen de su respectivo funcionamiento, y lo que se busca es tener mayor seguridad y eficiencia en los telares; se debe tener cuidado con el cableado, la posición de los sensores, del motor y la caja de control, ya que el telar es una maquina bastante robusta y puede generar fallas mecánicas al ubicar mal esto.

GLOSARIO

- **Telar:** Máquina utilizada para fabricar tejidos con hilo u otras fibras. Un tejido fabricado con un telar se produce entrelazando dos conjuntos de hilos dispuestos en ángulo recto. Los hilos longitudinales se llaman urdimbre, y los hilos transversales se denominan trama.
- **Urdimbre:** Conjunto de hilos que cruzados y entrelazados formando la trama, para así realizar el tejido en un telar.
- **Fileta:** Estructura metálica para el soporte de conos, que permite colocar una elevada cantidad de estos, en un espacio muy reducido.
- **Acumulador de hilo:** Dispositivo que acumula y suministra hilo, al respectivo telar.
- **Sensor:** Dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, que seamos capaces de cuantificar y manipular.
- **Tex:** Se utiliza para medir el tamaño de las fibras en muchos productos, incluyendo filtros de cigarrillos, cables ópticos, hilos, y tejidos. Normalmente usamos una fracción del Tex, el dTex (decitex), que es su décima parte ($1\text{Tex}=10\text{dTex}$). Por ejemplo si tenemos un hilo que está formado por 2 cabos, y cada cabo es un 120 dTex (ó 12 Tex, lo que significa que 1000 metros de cada cabo pesa 12 grs) su título se expresa como dTex 120/2.
- **Contactador:** Es un aparato eléctrico de mando a distancia, que puede cerrar o abrir circuitos, ya sea en vacío o en carga. Es la pieza clave del automatismo en el motor eléctrico.
- **Disyuntor:** Es un interruptor automático que corta el paso de la corriente eléctrica. Sirve para proteger a las personas y a los dispositivos eléctricos.
- **Relé de sobrecarga:** Son dispositivos electromecánicos de protección para el circuito principal. Protegen de manera fiable los motores en caso de que ocurra una sobretensión o un fallo de fase. El relé de sobrecarga térmico puede constituir una solución de arranque compacta junto a contactores.

BIBLIOGRAFIA

- Manual De Mantenimiento. Zhenjiang Hengxin Machinery Co., Ltd. Dirección: Industrial Park, Ganlin Town, Shengzhou City.
- Eduardo García Breijo. COMPILADOR C CCS Y SIMULADOR PROTEUS PARA MICROCONTROLADOR PIC. Editorial: Alfaomega, marcombo ediciones técnicas.
- Antonio CREUS SOLE. Instrumentación Industrial. Octava edición. Editorial: marcombo ediciones técnicas, Alfaomega.
- Emilio García Moreno. AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES. Editorial: Alfaomega, Universidad Politécnica De Valencia.

ARTICULOS:

- Tania Pérez-Bustos. Hilvanar tecnologías digitales y procesos de tejido o costura artesanal: una revisión de prácticas. 10 de febrero de 2017. doi:10.11144/Javeriana.syp36-70.htdp
- Esp. en Dis. Raúl Vicente Galindo Sosa. L. D. I. Yissel Hernández Romero. La evolución tecnológica del telar. 10 de noviembre 2008. Volumen 9 Número 11. ISSN: 1067-6079
- Néstor Oswaldo Vásquez Castro. CARACTERIZACIÓN DE UN SENSOR. IEEE

REVISTA:

- Instruía textil. Abril 2017. Número 63. Editorial: REVISTA VIRTUAL PRO PROCESOS INDUSTRIALES, GRUPO INGCO

INFOGRAFÍA

- [1] http://en.action-cn.cn/news_detail/newsId=1.html
Shaoxing Action Electrical and Mechanical Technology Co., Ltd
- [2] <http://www.ttmn.com/web/225257>
Zhejiang Hengxin Machinery Co., Ltd.
- [3] INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DE CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES
- [4] <https://www.ecured.cu/Telar>
- [5] <http://www.fabricantes-maquinaria-industrial.es/retrofitting-actualizacion-y-modernizacion-de-maquinaria-industrial-2/>
- [6] <https://sites.google.com/site/ielectrox/home/programas-1/pic-c-compiler>
- [7] http://www.ige-xao.com/images/es/pdf/products/see_electrical/DOC-see-electrical-es.pdf
- [8] http://www.enerxia.net/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=406:electronica-proteus-simulador-digital-y-analogico&catid=61&Itemid=142
- [9] <https://estuelectronic.wordpress.com/category/d-p-e/8-microcontroladores/estudio-pic18f4550/>
- [10] <http://www.educachip.com/optoacoplador-que-es-y-como-utilizarlo/>
- [11] <https://www.amazon.in/SRD-05VDC-SL-C-Channel-Power-Module-Shield/dp/B00NR3WJN1#productDetails>
- [12] http://www.leroymerlin.es/fp/342101_schneider1z1electric1z1tripolar/342101-schneider-electric-tripolar-schneider-electric-tripolar?pathFamiliaFicha=342101&uniSelect=undefined&ancho=undefined
- [13] <https://www.schneider-electric.com.co/es/product/LC1D09BD/contactor-tesys-lc1d---3-p---ac-3-440-v9-a---24-v-cc/?range=664-tesys-d&node=5641467731-contactors>
- [14] <https://www.schneider-electric.com.co/es/product/LRD08/rel%C3%A9-de-sobrecarga-t%C3%A9rmica-para-motor-tesys---2%C5-4-a---clase-10a/?range=1885->

tesys-lrd&node=166389602-rel%C3%A9s-de-sobrecarga-
t%C3%A9rmica&parent-category-id=3000&parent-subcategory-id=3060

- https://www.eoi.es/wiki/index.php/Industria_Textil_en_Ecoinnovaci%C3%B3n_en_procesos_industriales
- <https://psicologiaymente.com/miscelanea/tipos-de-investigacion>
- <https://www.ecured.cu/Telar>
- http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/que_es.htm
- <http://aptpperu.com/evolucion-tecnologica-la-industria-textil/>
- <http://www.cowboysew.com/automatizacion-para-maquinas-de-coser.htm>
- <https://es.slideshare.net/shuaranca/sistema-control-onoff>
- <https://mundotextilmag.com.ar/titulacion-de-los-hilados/>
- <https://www.areatecnologia.com/electricidad/contactor.html>
- <https://www.efectoled.com/blog/que-es-y-como-funciona-un-disyuntor/>
- <https://new.abb.com/low-voltage/es/productos/control-y-proteccion-de-motores/contactores-tripolares-y-reles-de-sobrecarga/reles-termicos-de-sobrecarga>

ANEXOS

- A) Hoja técnica PIC18F4550
- B) Hoja técnica SRD-05VDC-SL-C
- C) Hoja técnica TeSys D – LC1D09BD Schneider
- D) Hoja técnica TeSys LRD - LRD08 Schneider
- E) Hoja técnica Fuente de alimentación RQ-125
- F) Plano PDF diseño de control en SEE ELECTRICAL
- G) Programa de diseño de control en SEE ELECTRICAL
- H) Simulación del sistema de control en PROTEUS
- I) Programación en PIC C Compiler
- J) Artículo IEEE “DISEÑO DE SISTEMA DE CONTROL PARA TELAR PLANO DE DOBLE PASADA”
- K) Presentación PPT Ponencia