



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES

TEMA: AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA LINEAL DE TEJIDOS PARA LA EMPRESA TEXTIL “TEJIDOS MAYRITA”

AUTOR: LUIS FRANCISCO HUILCA GALARZA

TUTOR: MG. RENÉ ERNESTO CORTIJO LEYVA

QUITO - ECUADOR

AÑO: 2019



DECLARACIÓN

Yo, Luis Francisco Huilca Galarza, con cédula de identidad 1718740846, en calidad de estudiante de la Carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, declaro que los contenidos de este trabajo de titulación, requisito previo a la obtención del Grado de Ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones, son absolutamente originales, auténticos y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, Enero del 2019

Luis Francisco Huilca Galarza

CC.1718740846



APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación, **“AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA LINEAL DE TEJIDOS PARA LA EMPRESA TEXTIL “TEJIDOS MAYRITA”** presentado por el **Sr. Luis Francisco Huilca Galarza** estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D.M., Enero del 2019

TUTOR

.....
Ing. René Ernesto Cortijo Leyva, Mg

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a dios por haberme acompañado y guiado en toda mi carrera, por ser mi apoyo, mi fortaleza en los momentos más difíciles y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y mucha felicidad.

A mis padres Luis y Yolanda por apoyarme en todo momento, por los valores inculcados por su gran amor y sacrificio logrando darme fortaleza y fuerza para seguir adelante siendo así un gran ejemplo para mí.

A mi esposa Laura, quien me ha acompañado incondicionalmente en cada meta propuesta, regalándome cada momento de su tiempo cuando lo necesite y sobre todo por apoyarme en las buenas y en las malas, con su paciencia y su amor incondicional.

A mis profesores, por el conocimiento transmitido en todo este tiempo como estudiante y en especial a mis tutores por su apoyo y tiempo dedicado a la elaboración de mi tesis.

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación dedico a mis dos hijos Samantha y Alejandro, que son la razón de mi vida el tesoro más grande que Dios me regaló y el motivo de mí existir, quienes de igual forma han sido mi fuente de inspiración y también dedico este logro.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
CAPÍTULO I.....	viii
CAPITULO III	ix
CAPITULO IV	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ECUACIONES	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
DESCRIPCIÓN DE CAPÍTULOS.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
Antecedentes de la situación objeto de estudio.....	1
Planteamiento del problema.....	2
Justificación	3
Objetivos.....	4
Objetivo General	4
Objetivos Específicos.....	4
Alcance	5
CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
1.1. Clasificación según el tipo de agujas que alberga la máquina.....	8
1.2. Clasificación de las máquinas de punto según sus características constructivas.....	8

1.3. Máquina rectilínea de punto y sus partes principales	9
1.3.1. Descripción de los componentes de la máquina tejedora.....	10
1.4. Máquina rectilínea tricotosa.....	12
1.4.1. Máquina tejedora alemana, marca Stoll	12
1.4.2. Máquina tejedora japonesa, marca Shima Seiki.....	13
1.4.3. Máquina tejedora italiana, marca Protti	14
1.4.4. Máquina tejedora alemana, marca Universal	15
1.5. Elementos constitutivos de las mejoras a ser realizadas en la máquina de tejido.....	15
1.5.1. App de control.....	15
1.5.2. Módulo <i>Bluetooth</i>	16
1.5.3. Motor de corriente directa (DC).....	16
1.5.4. Sistema de transmisión por cadena	21
CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO	23
2.1. Investigación experimental	23
2.2. Investigación bibliográfica – documental.....	23
CAPÍTULO III: PROPUESTA	25
3.1. Descripción general del proyecto.....	25
3.2. Diagrama de bloques del sistema.....	27
3.3. Diagrama de flujo	28
3.4. Aspectos técnicos del producto.....	30
3.5. Módulos del sistema	30
3.5.1. Aplicación para sistema operativo Android.....	31
3.5.2. Sistema de transmisión.....	32
3.5.3. Sistema de control	34
3.5.4. Sistema de potencia.....	38
3.6. Análisis de costos para el desarrollo del proyecto	47
3.7. Presupuesto del proyecto	48

3.8. Ventajas de la actualización.....	49
3.8.1 Factibilidad técnica	50
CAPÍTULO IV: IMPLEMENTACIÓN	51
4.1. Diagrama de bloques.....	51
4.2. Diseño de la parte mecánica	52
4.2.1. Diseño del sistema de cadena.....	52
4.3. Diseño electrónico	53
4.3.1. Dimensionamiento de la fuente alimentación del circuito	54
4.3.2. Sistemas de control	54
4.3.3. Diseño de sistema de potencia	57
4.3.4. Arduino Nano y sensores	60
4.3.5. Arduino Nano y módulo <i>Bluetooth</i> HC-05	60
4.3.6. Arduino Nano y motor dc	61
4.4. Diseño de la parte de software	61
4.5. Diseño de aplicación móvil conexión <i>Bluetooth</i>	62
4.5.1. Conexión <i>Bluetooth</i>	63
4.5.2. Diseño aplicación móvil <i>Bluetooth Electronics</i>	63
4.6. Placa Arduino.....	69
4.7. Análisis de resultados	71
CONCLUSIONES.....	73
RECOMENDACIONES	74
BIBLIOGRAFÍA	75
ANEXOS	78

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura. 1. 1. Características de los tejidos, tejido plano y tejido de punto	7
Figura. 1. 2. Clasificación de la máquina según el tipo de aguja	8
Figura. 1. 3. Clasificación de las máquinas de punto según sus características constructivas	9
Figura. 1. 4. Partes principales de la máquina rectilínea de punto	10
Figura. 1. 5. Levas o cerrojos de una máquina manual	11
Figura. 1. 6. Principio de funcionamiento del sistema tensor de hilo.....	11
Figura. 1. 7. Máquina rectilínea tricotosa alemana marca Stoll modelo CMS 530HP.....	12
Figura. 1. 8. Máquina rectilínea tricotosa japonesa marca Shima Seiki.....	14
Figura. 1. 9. Máquina rectilínea tricotosa italiana marca Protti	14
Figura. 1. 10. Máquina rectilínea tricotosa alemana marca Universal	15
Figura. 1. 11. Ejemplo del aplicativo a ser instalado.....	16
Figura. 1. 12. Partes de un motor de corriente directa.....	17
Figura. 1. 13. Tipos de motores de corriente continua	18
Figura. 1. 14. Motor de imán permanente	19
Figura. 1. 15. Esquema de alimentación de corriente de un motor de excitación independiente	19
Figura. 1. 16. Esquema de alimentación de corriente de un motor de conexión en serie....	19
Figura. 1. 17. Esquema de alimentación de corriente de un motor de conexión en derivación o shunt.....	20
Figura. 1. 18. Esquema de alimentación de corriente de un motor de conexión compuesta o compound	20
Figura. 1. 19. Clasificación de las transmisiones mecánicas.....	21

CAPITULO III

Figura. 3. 1. Diagrama de conexión de elementos electrónicos	26
Figura. 3. 2. Diagrama de bloques del sistema.....	27
Figura. 3. 3. Diagrama de comunicación entre la APP y la máquina	29
Figura. 3. 4. Aplicación móvil vía <i>Bluetooth</i>	32
Figura. 3. 5 Transmisión por cadena con dos ruedas dentadas.....	33
Figura. 3. 6. Placa Arduino Nano	34
Figura. 3. 7. Esquema de un motor de corriente continua	39
Figura. 3. 8. Rectificador de onda completa.....	39
Figura. 3. 9. Parte positiva de la tensión alterna (color rojo)	40
Figura. 3. 10. Parte negativa de la tensión alterna (color azul)	40
Figura. 3. 11. Condensador electrolítico.....	41
Figura. 3. 12. Voltaje rectificado – filtrado y Rizado.....	42
Figura. 3. 13. Comienzo de creación de un canal en un MOSFET canal NMOS de acumulación.....	43
Figura. 3. 14. Diodo zener	45
Figura. 3. 15. Transistor 2N3904.....	45
Figura. 3. 16 Regulador de voltaje MC 7812T	46
Figura. 3. 17. Máquinas Rectilíneas De Tejido Galga 12.....	47

CAPITULO IV

Figura. 4. 1. Diagrama de bloques del esquema de funcionamiento de una máquina de tejido lineal	52
Figura. 4. 2. Instalación del sistema de cadena	53
Figura. 4. 3. Piñón conducido.....	53
Figura. 4. 4. Diseño electrónico de sistema de control	55
Figura. 4. 5. Sistema de potencia.....	59

Figura. 4. 6. Diseño sensor de aguja e hilo y Arduino	60
Figura. 4. 7. Diseño módulo <i>Bluetooth</i> y Arduino	61
Figura. 4. 8. Comunicación Arduino Nano y motor DC	61
Figura. 4. 9. Diagrama de flujo de conexión <i>Bluetooth</i>	62
Figura. 4. 10. Captura de pantalla de la App, estatus de conexión a la placa Arduino	63
Figura. 4. 11. Captura de pantalla de la aplicación desarrollada	64
Figura. 4. 12. Captura de pantalla durante el desarrollo.....	64
Figura. 4. 13. Captura de pantalla de la selección de velocidad de operación	65
Figura. 4. 14 Capturas de pantalla de los indicadores de velocidad.....	66
Figura. 4. 15. Captura de pantalla del Slider correspondiente a la configuración pre establecida	66
Figura. 4. 16 Capturas de pantalla de las configuraciones pre establecidas del programa..	67
Figura. 4. 17. Captura de pantalla alusiva al botón de reseteo del contador	67
Figura. 4. 18. Captura de pantalla referente al cuadro de texto.....	68
Figura. 4. 19. Captura de pantalla de la alarma	68
Figura. 4. 20. Tablero principal de control	70
Figura. 4. 21. Conexión Bluetooth y pantalla principal.....	70
Figura. 4. 22. Detección de fallas	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. 1. Clasificación de los tejidos por su método de fabricación	6
Tabla 2: Hoja de datos del relé de 24 voltios	43
Tabla 3: Datos de referencia rápida-transistor IRFZ44N	44
Tabla 4: Costo de las alternativas planteadas	48
Tabla 5: Costo del proyecto.....	48
Tabla 6.- Análisis de pruebas de parámetros establecidos	71

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Cálculo del diámetro primitivo.....	32
Ecuación 2: Cálculo de la longitud de cadena.....	33
Ecuación 3: Cálculo de la capacitancia.....	41
Ecuación 4: Intensidad de base.....	45
Ecuación 5: Voltaje colector emisor.....	46
Ecuación 6: Voltaje colector emisor.....	46
Ecuación 7: Cálculo para intensidad de base.....	46
Ecuación 8: Intensidad de colector.....	46
Ecuación 9: Determinar funcionamiento del transistor.....	46
Ecuación 10: Cálculo de la intensidad de corriente.....	56

RESUMEN

El proyecto se centra en la mejora de una máquina textil para la elaboración de tejidos mediante la implementación de elementos mecánicos nuevos (acorde a la tecnología vigente), elementos electrónicos y un software adaptado para su operación y control. Estas mejoras enlazadas entre sí van a optimizar el rendimiento actual de la máquina tanto en eficiencia en tiempo de producción como en mejora del acabado de los tejidos que se elaboran en dicha máquina. Este tipo de mejoras se han realizado en otro tipo de maquinaria y son ejemplos a seguir, las cuales tienen un costo significativamente menor si lo comparamos con el reemplazo por una máquina nueva, además que sienta precedentes del potencial tecnológico que puede desarrollarse en un futuro cercano en beneficio de industrias, comercios y hogares. La adaptación de una aplicación móvil para el enlace vía Bluetooth y control requiere de la escritura de código específico compatible con la placa Arduino, utilizada para la activación de los componentes de la máquina, y también para la retroalimentación por parte de sensores, ubicados de forma estratégica para activar alarmas sobre fallos en el funcionamiento de la máquina. Estas mejoras que consigo traen una mayor eficiencia también reducen los riesgos asociados a su operación, ya que la persona encargada de la operación de la máquina puede operarla a una distancia prudente (10 metros) y reduce el riesgo de posibles enfermedades profesionales derivadas de esta operación.

PALABRAS CLAVE: Textil, Arduino, *Bluetooth*, automatización, máquina, aplicación móvil, operación remota, tejidos.

ABSTRACT

The project focuses on the improvement of a textile machine of fabrics through the implementation of new mechanical elements (according to current technology), electronic elements and software, adapted for its operation and control. These interlinked improvements will optimize the current performance of the machine, both in efficiency during production time and improving the fabrics made in it. This type of improvements have been made in other types of machinery and they are examples to follow, which have a significantly lower cost (compared to the replacement by a new machine), in addition it mark a precedent about technological potential that can be developed in the near future for benefit of industries, businesses and homes. The adaptation of a mobile app to connect using Bluetooth and control the machine this way, requires a specific code, compatible with the Arduino board used for the activation of the components of the machine. In addition, it was installed sensors in strategic parts so the App can alert in case of faults. These improvements that bring greater efficiency to the machine also reduce associated risks to people involved in its operation, putting the person in charge the machine at a safe distance (10 meters) reducing the risk of possible occupational diseases.

KEYWORDS: Textile, Arduino, Bluetooth, automation, machine, app, remote operation, fabrics.

DESCRIPCIÓN DE CAPÍTULOS

En el capítulo uno, se detalla la información de los elementos utilizados en el desarrollo de la automatización de una máquina lineal de tejido como son: microcontrolador Arduino Nano, módulo *Bluetooth*, sensores, motor DC.

El capítulo dos habla sobre las diferentes metodologías utilizadas en el desarrollo del presente proyecto.

El capítulo tres describe la propuesta presentada para el desarrollo del proyecto.

El capítulo cuatro el desarrollo, el diseño, la implementación, programación, instalación, pruebas de funcionamiento y el respectivo uso y manejo mediante la App.

En la parte final se detalla las conclusiones y recomendaciones extraídas durante el proceso de automatización de la máquina, se citan fuentes bibliográficas adjuntando a los anexos.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes de la situación objeto de estudio.

La máquina lineal de tejido funciona con un sistema eléctrico diseñado para operar con corriente alterna, energía utilizada para los diferentes sensores y mecanismos, algunas de las funciones de fábrica se encuentran suspendidas. El sistema de bandas provisto por el fabricante ha dejado de usarse en la actualidad por un sistema de mejor calidad que incrementa la calidad del tejido, esta obsolescencia ha ocasionado que ya no exista oferta de la banda en el mercado. Adicionalmente el componente embrague que se encargaba de realizar el cambio de giro y transportar el carrete por todo el bloque de agujas presenta algunas fallas de operación.

El sensor ubicado en la fontura, para alertar sobre roturas de agujas o hilo está inhabilitado. El sistema eléctrico proveniente de fábrica es inestable al momento de operar ya que cuando la máquina se encuentra en marcha no alerta sobre variaciones. Estos inconvenientes se solucionan mediante observación, el operador encargado revisa que alguna o varias agujas estén rotas, que el hilo no se encuentre roto, reemplazando los elementos dañados, el tiempo que toma la puesta en marcha depende de la rapidez con que se encuentre el origen de la falla.

En base al análisis inicial y este nuevo análisis, así como el planteamiento inicial, se pretende modificar el sistema de detección de roturas para agujas e hilo, de modo que al momento que se presente esta situación (exista una rotura, de aguja y/o hilo) se active una alerta visual y/o auditiva en la App de modo que el operario identifique y repare el daño, reiniciando en un menor tiempo la máquina.

La App va a ser instalada en una Tablet con sistema operativo Android, este sistema de control va a disponer de parámetros pre establecidos por el usuario, optimizando la operación de la máquina según el tejido a realizarse. Como complemento de la App se va a colocar una tarjeta electrónica (placa) que reemplazará a todo el sistema eléctrico disponible, combinado con un nuevo tablero de control, cuyo incremento de capacidad y potencia para la puesta en marcha y operación continua de la máquina lineal de tejido con el nuevo sistema de transmisión de movimiento por cadena.

Actualmente las empresas textiles utilizan equipos sumamente sofisticados que cumplen con las funciones encomendadas para su producto final, el mismo que cuenta con seguridades y garantiza protección del operador durante la operación.

En las empresas textiles que tienen procesos establecidos para producir diferentes tipos de telas se vuelve importante el contar con maquinaria que facilita esta labor, actualmente el factor común es la facilidad para operar las maquinarias por medio de sistemas más sencillos y de fácil entendimiento, es así como surge la idea de incorporar en una máquina antigua en un equipo de alto rendimiento cumpliendo todas las necesidades operativas de la empresa.

La gran oferta de maquinaria que incorpora elementos de seguridad, innovación tecnológica y altos estándares de calidad en la producción de telas es una guía del camino a seguir para la actualización del equipo seleccionado.

Como un aporte al sector se propone la mejora tecnológica de una máquina lineal de tejido en la empresa “Tejidos Mayrita”, resultado que se pretende sirva de punto de partida para mejorar otro tipo de máquinas del sector textil a un costo acorde a la situación económica del país. Considerando además que las herramientas tecnológicas disponibles permiten desarrollar un sistema electrónico de control amigable con el usuario, que permite la reducción de tiempos en las diferentes etapas del proceso de producción.

Planteamiento del problema

Al realizar un diagnóstico inicial de la máquina a ser intervenida se aprecia que la máquina dispone de un sistema obsoleto, que funciona con transmisión de movimiento por bandas propulsado por un sistema eléctrico que se muestra inseguro para el operador.

La automatización que se plantea se refleja viable, esta facilitaría las funciones de operar las diferentes funciones predeterminadas por el fabricante, obteniendo una mejora en su desempeño (se pretende que llegue a ser óptimo) y por tanto una mayor productividad, reduciendo la intervención manual, que por sus características son repetitivas.

En un análisis más detallado se aprecia que el sistema de bandas que dispone la máquina es susceptible de sufrir deslizamiento de las bandas e incremento de tensión previa en los ejes. La máquina no dispone de un sistema de alertas que permita identificar

inmediatamente el problema, un operador es el encargado de establecer cualquier falla mediante observación directa, en la cual revisa diferentes factores, tales como: rotura de agujas (una o varias), rotura de bandas, fallo en el componente eléctrico, rotura de hilos, entre otras. Adicionalmente el operario realiza un alto al proceso de producción cuando se requiere colocar hilos de diferentes colores para el diseño de la tela.

Justificación

La empresa se encuentra operando con maquinaria precaria que se opera de forma manual, situación que se ha compensado con el expertis del operario, sin embargo, esta situación le resta competitividad a la empresa, entre otras cosas por la estándar de calidad propio de la máquina y por otro el tiempo que requiere el operario para realizar las diferentes actividades previstas. La automatización es una solución viable que permite tratar al problema mediante la actualización de la máquina con la introducción de sistemas de control.

La inestabilidad y falta de control de la máquina que se menciona en el apartado anterior son el eje sobre el cual se va a diseñar la mejora de la máquina lineal de tejido. Para lo cual se considera la modificación del sistema de transmisión de bandas por uno más confiable, sistema de cadenas, que por sus características permite transmitir elevadas presiones a mayores distancias y eliminando en su totalidad posibles deslizamientos. Además, para reducir el riesgo inherente al observador se propone incorporar un sistema electrónico de control que permita detectar determinados fallos en el proceso de producción y optimice el manejo de la máquina, tornando este más sencillo por medio de una aplicación móvil.

Mediante la revisión, evaluación, selección y aplicación de distintas herramientas disponibles se realizará una mejora tecnológica en la máquina con una incidencia directa en el proceso de producción, creando un ambiente estable garantizando una operación en constante evolución y que se reflejen en sus resultados económicos finales.

En el corto plazo se espera que este proyecto contribuya a mejorar la calidad de la tela producida en esta máquina, ya que la herramienta a ser entregada al operario va a facilitar el control de la velocidad de acuerdo al tejido que se encuentre elaborando. Con indicadores incorporados en una aplicación móvil para detectar fallas por roturas de agujas y/o hilo. Con

alarmas si el sistema no es atendido durante un tiempo determinado o si la máquina se encuentra sin operar.

La automatización de este equipo permitirá poner en funcionamiento una máquina lineal de tejido que se encuentra obsoleta y en desuso. La empresa textil “TEJIDOS MAYRITA” viene trabajando desde 50 años atrás en la confección de tejidos (tela) con la finalidad de realizar ponchos artesanales, que permite y facilita el control adecuado de los diferentes parámetros incorporados los cuales constituyen una parte importante del portafolio de productos de la empresa.

Se estima que la adquisición de una nueva máquina se encuentra fuera de la capacidad de pago de la empresa, que al parecer dispone de ingresos por temporadas, cíclicos, que dependiendo de la situación económica del País puede complicar la situación financiera de la empresa.

Objetivos

Objetivo General

Automatizar una máquina lineal de tejidos por medio de un sistema electrónico y control de operación para optimizar tiempo en la elaboración de tela.

Objetivos Específicos

- Establecer los dispositivos y parámetros de diseño que se establecerá en la máquina textil.
- Diseñar el circuito electrónico y mecánico para el control automático de la máquina lineal de tejido.
- Implementar un sistema de control de velocidad y giro mediante un sistema electrónico basado en Arduino y modulación por ancho de pulso (PWM) para un motor de corriente directa (DC).
- Realizar la reingeniería del sistema mecánico de poleas de la máquina por un sistema de cadenas.
- Realizar pruebas de trabajo y funcionamiento.

Alcance

La implementación de la aplicación móvil y el cambio del sistema de transmisión de movimiento a ser realizadas se enfocan a una máquina de tejido lineal que se encuentra operando en la empresa textil “Tejidos Mayrita”, la cual no ha sido reemplazada por su costo y a la cual se pretende volver más eficiente mediante su actualización, esto por medio de la implementación de dispositivos electrónicos que regulen su funcionamiento.

Para las diferentes etapas de la actualización, desde su concepción hasta las pruebas de las mejoras realizadas, se ha considerado aspectos operativos de la máquina y su funcionamiento actual, además del factor de inseguridad generado principalmente por la pérdida de elementos de seguridad a lo largo del tiempo. Se enlista los elementos considerados para la actualización y las consideraciones iniciales en los puntos precedentes.

1. Sistema de poleas: se encarga de transmitir el movimiento del carrete a través del bloque de agujas; este sistema cuenta con una banda de 2.5 metros de largo. Cambio por un sistema de transmisión de movimiento por cadena.
2. Sistema de movimiento: un motor de corriente alterna y un embrague para el cambio de giro. Cambio por un motor de corriente continua y un sistema para el cambio de giro. Además de una selección, dimensionamiento, reparación o reemplazo de cada uno de los elementos involucrados.
3. Sistema de control: inexistente. Desarrollo y configuración de una placa electrónica controlada por Arduino, enlazada a una aplicación digital instalada en un dispositivo móvil, configurada de acuerdo a los procesos que la máquina está en capacidad de realizar.
4. Sistema de control: manual realizado por un operario. Implementación de un aplicativo móvil para puesta en marcha y de control de potencia.
5. Protecciones de seguridad: elementos faltantes. Reajustes necesarios para el funcionamiento y seguridad del trabajador durante la operación de la máquina.

CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Como resultado de la evaluación inicial se determinó que las operaciones de la máquina son repetitivas y por tanto son susceptibles de ser automatizadas mediante la incorporación de elementos tecnológicos, estos procesos repetitivos son mejorados cada vez con la oferta de nuevas máquinas, capaces de producir tela en un menor tiempo y con mayor calidad, equipos caracterizados por incorporar sistemas sencillos, de fácil operación. Situación a ser utilizada como guía para convertir a una máquina con alrededor de 50 años de antigüedad en un equipo con un mejor rendimiento.

La máquina se encuentra en capacidad de realizar diferentes tipos de tejidos, los cuales se deben ser considerados para la programación, según (Barreto D, pág. 5) los tejidos se clasifican en filiformes y en laminiformes, su clasificación se basa en los diferentes métodos de fabricación, la cual se detalla en la Tabla. 1. Clasificación de los tejidos por su método de fabricación.

Tabla. 1. Clasificación de los tejidos por su método de fabricación

Fuente: (Clasificación de los tejidos, tejidos de punto, pág. 5)

Clasificación	Filiformes	Laminiformes
División	hilos, cuerdas y fibras	No tejidos Tejido plano o a lanzadera Tejido de punto Tejidos con estructuras que difieren a los anteriores. Tejidos de alfombras a mano y otros.
Observaciones	Materia prima para los productos textiles laminiformes	

En la Figura. 1.1. Características de los tejidos. Tejido plano y tejido de punto se amplían características de los tejidos que la máquina está en capacidad de realizar y que se utilizarán para considerar las mejoras planteadas.

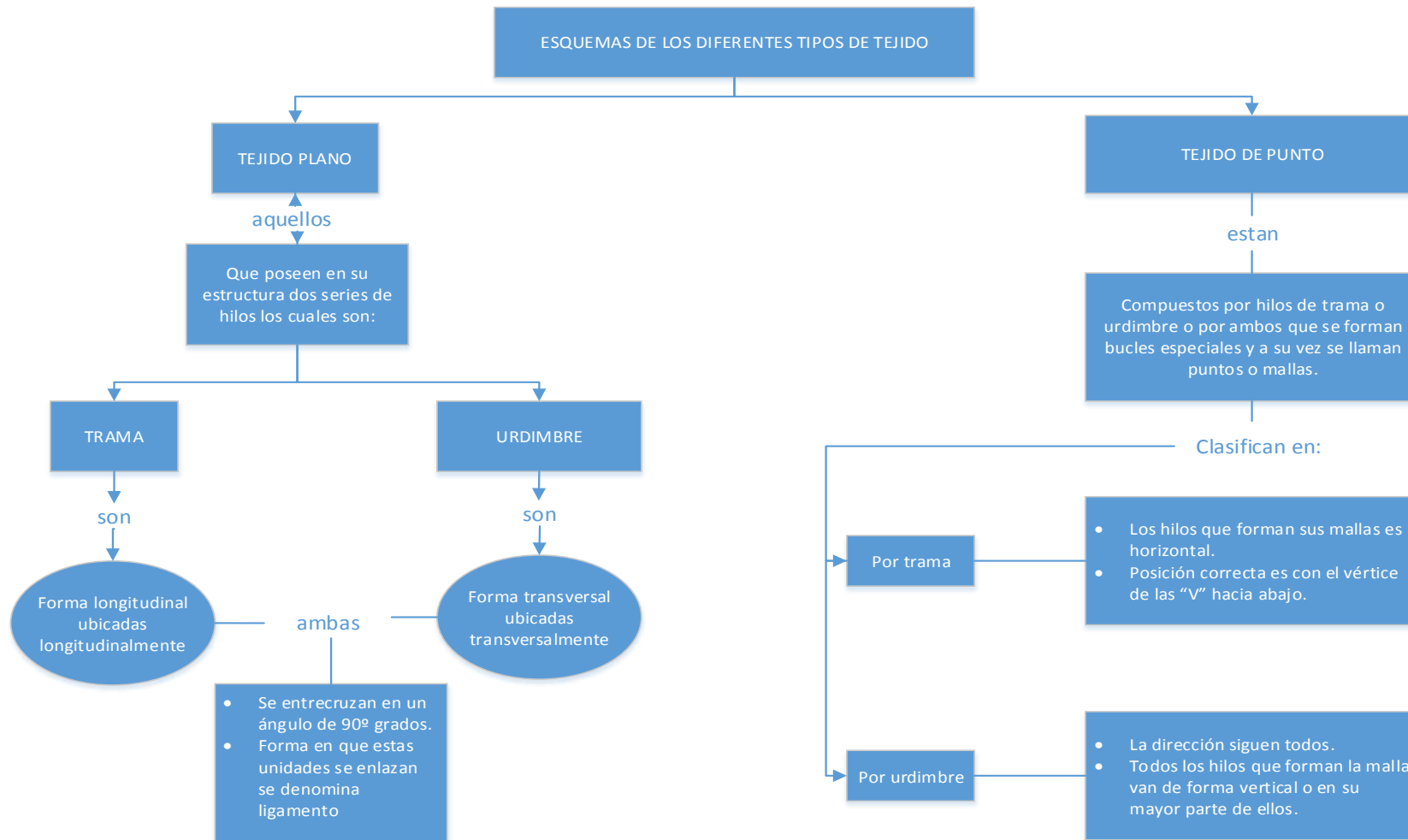


Figura. 1. 1. Características de los tejidos, tejido plano y tejido de punto

Fuente: (Clasificación de los tejidos, tejidos de punto)

Se pueden encontrar diversos tipos de maquinaria, acorde a las necesidades del mercado, conocer las características de estas máquinas contribuye a crear un panorama general de las mejoras que se pueden realizar.

1.1. Clasificación según el tipo de agujas que alberga la máquina

La Figura. 1. 2. Clasificación de la máquina según el tipo de aguja describe la clasificación de las máquinas de tejido según el tipo de agujas y a su vez la forma de la fontura del equipo.

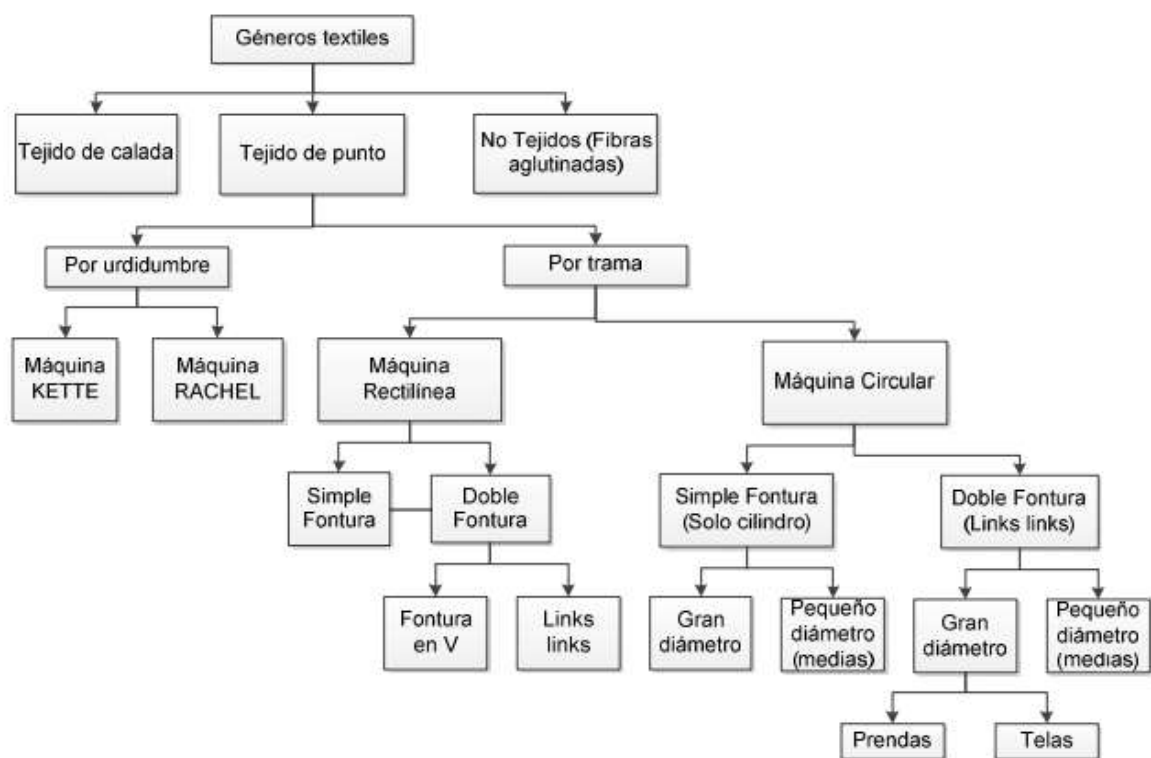


Figura. 1. 2. Clasificación de la máquina según el tipo de aguja

Fuente: (Diseño e implementación de un sistema automatizado para una maquina textil rectilínea para la microempresa textil TECMATEJ, 2011, pág. 5)

1.2. Clasificación de las máquinas de punto según sus características constructivas.

En la Figura. 1. 3. Clasificación de las máquinas de punto según sus características constructivas se describe un mapa conceptual de las máquinas de tejido según sus características constructivas de la máquina ya sea por urdimbre o por trama y se subdivide tomando en cuenta los diferentes tipos de máquinas existentes.

Nombre genérico	Tipo de tejido	Tipo de agujas	Forma de las máquinas	Nombre de las máquinas	Número de fonturas	Tejidos obtenidos
Tejido de punto	Por trama	Agujas de ganchillo	Rectilíneas	Cotton	{ 1 Fontura 2 Fonturas, a 90° }	Tejidos con forma (longitudes de prendas) para confección
			Circulares gran diámetro	{ Mallosas Bateria	{ 1 Fontura 1 Fontura	{ Tela corrida para confección Tela corrida para confección
		Agujas de lengüeta (1 cabeza)	Rectilíneas	Tricotosa rectilínea	2 Fonturas, a 90°	Tela corrida y/o longitudes de prendas para confección
			Circulares gran diámetro	{ Tricotosa circular Interlock	{ 1 Fontura 2 Fonturas, a 90° }	
			Circulares pequeño diámetro	Circular pequeño diámetro	{ 1 Fontura 2 Fonturas, a 90° }	Medias y calcetines
		Agujas de lengüeta (2 cabezas)	Rectilíneas	Tricotosa links	2 Fonturas, a 180°	Tela corrida y/o longitudes de prendas para confección
	Circulares gran diámetro		Circular links	2 Fonturas, a 180°		
	Circulares pequeño diámetro	Links pequeño diámetro	2 Fonturas, a 180°	Calcetines		
	Ganchos	Circulares gran diámetro	Links	1 Fontura	Tela corrida y/o longitudes de prendas para confección	
	Por urdimbre	Agujas de ganchillo	Rectilíneas	Kette	1 Fontura	Tela corrida para confección
		Agujas de lengüeta	Rectilíneas	Raschel	{ 1 Fontura 2 Fonturas, paralelo }	Tela corrida para confección
			Circulares	Milanesa	1 Fontura	Tela corrida para confección
Ganchos	Rectilíneas	FNF	1 Fontura	Tela corrida para confección		

Figura. 1. 3. Clasificación de las máquinas de punto según sus características constructivas

Fuente: (GUÍA TÉCNICA; ELABORACIÓN DE TEJIDOS; PUNTO; MÁQUINAS RECTILÍNEAS, 2013, pág. 26)

1.3. Máquina rectilínea de punto y sus partes principales

La máquina rectilínea de punto varía según el fabricante, a pesar de ello los principios de funcionamiento permiten identificar partes similares en las máquinas de diferentes marcas, en general se pueden identificar a: 1) Carro tejedor; 2) Fontura; 3) Tensor mecánico; 4) Aguja; 5) Contador mecánico, y; 6) Base metálica.

Estos componentes se pueden observar en la Figura. 1. 4. Partes principales de la máquina rectilínea de punto. El nombre de cada componente hace referencia al trabajo que realiza, y su acoplamiento con los demás elementos mecánicos permiten cambiar de trayectoria al hilo, esto genera lo que se conoce como enlace y tejido de punto.

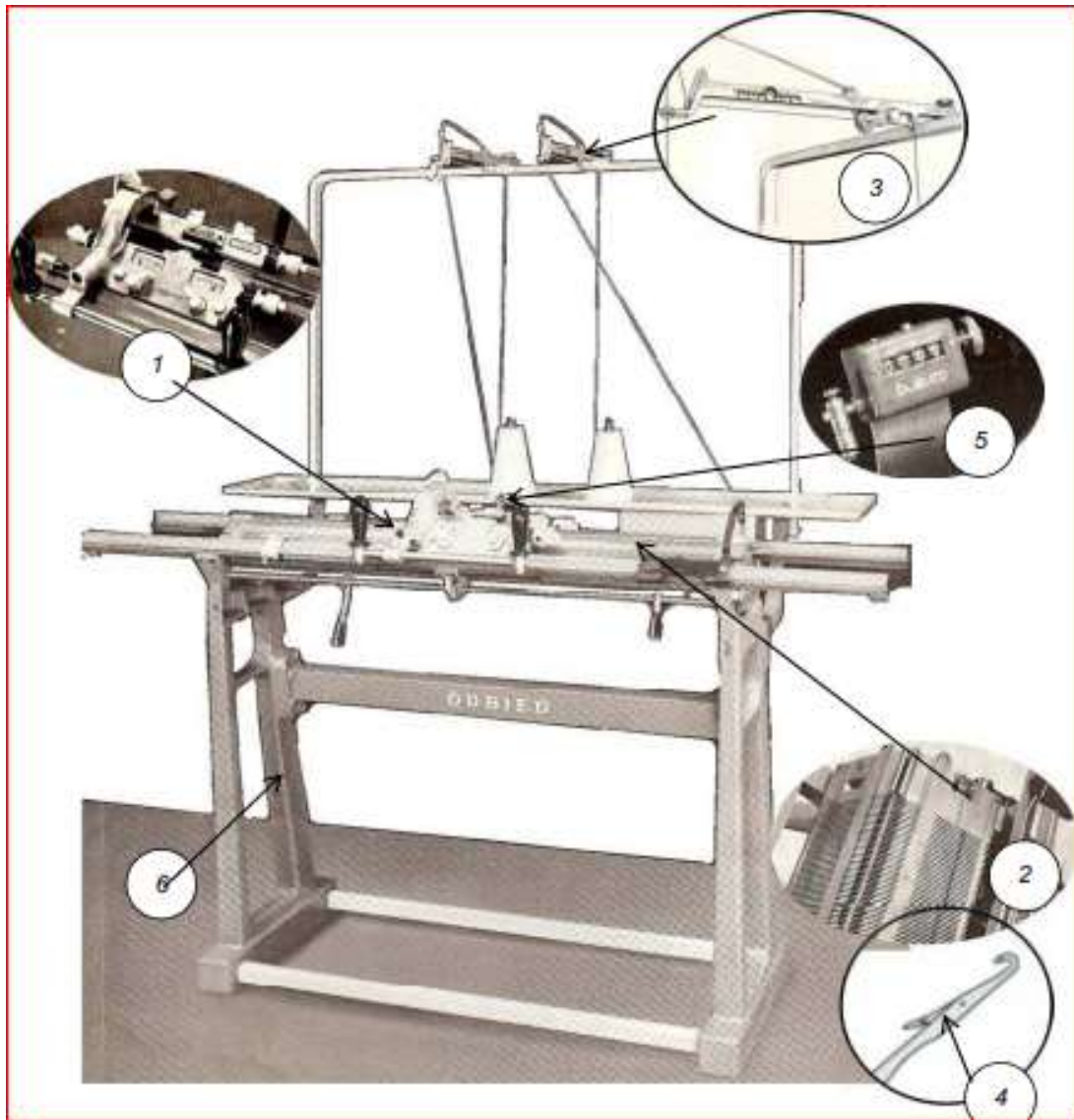


Figura. 1. 4. Partes principales de la máquina rectilínea de punto

Fuente: (Diseño e implementación de un sistema automatizado para una maquina textil rectilínea para la microempresa textil TECMATEJ, 2011, págs. 5, 6)

1.3.1. Descripción de los componentes de la máquina tejedora

1. Carro tejedor: Según (Gómez J, 2011, pág. 7) es aquel dispositivo o elemento mecánico encargado del desplazamiento de las agujas, contienen cerrojos fijos y también móviles. Los sumergibles son los que se encargan de las diferentes formas de tejido.
2. Fontura: Lugar o sitio que se encuentran albergadas las agujas.
 - a. Levas o cerrojos: Son los encargados del entramado del tejido, en la Figura. 1. 5. Levas o cerrojos de una máquina manual se puede apreciar un ejemplo de este elemento.



Figura. 1. 5. Levas o cerrojos de una máquina manual

Fuente: (GUÍA TÉCNICA; ELABORACIÓN DE TEJIDOS; PUNTO; MÁQUINAS RECTILÍNEAS, 2013, pág. 30)

3. Tensor mecánico: Encargado de alinear y dar un correcto tensado al hilo para que las puntadas sean óptimas al momento de su tejido. Este sensor está provisto un alambre con un resorte en su extremo. El principio de funcionamiento de este componente se puede apreciar y tiene la función de recuperar el hilo sobrante durante la trayectoria de recorrido del carro.



Figura. 1. 6. Principio de funcionamiento del sistema tensor de hilo

Fuente: (GUÍA TÉCNICA; ELABORACIÓN DE TEJIDOS; PUNTO; MÁQUINAS RECTILÍNEAS, 2013, pág. 31)

4. Aguja: Elemento encargado de realizar el tejido a través del hilo formando así la trayectoria a ejecutar en el proceso de tejido.
 - a. Tipos de agujas: Hay una gran variedad de agujas, las cuales se seleccionan según el tipo de tejido a realizar o la especificación de la máquina, entre las principales se encuentran a:

- Aguja de pico
- Aguja de lengüeta o selfactina
- Aguja de cerrojo o compuesta
- Aguja otto.

1.4. Máquina rectilínea tricotosa

A fin de establecer la diferencia entre una máquina nueva y la máquina disponible en la empresa se realizó el análisis de la oferta existente con sus respectivas características.

1.4.1. Máquina tejedora alemana, marca Stoll

Esta máquina es actual y tiene la capacidad de diseñar cualquier tejido, sus puertos USB hacen que actúe de forma automática y su desempeño sea favorable en la figura. 1.4. muestra cada una de las partes del equipo.



Figura. 1. 7. Máquina rectilínea tricotosa alemana marca Stoll modelo CMS 530HP

Fuente: (GUÍA TÉCNICA;ELABORACIÓN DE TEJIDOS;PUNTO;MÁQUINAS RECTILÍNEAS, 2013, pág. 32)

Características principales:

- Una máquina actual que tiene unidades de control de hilo, el detector mecánico brinda una alerta para que el operario revise el hilado.
- El hilo pasa por medio detector de hilos que pasa directamente desde la unidad de control de hilo.
- La fontura que sostiene a las agujas que tienen además elementos en cada ranura que ayudan al trabajo de formación de mallas.

- El sistema de tisaje que contiene las levas y cerrojos algunos fijos y otros móviles.
- El sistema de selección electromagnética que elimina el desgaste del selector y este puede seleccionar aguja por aguja.
- El sistema de tisaje que tiene cada uno de ellos contiene un motor de graduación el cual comanda levas móviles que controlan las longitudes de las mallas.
- Los dientes de desprendimiento y las plantillas de retención están ubicados en la fontura que actúan y mejan el desprendimiento de las mallas que se están creando.
- La fontura es controlada por medio de un motor que permite realizar movimientos hasta de 4 pulgadas y una velocidad programable.
- El sistema de estiraje con peine y otras máquinas que no tienen.
- Los guía hilos que tienen el objetivo de llevar el hilo hasta las agujas.
- El carro contiene los sistemas de tisaje y sus elementos, un sistema de aspiración de pelusa lubricación automática de agujas, platinas, etc.,
- La pantalla táctil que muestra todos los controles necesarios y básicos para la operación de la máquina.
- Parte izquierda que contiene todas las tarjetas electrónicas, procesador entre otros accesorios que controlan la operación de la máquina.
- Cargar diseños a través de cualquier dispositivo USB que contiene dos puertos disponibles, según (Ruiz E, 2013)

1.4.2. Máquina tejedora japonesa, marca Shima Seiki

De fabricación japonés que cumplen con la finalidad de fabricación de guantes, medias y hay máquinas que operan para el trazado y corte de tela, también cumplen con la capacidad de realizar prendas multi-galga y prenda completa, hoy en día el programa para el diseño se llama SDS-ONE APEX3.



Figura. 1. 8. Máquina rectilínea tricotosa japonesa marca Shima Seiki

Fuente: (GUÍA TÉCNICA;ELABORACIÓN DE TEJIDOS;PUNTO;MÁQUINAS RECTILÍNEAS, 2013, pág. 49)

1.4.3. Máquina tejedora italiana, marca Protti

Máquinas fabricadas en Italia la misma con varios modelos y anchos de trabajo, este equipo puede dejar la prenda ya terminada y utiliza un programa de diseños llamada PV Basic.

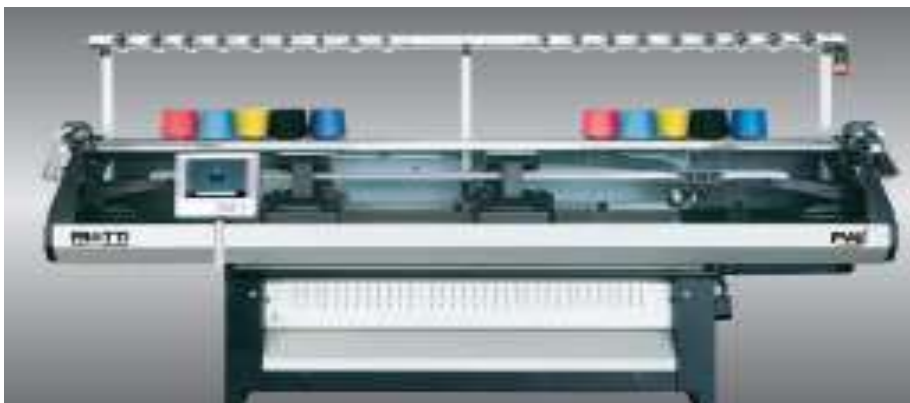


Figura. 1. 9. Máquina rectilínea tricotosa italiana marca Protti

Fuente: (GUÍA TÉCNICA;ELABORACIÓN DE TEJIDOS;PUNTO;MÁQUINAS RECTILÍNEAS, 2013, pág. 50)

1.4.4. Máquina tejedora alemana, marca Universal

Fabricada en Alemania que en la actualidad ya no están funcionando y el mercado aun las sigue vendiendo el programa que utilizan para su diseño es MA-8000. A más de estas marcas existe una infinidad en su gran mayoría fabricadas en china, según (Ruiz E, 2013).



Figura. 1. 10. Máquina rectilínea tricotosa alemana marca Universal

Fuente: (GUÍA TÉCNICA; ELABORACIÓN DE TEJIDOS; PUNTO; MÁQUINAS RECTILÍNEAS, 2013, pág. 51)

1.5. Elementos constitutivos de las mejoras a ser realizadas en la máquina de tejido

Para la presente automatización se requiere el cambio de determinados componentes, así como la adaptación de otros nuevos, los cuales se mencionan y detallan en este apartado. Los diferentes dispositivos electrónicos y mecánicos se enfocan a satisfacer los objetivos planteados, para lo cual se incluye una breve descripción de cada uno de ellos.

1.5.1. App de control

La aplicación móvil va a ser diseñada para funcionar sobre una plataforma Android (para dispositivo móvil) aplicando la tecnología *Bluetooth* para operar la máquina de forma remota, esta aplicación contiene controles tales como: botones, interruptores, controles deslizantes, indicadores, terminales entre otros gráficos que pueden ser editados, configuración a ser aplicada responde a la necesidad del usuario.



Figura. 1. 11. Ejemplo del aplicativo a ser instalado

Fuente: (Bluetooth Electronics, 2019)

1.5.2. Módulo *Bluetooth*

La tecnología *Bluetooth* permite conectar diferentes dispositivos por medio de un protocolo de comunicación de radio frecuencia, ampliamente utilizado por su bajo consumo de energía, encontrándose en un sin número de dispositivos, desde dispositivos de audio, pasando por aplicaciones en domótica y en soluciones industriales altamente avanzadas. Este tipo de conexión inalámbrica se caracteriza por ser de corto alcance. Con el fin de que diferentes equipos se conecten entre sí se desarrolló el estándar IEEE 802.15, esta tecnología trabaja en la banda ISM (Banda industrial, ciencia y médica) en el rango de frecuencias que va desde el 2.402 al 2.480 GHz. Si bien es cierto que hasta el momento se encuentra ya disponible la versión 5.0, la clasificación se aplica a las clases de dispositivos, según (330ohms, 2017):

“Clase 1. Tiene un rango de operación hasta de 100 m, esto implica una potencia de consumo de 100 mW.

Clase 2. Tiene un rango de alcance hasta de 20 m y una potencia promedio de 2.5 mW.

Clase 3. Su rango de operación es menor a 1 m con una potencia promedio de 1 mW.

Clase 4. Tiene un rango de cobertura de hasta 0.5 m y una potencia general de 0.5 mW.”

1.5.3. Motor de corriente directa (DC)

Las características de torque – velocidad y las configuraciones tanto mecánicas como eléctricas hacen que estos tipos de motores sean diferentes y son muy utilizados en diseño de ingeniería, una de las características principales es que puede funcionar a la inversa ya

que tienen la misma constitución física de un generador o dinamo, según (motores.nichese.com). Un ejemplo de este tipo de motor y sus componentes se detallan en la Figura. 1. 12. Partes de un motor de corriente directa.

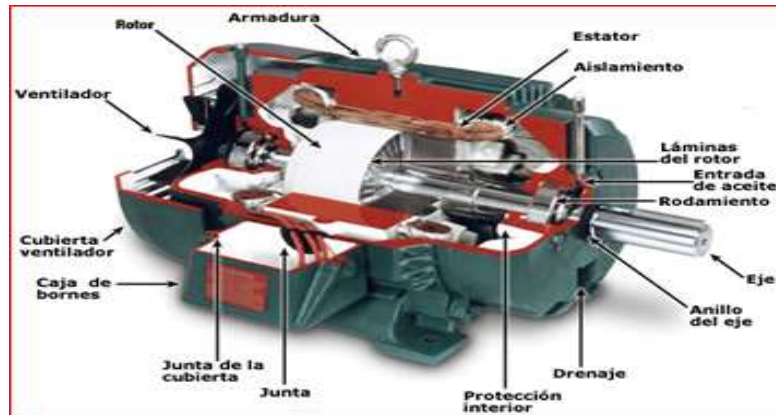


Figura. 1. 12. Partes de un motor de corriente directa

Fuente: (motores.nichese.com)

Estos tipos de motores son ideales para el control de velocidad, en la Figura. 1. 12. Partes de un motor de corriente directa muestra las diferentes partes que se encuentra constituido un motor de corriente continua (DC) formado principalmente por los siguientes elementos: estator, rotor, y colector de delgas.

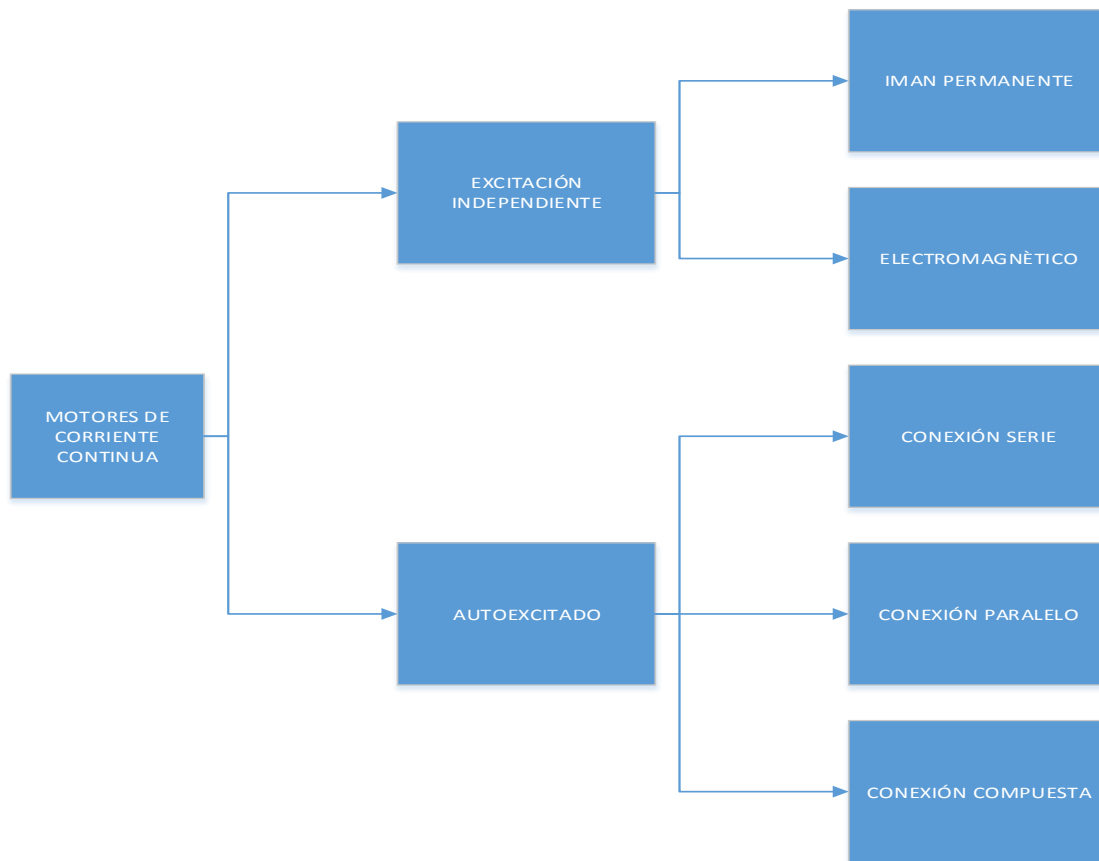


Figura. 1. 13. Tipos de motores de corriente continua

Fuente: (motores.nichese.com)

De los diferentes tipos de motores existentes, se va a seleccionar el más adecuado según la precisión que se estime sea la más apropiada para la máquina, considerando la relación costo – beneficio de este elemento, para ello se describe en la Figura. 1. 13. Tipos de motores de corriente continua de manera general una clasificación de los motores disponibles en el mercado.

1. Motor de imán permanente: En este tipo de motores el flujo magnético es fijo y la corriente es la única que puede ser variada, su costo es muy económico y el giro es estable usados frecuentemente en juguetes, DVD entre otros elementos.

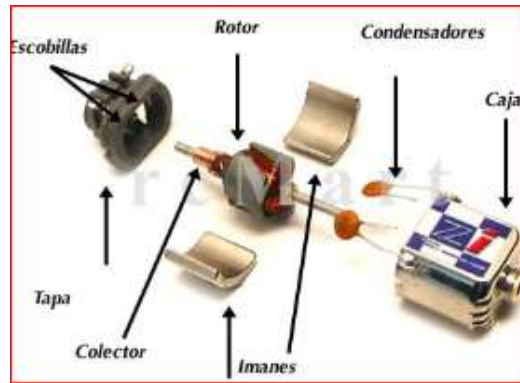


Figura. 1. 14. Motor de imán permanente

Fuente: (juntadeandalucia.es)

2. Motor de excitación independiente: La alimentación de corriente para los dos devanados proviene de diferentes fuentes, una de las ventajas principales es que actúa como un motor conectado en shunt, con la ventaja que permite regular la velocidad de salida.

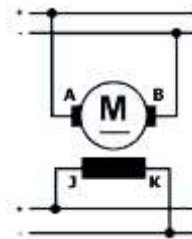


Figura. 1. 15. Esquema de alimentación de corriente de un motor de excitación independiente

Fuente: (motores.nichese.com)

3. Motor de conexión en serie: La conexión de este motor es en serie con el devanado del inducido, mismo que llevará pocas espiras con una gran sección. Este tipo de motores usualmente se utilizan para un gran par de arranque. La velocidad puede ser regulada juntamente con un reóstato regulable, regulable en paralelo con el devanado, a mayor intensidad la velocidad disminuye.

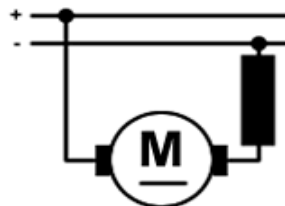


Figura. 1. 16. Esquema de alimentación de corriente de un motor de conexión en serie

Fuente: (motores.nichese.com)

4. Motor de conexión en derivación o shunt: La conexión de este motor es en paralelo con el devanado del inducido, se utilizan en máquinas de gran carga. Una de las características principales es que su velocidad se mantiene constante sea cual sea la carga, la regulación de la velocidad es por medio de un reóstato regulable colocado en serie con el devanado de excitación.

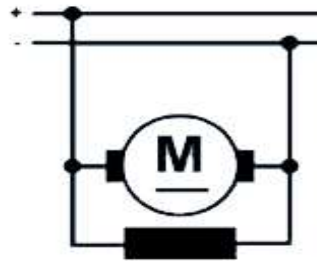


Figura. 1. 17. Esquema de alimentación de corriente de un motor de conexión en derivación o shunt

Fuente: (motores.nichese.com)

5. Motor de conexión compuesta o compound: La conexión del devanado de este motor se caracteriza por estar dividido en dos partes. El primer devanado se encuentra conectado en serie con el inducido y el segundo devanado se ubica en paralelo. Se utilizan en montacargas, ascensores o equipos de elevación, si le aplicamos una carga el devanado en serie hace que el flujo aumente y de esta forma la velocidad disminuya, según (motores.nichese.com).

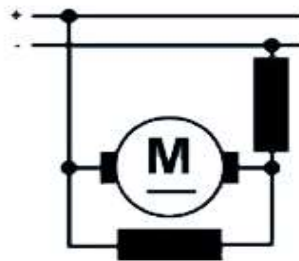


Figura. 1. 18. Esquema de alimentación de corriente de un motor de conexión compuesta o compound

Fuente: (motores.nichese.com)

1.5.4. Sistema de transmisión por cadena

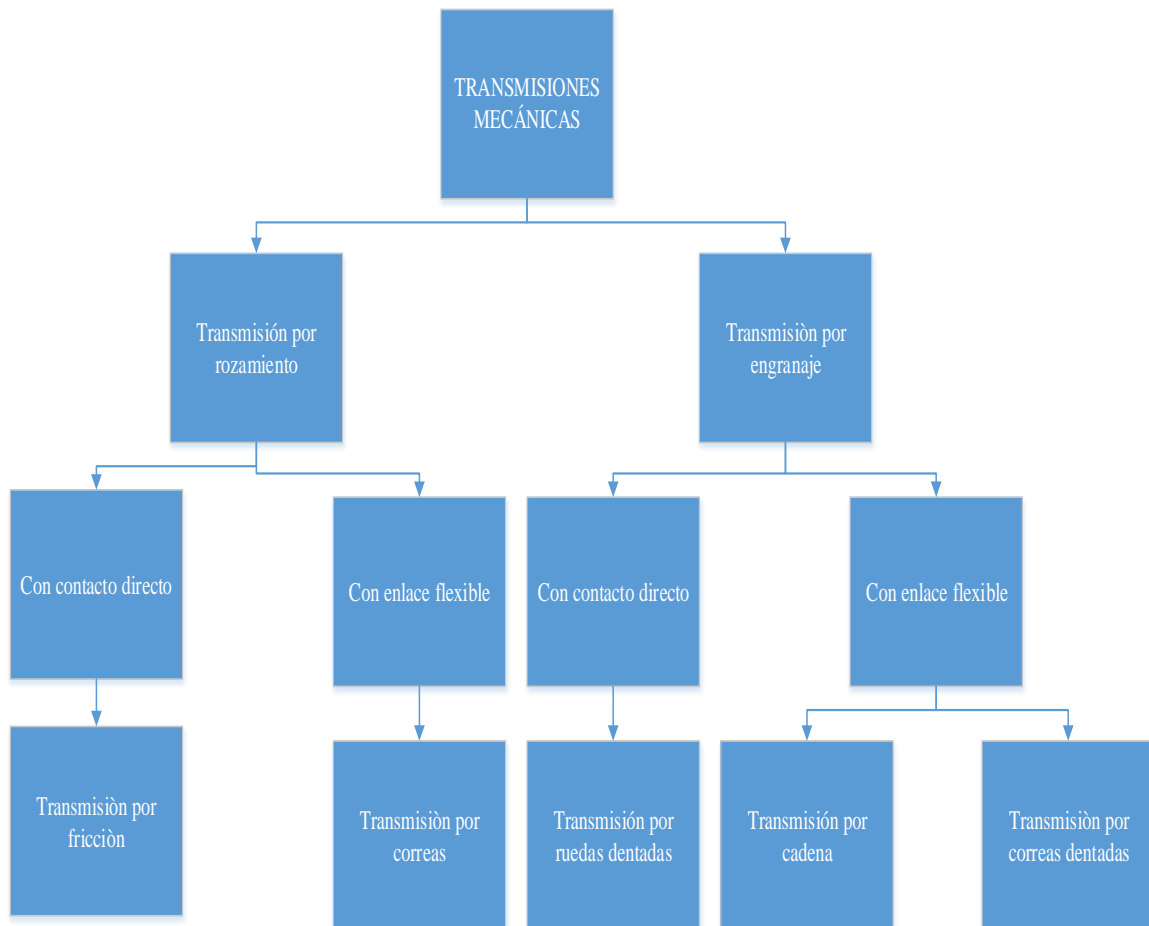


Figura. 1. 19. Clasificación de las transmisiones mecánicas

Fuente: (Vanegas Useche, 2009)

El sistema de transmisión por cadena se encuentra altamente desarrollado y gracias a la aplicación de nuevas tecnologías de materiales es muy fiable y con ventajas muy superiores ante el sistema de transmisión por bandas. El sistema transmite movimiento entre dos ejes que se encuentran en forma paralela ubicados a una distancia fija.

La potencia se transmite a través del acople de una cadena metálica y los dientes de las ruedas, este tipo de acople impide que se produzcan pérdidas de potencia por deslizamiento, lo que lo vuelve más eficiente y aumenta la capacidad de carga al que puede someterse el sistema, según (Vanegas Useche, 2009)

1.5.4.1. Ventajas del sistema de transmisión.

- La relación de velocidad se mantiene constante.
- El porcentaje de rendimiento puede alcanzar valores cercanos al 98% del estimado.
- La vida útil de la cadena se prolonga de acuerdo a la carga repartida entre varios dientes.
- Las cargas intermitentes son amortiguadas por medio de la elasticidad de la cadena y la lubricación del sistema.

CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se mencionan los diferentes aspectos metodológicos de investigación utilizados para el desarrollo de la automatización de una máquina lineal de tejido con la finalidad de mejorar, optimizar tiempo en la producción de tela.

2.1. Investigación experimental

Según el autor (Arias, 2006), define: “La investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamientos (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen.”

El análisis del funcionamiento de la máquina y la forma en que sus componentes operan se realiza mediante la observación y el método inductivo, para comprender como se relacionan y se acoplan los diferentes sistemas disponibles para obtener el producto final (tejidos), así como estas características definen esos productos. Por lo que el aplicar la investigación experimental para el perfeccionamiento de este proyecto permitirá definir cómo se van a acoplar las mejoras en los sistemas de control, potencia y mecánica. Combinando las mejoras con la programación en Arduino y la facilidad de colocar en dispositivos móviles (Smartphone o Tablet) para que la propuesta arroje resultados favorables que cumplan con los requerimientos de los propietarios de la empresa y sirvan como una herramienta al operario.

2.2. Investigación bibliográfica – documental

Según el autor (Martins, 2010), define: “La investigación documental se concreta exclusivamente en la recopilación de información de diversas fuentes. Indaga sobre un tema en documentos escritos u orales.”

La revisión documental detallada de material impreso y digital disponible de proyectos llevados a cabo con anterioridad, así como los principios mecánicos y matemáticos que fundamentan la operación de la máquina y de las mejoras planteadas van a ser revisadas de manera que el tiempo de implementación se encuentre acorde a la magnitud de la propuesta de actualización de la máquina.

Según el autor (Martins, 2010), define: “El diseño bibliográfico se fundamenta en la revisión sistemática, rigurosa y profunda del material documental de cualquier clase. Se procura el análisis de los fenómenos o el establecimiento de la relación entre dos o más variables. Cuando opta por este tipo de estudio el investigador utiliza documentos, los recolecta, selecciona, analiza y presenta resultados coherentes.”

CAPÍTULO III: PROPUESTA

3.1. Descripción general del proyecto

El funcionamiento principal de la máquina está dado por el movimiento de las agujas, encargadas de elaborar el tejido (su patrón de trama y color), las cuales en combinación con el avance del tejido marcan el tiempo del ciclo de operación, tiempo que se ve afectado por detención de la operación de la máquina para realizar reparaciones menores, la automatización de la máquina lineal de tejidos se enfoca en su operación habitual, optimizando el tiempo utilizado en las fallas de la máquina y mejorando la calidad del tejido producido.

En la fontura se va a colocar un sensor para identificar roturas de agujas y roturas de hilo, este incidente va a ser notificado mediante alarmas en la App para su pronta intervención.

El motor de corriente alterna que proporciona movimiento a diferentes elementos de la máquina es susceptible de variaciones de voltaje que modifican la velocidad de operación modificando el patrón de tejido establecido, por lo que va a ser reemplazado por un motor de corriente continua, mejorando el estándar de la máquina en cuanto a acabado del tejido.

Los diferentes diseños que se pueden realizar en la máquina van a ser definidos en la App, que envía mediante señal de *Bluetooth* las órdenes a una placa Arduino (de control y potencia). El tejido puede ser modificado según las necesidades de producción mediante la selección de las opciones habilitadas en la App, la cual va a contener 3 patrones pre establecidos de modo que el tejido elaborado sea igual al producido en otras ocasiones.

El sistema de transmisión de movimiento por bandas es incapaz de mantenerse estable, en primer lugar por sus características (deslizamientos ante incrementos repentinos de velocidad), y en segundo lugar por la dificultad de encontrar las bandas de repuesto. El sistema de transmisión de movimiento por cadena en combinación con el motor de corriente continua a implementarse transmite la velocidad exacta aplicada, además que la cadena es menos susceptible de romperse ante incrementos repentinos en la velocidad de operación. Por otro lado, se debe considerar que la cadena requiere de lubricación para funcionar adecuadamente.

La velocidad de operación se define según el tejido que se realiza, además que evita roturas de las bandas y posiblemente también de las agujas, la potencia que entrega el motor para el funcionamiento de la máquina depende de la velocidad final necesaria. Se encuentran disponibles velocidades diferentes, acorde a la orden de producción que se reciba.

Como parte del funcionamiento existe una barra que recorre el ancho de la máquina en los dos sentidos, de forma continua, este cambio de giro define el patrón del tejido, complementado por templadores que sujetan a la tela que se produce en cada paso de la barra, y con pesas que estiran los hilos hasta completar el metraje solicitado.

De forma general se describe los elementos electrónicos a ser utilizados para la actualización en la Figura. 3. 1. Diagrama de conexión de elementos en la cual se aprecia el dispositivo móvil que envía la orden de funcionamiento, a la vez que recibe información de los diferentes componentes electrónicos sobre el estado de la máquina.

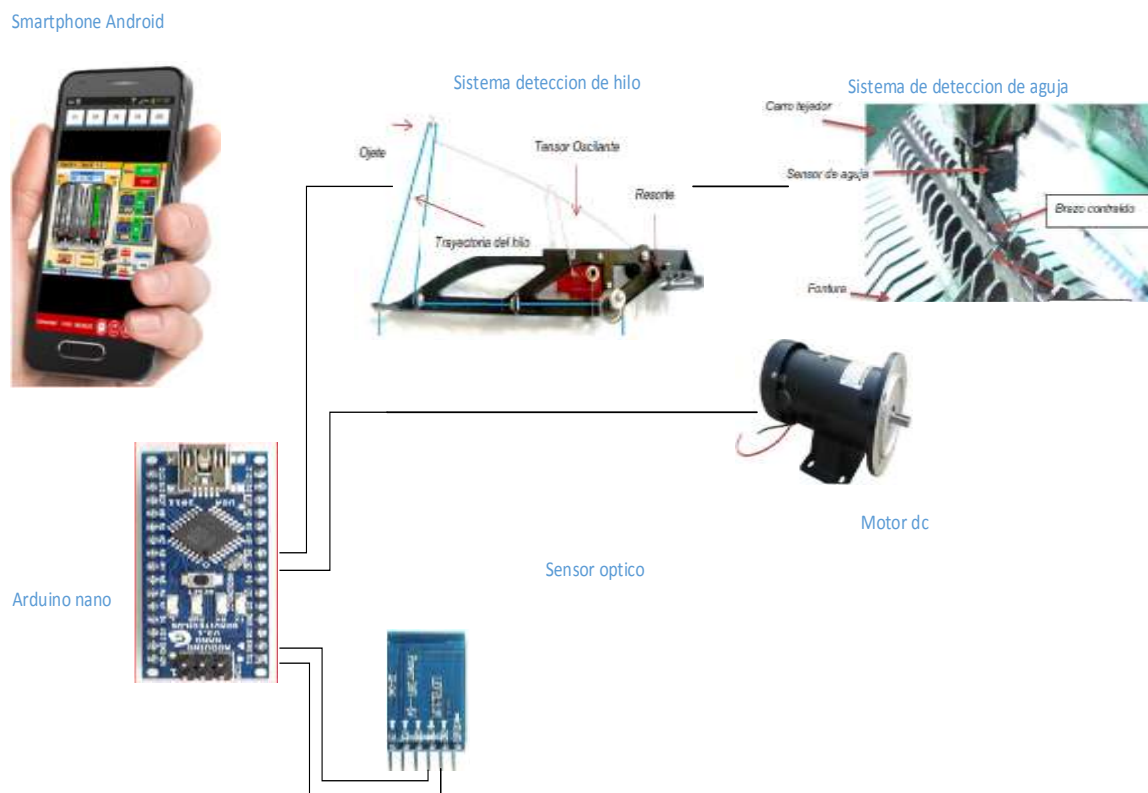


Figura. 3. 1. Diagrama de conexión de elementos electrónicos

Fuente: (google.com)

3.2. Diagrama de bloques del sistema

Para el presente proyecto se realiza el diagrama de bloques que consta de los elementos principales del sistema control, potencia y comunicación como se muestra en la Figura. 3. 1.

Diagrama de conexión de elementos

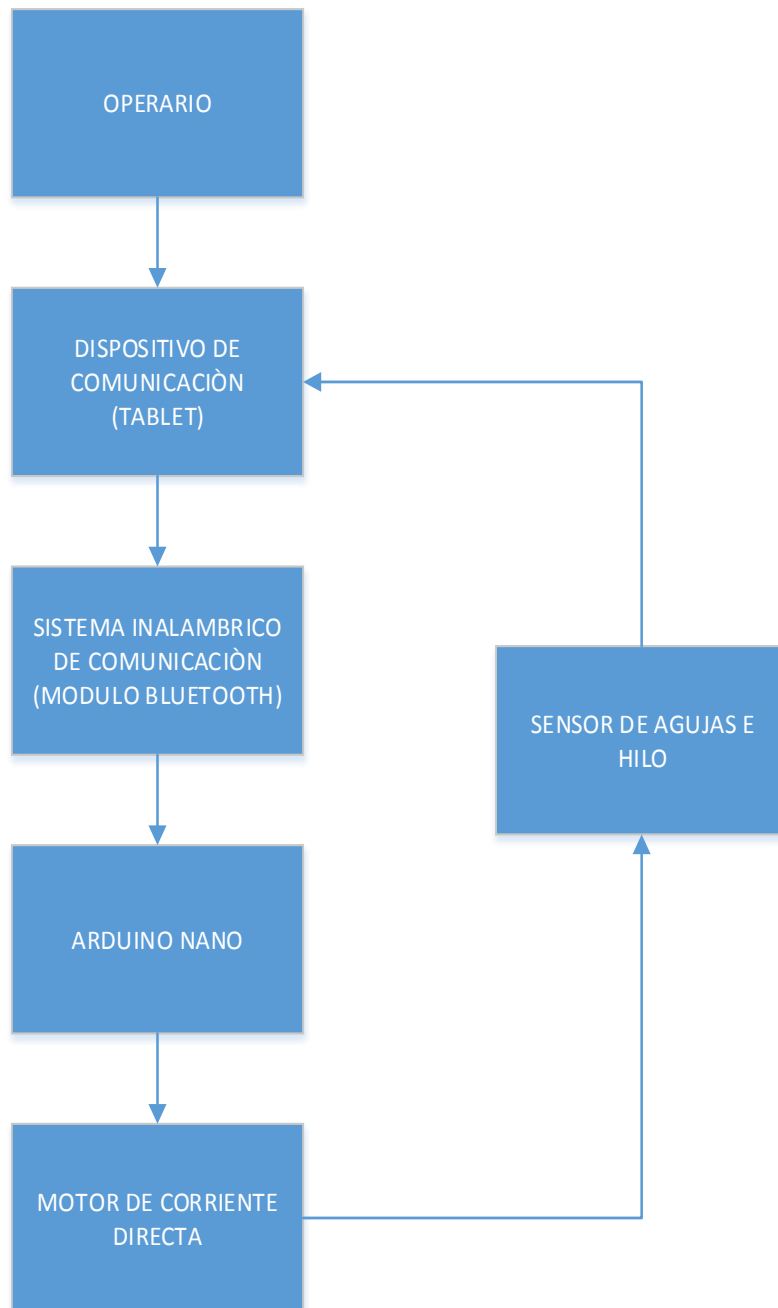


Figura. 3. 2. Diagrama de bloques del sistema

Fuente: Desarrollo del autor

3.3. Diagrama de flujo

En la Figura. 3. 3. Diagrama de comunicación entre la APP y la se muestra de forma gráfica las opciones disponibles para el operario, mismas que van a ser realizadas según la orden de trabajo recibida (que marca el inicio de operación de la máquina) y la información que recibe la App durante el funcionamiento, finalizando una vez que se complete la orden de trabajo.

Una vez que se recibe la orden de trabajo el operario activa la App en el dispositivo móvil, cargando la información del programa y este a su vez se conecta con el circuito electrónico implementado (controlado por la placa Arduino); si la conexión falla se muestra un mensaje de alerta para volver a intentar la conexión con el dispositivo. Así hasta que la conexión sea exitosa.

Para iniciar se debe seleccionar el tejido pre establecido e inmediatamente presionar el botón de puesta en marcha, lo que envía la señal de inicio a la máquina, la cual activará cada uno de los sistemas en el orden adecuado. Los programas pre establecidos incorporan variantes como velocidad y número de pasadas de la barra.

Durante la operación, los sensores ubicados en el bloque de agujas y en el recorrido del hilo envían la señal de funcionamiento a la App a manera de retroalimentación de forma continua. La configuración establece que cuando la señal de los sensores indique que hubo una rotura la máquina debe realizar un alto automático para salvaguardar la calidad del tejido. Esta señal también activa una alerta visual sonora en la App.

La función del contador se encuentra ligada a cada uno de los programas preestablecidos, ya que la combinación de colores de los tejidos depende del número de pasadas de la barra.

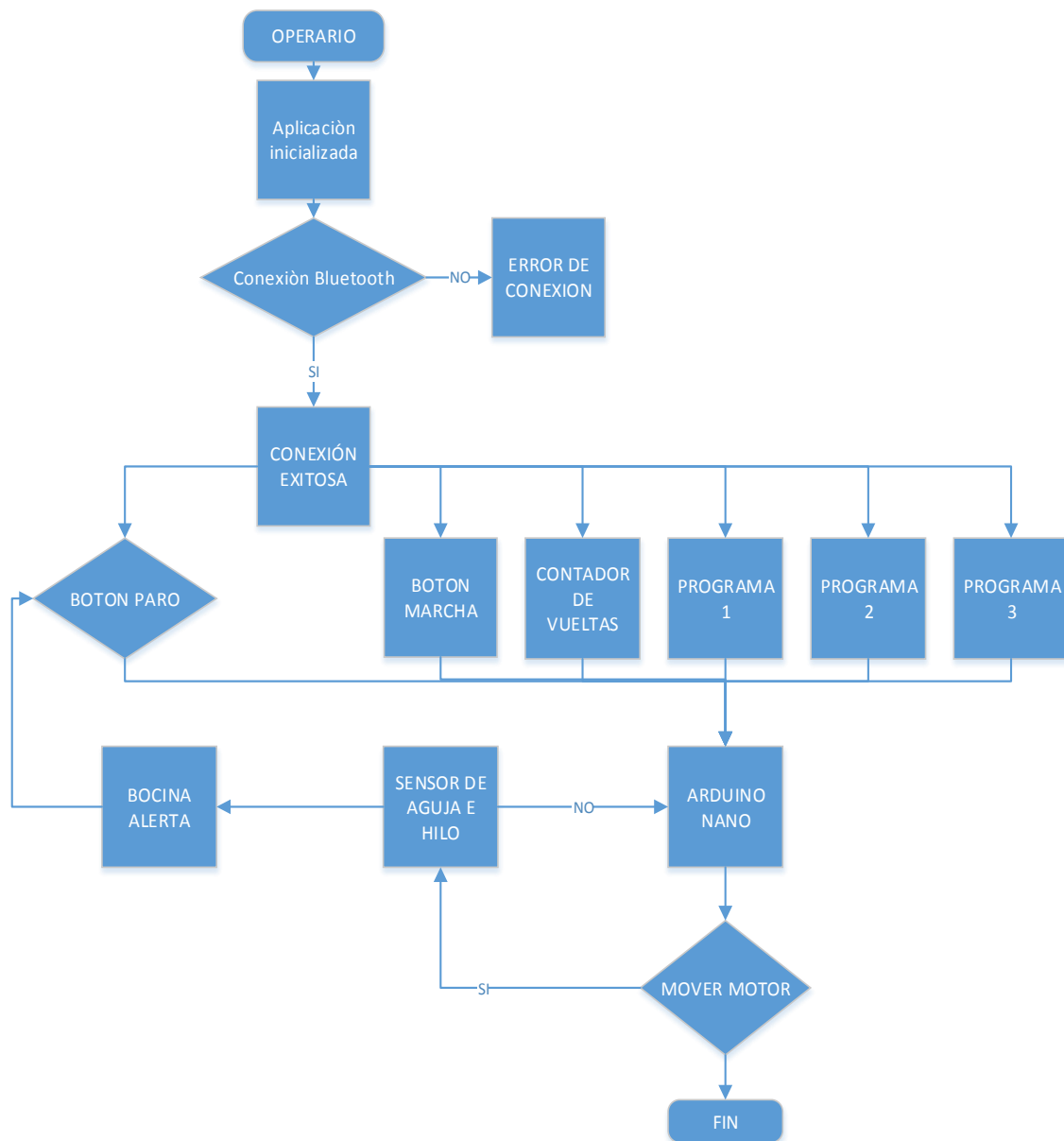


Figura. 3. 3. Diagrama de comunicación entre la APP y la máquina

Fuente: Desarrollo del autor

Se describe los botones asociados a cada función:

- **Botón marcha-paro:** La finalidad es de encender y apagar el sistema implementado.
- **Switch variador de velocidad:** Controla la velocidad del motor, entre las posiciones disponibles, asociadas a un indicador con intensidad de luz variable; a mayor velocidad mayor intensidad de la luz indicadora.
- **Switch con almacenamiento de datos:** Incluye tres tipos de programas diferentes de acuerdo a la operación requerida.

- **Botón contador de vueltas:** Muestra la cantidad de vueltas de la barra durante la operación, si existe un paro (independientemente de su origen) los datos se almacenan para que puedan ser utilizados para continuar con la operación faltante. También manteniendo presionado el botón este puede volver al valor de cero (reseteo del contador).

3.4. Aspectos técnicos del producto

El proyecto dispondrá de una conexión inalámbrica *Bluetooth*, estará conectado mediante un módulo HC-05 en modo “esclavo” y el dispositivo móvil (Tablet), esta conexión será uno a uno para envío y recepción de datos, a una distancia no mayor a 10 metros.

Se emplea un motor de corriente continua (DC), el cual se encarga del movimiento lineal rectilíneo que soporta diferentes velocidades al momento de operar, que funcionan con un sensor para su cambio de giro mediante un puente h con relés de esta forma cambia de giro el motor de corriente directa.

Los sensores de contacto son aquellos que se encuentran trabajando en serie encargados detectar si el hilo se rompe o existe problemas con las agujas que se encuentran el bloque central garantizando que durante la operación no exista ningún problema y su funcionamiento sea el correcto.

Con el aplicativo instalado en un dispositivo móvil (Tablet) se puede configurar los tres programas concebidos en etapas anteriores, además de llevar un conteo de acuerdo al programa seleccionado con la finalidad de poder observar cada una de las variaciones existentes y posibles fallas me emita la máquina.

3.5. Módulos del sistema

El funcionamiento completo que constituye la máquina de tejido se subdivide en sistemas cada uno de ellos consta de elementos y dispositivos electrónicos estos son descritos como parte de la propuesta.

- Aplicación móvil Android
- Sistema de control

- Sistema de potencia
- Sensores

3.5.1. Aplicación para sistema operativo Android

La aplicación móvil está diseñada para funcionar en la plataforma Android, disponible en diferentes modelos de Tablet y teléfonos. Para su funcionamiento requiere que la conexión por *Bluetooth* del dispositivo se encuentre encendido y se conecte de forma exitosa la aplicación con el circuito.

La aplicación contiene una biblioteca con más de 10 ejemplos para Arduino, y permite su utilización con Raspberry Pi o cualquier otro sistema de creación rápida. La biblioteca para Arduino contiene:

1. Brillo LED - PWM con control deslizante
2. Demostración del coche RC - Botones básicos de control
3. Persistencia de la visión - Control de texto
4. Demostración del repetidor - Enviar y recibir terminales
5. Sensor de distancia ultrasónico - Indicador de luz
6. Monitor MEGA – Gráficos
7. Monitor UNO - Más gráficos
8. Temperatura y humedad - Medidor de temperatura
9. Configure HC-06 Demo - En caso de que desee cambiar la velocidad de transmisión
10. Demostración de control de motor - Acelerómetro y controles de almohadilla

3.5.1.1. Aplicación móvil: *Electronics Bluetooth*

Es una aplicación móvil que permite conectarse a una placa Arduino, incorpora una librería para activar y desactivar ciertas funcionalidades, además que la función de conexión mediante *Bluetooth* se encuentra lista para operar. Las diferentes operaciones establecidas facilitan la operación del equipo, además que promueve la implementación de forma segura, la App se descarga de Play Store de Google.



Figura. 3. 4. Aplicación móvil vía *Bluetooth*

Fuente: Captura de pantalla del dispositivo móvil realizada por el autor

3.5.2. Sistema de transmisión

El sistema de transmisión encargado de generar un desplazamiento en forma lineal, implantando un sistema de cadena que optimiza el rendimiento durante toda la trayectoria así como también prolongará la vida útil de la cadena.

3.5.2.1. Cálculos requeridos

Previo a colocar engranes y cadena es necesario calcular sus dimensiones y características, de ello dependerá la dimensión de la cadena y el número de dientes que debe tener cada piñón, se debe considerar que la mejor distribución de desgaste se obtiene al colocar un piñón pequeño con un número impar de dientes y el piñón grande con un número par de dientes. Para ello se describen y definen las fórmulas a ser utilizadas.

1. Diámetro primitivo (D_p): Corresponde al diámetro de la circunferencia por la cual el engranaje rueda sin deslizar (Circunferencia primitiva). Se calcula con la Ecuación 1: Cálculo del diámetro primitivo.

$$D_p = \frac{Z \cdot p}{\pi}$$

Ecuación 1: Cálculo del diámetro primitivo

Dónde:

- D_p = Diámetro primitivo

- $Z =$ Número de dientes
- $P =$ Paso de la cadena
- $\Pi = 3.1416$

2. Longitud de cadena: Determina el número de pasos y eslabones que debe tener la cadena, basada en la posición de cada una de las ruedas dentadas dada, la dirección de movimiento que se desee. La trayectoria de la cadena está formada por segmentos lineales que tiene una longitud específica denominada pasos de cadena, según (AUTODESK Inc., 2019)

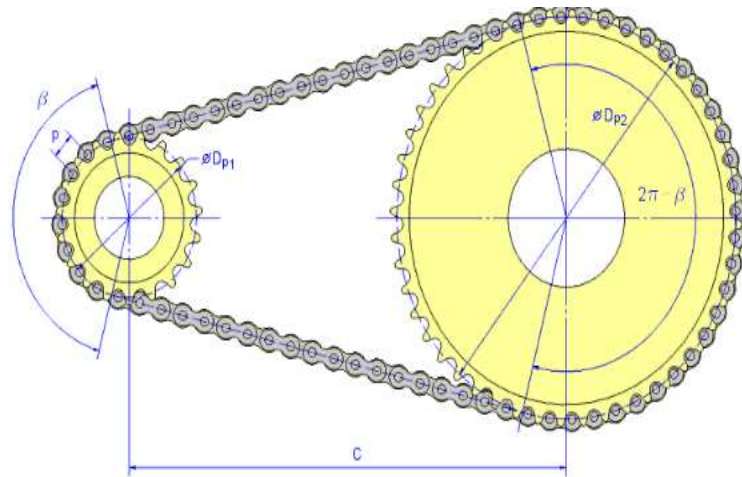


Figura. 3. 5 Transmisión por cadena con dos ruedas dentadas

Fuente: (Cálculo de la longitud de cadenas de rodillo, 2019)

$$L = 1.57 (D_p + d_p) + 2C + \frac{(D_p - d_p)^2}{4c}$$

Ecuación 2: Cálculo de la longitud de cadena

Dónde:

- $L =$ Longitud de una cadena de rodillos
- $D_p =$ Diámetro primitivo del piñón conductor
- $d_p =$ Diámetro primitivo del piñón conducido
- $C =$ Distancia entre los centros

3.5.3. Sistema de control

El sistema de control tiene un micro controlador Arduino nano, encargado de ejecutar cada una de las funciones enviadas por la aplicación móvil, debidamente manipulada por el operario o usuario, ejecutando cada una de las instrucciones predeterminadas.

3.5.3.1. Placa Arduino nano

En la Figura. 3. 6. Placa Arduino Nano se muestra una de las versiones más pequeñas, basada en el Atmega328 SMD, una placa sencilla y compacta que contiene entradas y salidas E/S que son análogas y digitales, con alimentación mediante cable USB Mini-b, no dispone de una alimentación para voltaje DC.

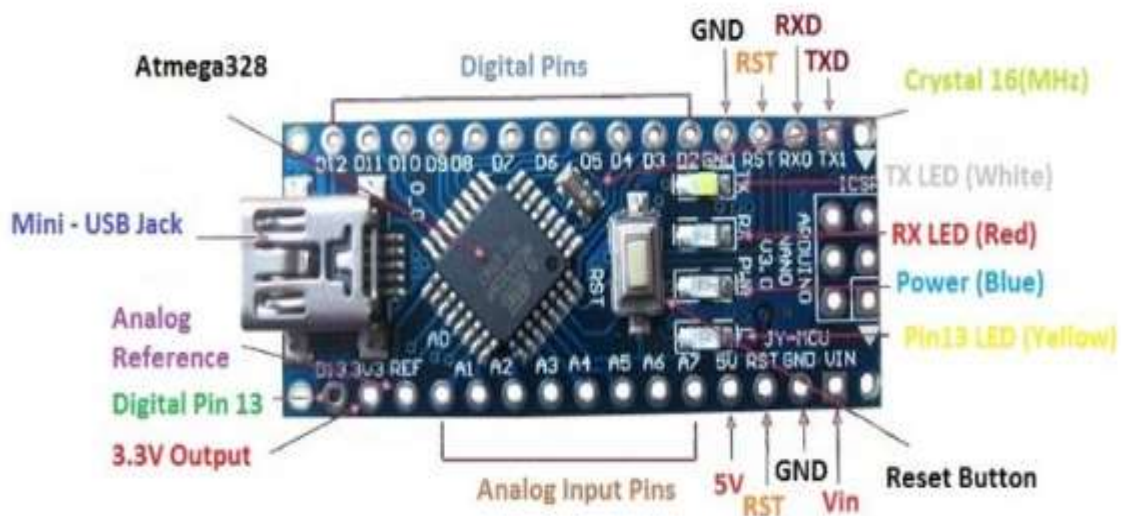


Figura. 3. 6. Placa Arduino Nano

Fuente: (Introduction to Arduino Nano, 2018)

3.5.3.2. Fuente de poder

La placa Arduino Nano funciona con una fuente de alimentación no regulada de 6 – 20 voltios (pin 30) y la otra fuente regulada de 5 voltios (pin 27).

3.5.3.3. Memoria

El Atmega 328 ubicado en la placa Arduino posee 32 KB de los cuales 2 KB son usados por el bootloader, además posee también una memoria SRAM de 2KB y una memoria EEPROM de 1KB.

3.5.3.4. *Entrada y salidas*

Tiene 14 pines digitales que pueden ser usados como entradas o salidas, cada uno de los pines tienen un máximo de 40mA y tiene resistencias de pull-up (resistencia interna) que están desconectadas por defecto estas resistencias tienen un rango de 20 a 50 Kohm,

3.5.3.5. *Comunicación*

El software disponible para la carga de información en la placa suministra un puerto virtual, para lo cual la placa Arduino Nano (Atmega 328 posee un módulo UART que funciona con TTL de 5v) se comunica por medio de un puerto serial con el computador, y usa el pin 0 (RX). Para la transmisión inalámbrica la placa Arduino Nano usa el pin 1 (TX).

3.5.3.6. *Programación de la placa Arduino*

Para ejecutar los distintos parámetros de funcionamiento del proyecto es indispensable usar cada una de las funciones disponibles, necesarias para la puesta en marcha. La placa Arduino admite funciones específicas para su funcionamiento.

Las funciones se activan según la programación realizada, las que permiten establecer actividades de acuerdo a la planificación realizada, según (Aqeel, 2018)

1. Type (): El valor “type” es aquel que devolverá una función apenas se termine de ejecutar, por ejemplo:

```
type (parámetros)
{
  características
}
```

2. Setup(): Al inicio cuando el programa empieza para fijar los modos de trabajos de los pines, o el puerto serie, por ejemplo:

```
void setup ()
{
  pinMode(pin, OUTPUT)           el pin configurado como salida
}
```

3. Loop (): Realiza lo que sugiere su nombre con el fin que el programa responda en forma continua, por ejemplo:

```
void loop ()
{
digitalWrite(pin, HIGH);           pone en uno el pin
delay(500);                         espera 500ms
digitalWrite(pin, LOW);            pone en cero el pin
delay(500);                         espera 500ms
}
```

4. Entre llave {}: Define el inicio y el final de las instrucciones establecidas, las llaves deben colocarse en pares, es decir, una abierta al inicio de la secuencia, seguida de una cerrada al finalizar la instrucción; caso contrario dará errores, por ejemplo:

```
type función ()
{
características
}
```

5. Punto y coma (;): Separa instrucciones de tipo “bucle for” y lenguaje de programación.

Las funciones colocadas requieren de una variable y un valor, la variable se define según el tipo, puede ser int(enteros), long (largo), float (flotante). A cada una de estas variables se le asigna un nombre y de forma opcional un valor inicial, por ejemplo:

```
int value;           visible para cualquier función
int x= 14            declara la variable “x” y el valor entero 14
void setup()        sin necesidad de configurar

void loop()
{
for (int i=0; i<10;) “i” solo es visible
{                   dentro del bucle for i++;
```

```
float f;           "f" es visible solo dentro del bucle
}

```

Las funciones asociadas a las E/S Digitales son:

1. `pinMode (pin, modo)`: Configura el pin como una entrada o salida (INPUT – OUTPUT), por ejemplo:

```
pinMode (Pin13, OUTPUT)

```

2. `digitalWrite(pin, valor)`: Asigna el valor a un pin ya sea HIGH o LOW, por ejemplo:

```
digitalWrite (Pin 13, HIGH)

```

3. `digitalRead(pin)`: Esta función da valor de un pin digital HIGH o LOW, por ejemplo:

```
val= digitalRead (Pin13);

```

Las funciones para realizar el proceso de comunicación entre la placa Arduino y el dispositivo móvil deben definirse, a que se puede realizar vía cable o de forma inalámbrica, para lo cual se define los pines digitales 0 (RX) y 1 (TX), estos sólo se activan como entrada o salida, no están en capacidad de realizar los dos procesos al mismo tiempo, según (Aqeel, 2018).

1. `Serial.print`: Envía un número o caracteres al puerto serie en la que puede tomar diferentes formas tomando en cuenta los parámetros a utilizar, por ejemplo:

```
Serial.print(78, DEC); manda el dato "78"

```

2. `If`: Comprueba si la condición ha alcanzado su propósito, por ejemplo:

```
If (x==9) Si x es igual a 9 ejecuta la instrucción

```

```
{
ejecuta instrucciones;
}

```

El Control de flujo se obtiene mediante una validación del conteo de veces que realiza una actividad, esto hasta alcanzar la cantidad de repeticiones digitada.

1. If... else...: Tiene la misma finalidad de (if) pero esta da una alternativa cuando no se cumple la condición, ejemplo:

```
If ( !=8) Si “y” es distinto de 8 ejecuta las instrucciones
{
ejecuta instrucciones;
}
else si no, ejecuta la instrucción
{
ejecuta instrucciones;
}
```

2. Goto: Realiza un salto en el código a la línea indicada, pudiendo ser cualquier parte del programa.

```
If (x=110)
{
goto marca1; se ubica en la “marca1”
}
marca1; estará en cualquier parte que se etiquete.
```

3.5.4. Sistema de potencia

Es el encargado del funcionamiento de la máquina, depende del Motor de corriente continua y su transmisión a los diferentes componentes de la máquina.

3.5.4.1. Motor de Corriente Continua DC

Es aquel componente que transforma la energía eléctrica en energía mecánica mediante el movimiento de los conductores de armadura. En el instante en el que la corriente pasa a través de las escobillas se genera movimiento de los conductores de la armadura, que se encuentran unidos al rotor, el movimiento es inducido por el campo electromagnético. Este tipo de motores son similares a los que se utilizan en generadores debido a la acción del conmutador y de las conexiones de las bobinas.

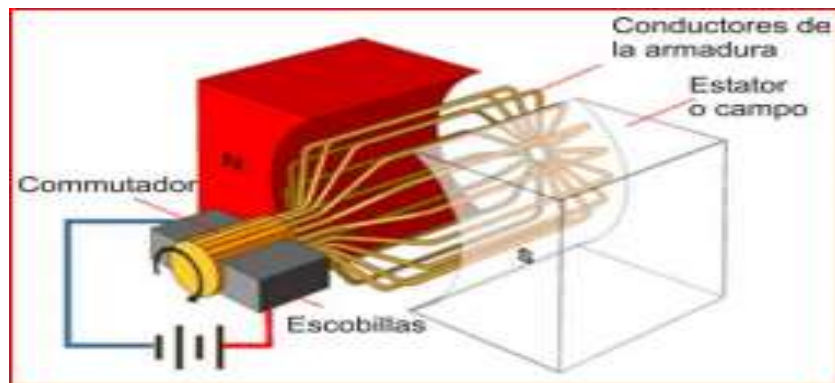


Figura. 3. 7. Esquema de un motor de corriente continua

Fuente: (Motor dc, 2018)

3.5.4.2. Puente rectificador

Para el sistema de control el puente rectificador es una parte fundamental, este se encarga de la conversión de corriente alterna en corriente continua, el rectificador de onda completa permite la corriente unidireccional hacia la carga durante todo el ciclo de entrada, según (mrelberni).

La Figura. 3. 8. Rectificador de onda completa muestra la conexión del secundario del transformador llamado tensión de entrada (V_{ent}), para el puente de diodos y la tensión de salida (V_{sal}) es la tensión que se mide en la resistencia de la carga.

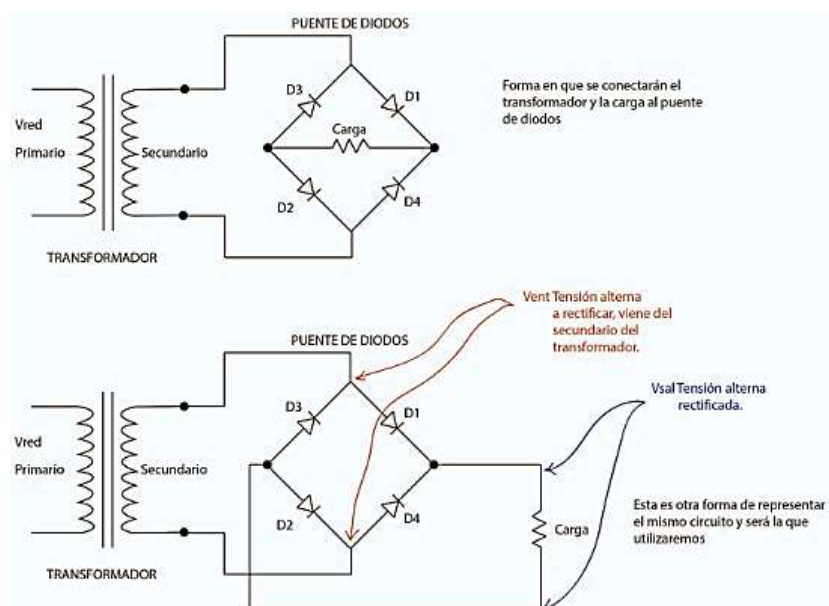


Figura. 3. 8. Rectificador de onda completa

Fuente: (mrelbernitutoriales.com)

En la Figura. 3. 9. Parte positiva de la tensión alterna (color rojo) ingresa al puente de diodos, D1 y D2 se polarizan de forma directa caerán 0.7 voltios aproximadamente que se activarán y conducirán corriente en ambos diodos, mientras que D3 y D4 se polarizan en inversa por lo tanto estas no se activan y no conducen corriente.

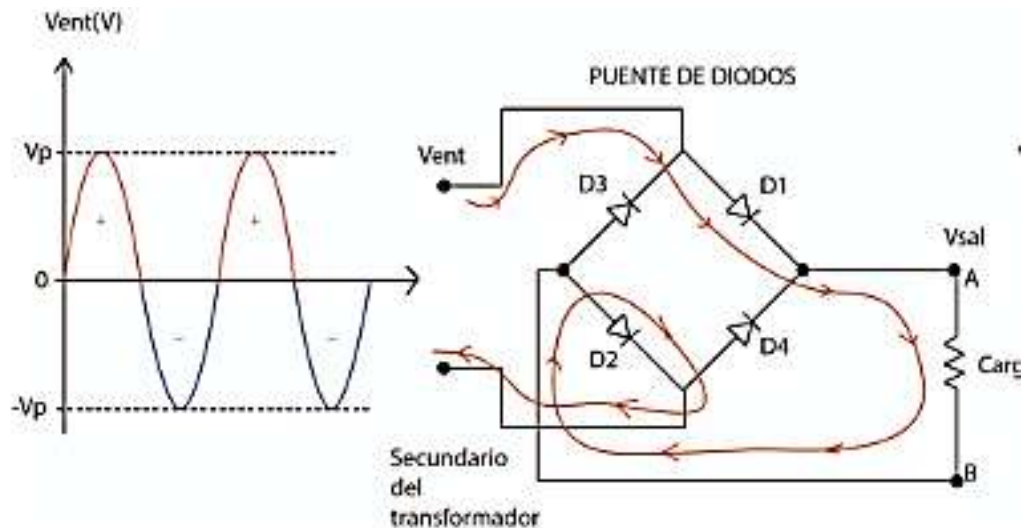


Figura. 3. 9. Parte positiva de la tensión alterna (color rojo)

Fuente: (mrelbernitutoriales.com)

En la Figura. 3. 10. Parte negativa de la tensión alterna (color azul) ingresa al puente de diodos, D4 y D3 se polarizan de forma directa, por lo que caerán 0.7 voltios aproximadamente, estos se activaran y conducirán corriente en ambos diodos, mientras que D1 y D2 se polarizan en inversa por lo que no se activan y no conducen corriente.

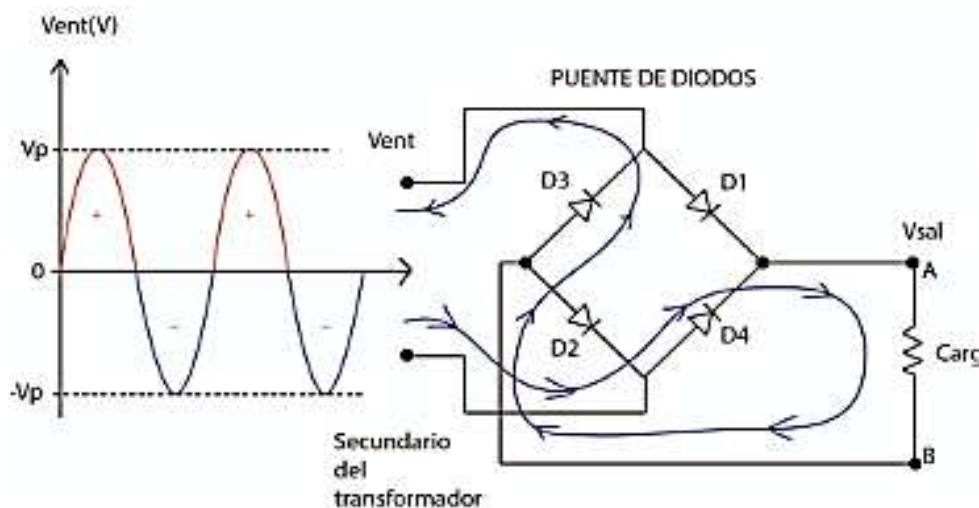


Figura. 3. 10. Parte negativa de la tensión alterna (color azul)

Fuente: (mrelbernitutoriales.com)

3.5.4.3. Condensador

La Figura. 3. 11. Condensador electrolítico contiene al dispositivo que permite que la señal que muestra como salida después de la rectificación es una señal en forma de pulsos ya que el puente de diodos permite pasar la parte positiva de la señal de corriente alterna, al implementar el circuito se realiza mediante la conexión en paralelo de un capacitor, este es un dispositivo que puede almacenar un porcentaje de la carga cuando es aplicada corriente en los terminales y proporciona esta carga cuando no se deje de aplicar corriente, se podrá utilizar como filtro.



Figura. 3. 11. Condensador electrolítico

Fuente: Fotografía tomada por el autor

Mediante la Ecuación 3: Cálculo de la capacitancia se podrá calcular el valor del capacitor utilizado como filtro, para la debida instalación y utilización se deberá utilizar un capacitor de valor comercial que sea más próximo al valor obtenido.

$$C = \frac{10 * I}{f * (Vp - 1.4)}$$

Ecuación 3: Cálculo de la capacitancia

Dónde:

- C= Capacitancia
- I= Corriente continua que se requiere que suministre la fuente de alimentación
- f= Frecuencia de rizado que es el doble de la frecuencia de tensión que se encuentra desde el secundario del transformador que es 60Hz.
- (Vp – 1.4) es el voltaje pico de la tensión alterna rectificada como se muestra en la Figura. 3. 12. Voltaje rectificado – filtrado y Rizado después la tensión en el ciclo disminuirá, provocando que los diodos se polaricen en inversa y no

conduzcan o se apaguen, debido a que la tensión del ánodo de los diodos que es la tensión del secundario del transformador se hace menor que la del cátodo de los diodos que es el valor que se ha cargado el condensador.

- V_{ppr} = Voltaje pico pico de rizado.
- $V_{ppr} = 10\% (V_p - 1.4)$

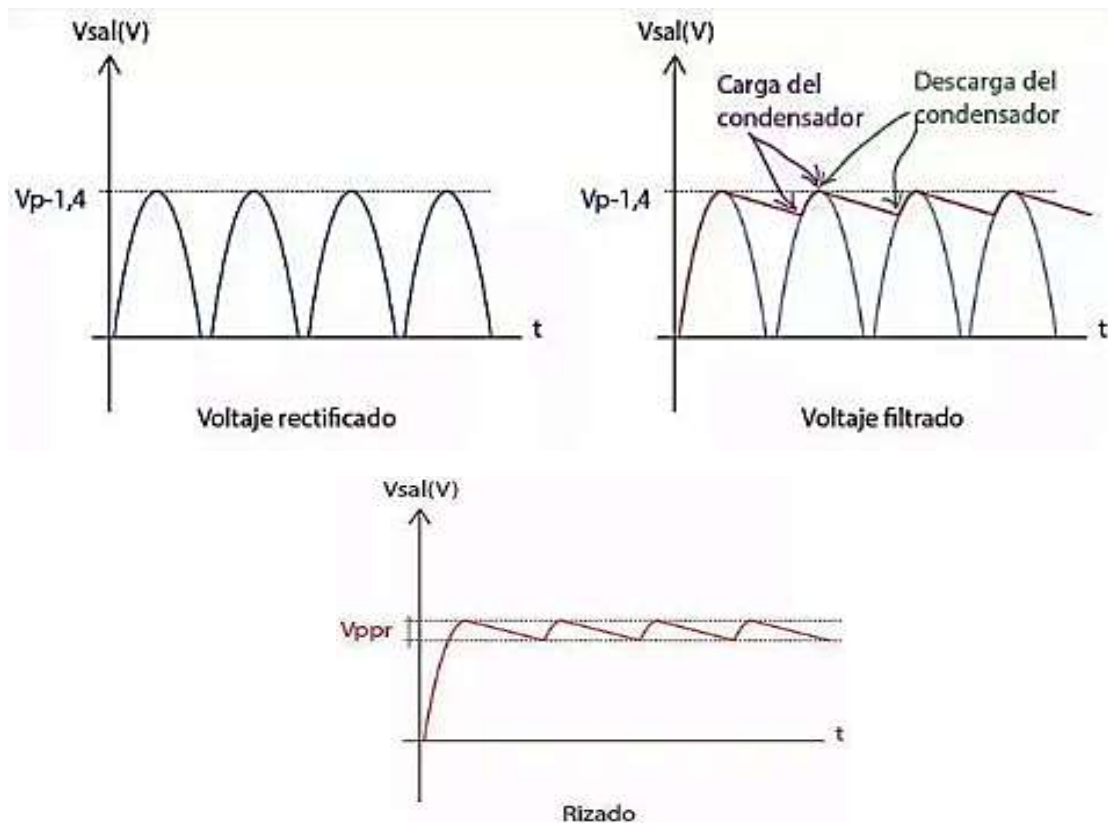


Figura. 3. 12. Voltaje rectificado – filtrado y Rizado

Fuente: (mrelbernitutoriales.com)

3.5.4.4. Puente H con relés

El elemento indispensable para el proyecto denominado puente H a base de relé cumple con la función de girar un motor eléctrico de corriente continua (motor dc) en ambos sentidos.

El uso de los relés que actúan internamente como botones mecánicos accionados de forma eléctrica que están constituidos por cuatro interruptores, dos abiertos y dos cerrados en el instante de aplicar una tensión (interruptores abiertos) la corriente fluye y gira en sentido horario, si se cambia de posición (interruptores cerrados) el motor gira en sentido

anti horario. Las características eléctricas se muestran Tabla 2: Hoja de datos del relé de 24 voltios.

Tabla 2: Hoja de datos del relé de 24 voltios

Fuente: (Alldatasheet.com, 2019)

Descripción	Valor
Voltaje nominal	24v
Corriente nominal de carga	10 amp.
Resistencia de contacto	100mΩ
Max. Voltaje admisible	110v DC
Max. Corriente admisible	10 amp.
Max. Fuerza potencia permitida	1200VA-300w
Carga min. Aplicable	DC 10v-10mA
Material de contacto	AgCdO

3.5.4.5. Transistor MOSFET

El transistor que se emplea para la variación de velocidad aplica una tensión al terminal gate, con lo cual comienza a producir cargas a los terminales restantes (drenador y fuente). Si el valor de la tensión va en aumento los electrones minoritarios del substracto se acumulan y se juntan al aislante, con el cambio continuo de variación de tensión los electrones formaran un canal de conducción entre los terminales de drenador y fuente tal como se esquematiza en la Figura. 3. 13. Comienzo de creación de un canal en un MOSFET canal NMOS de acumulación, según (Universidad Politécnica de Cartagena, 2019).

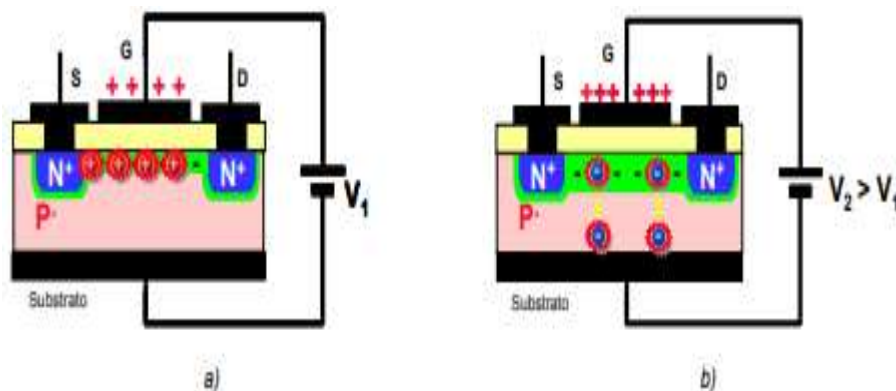


Figura. 3. 13. Comienzo de creación de un canal en un MOSFET canal NMOS de acumulación

Fuente: (Electrónica analógica: Análisis y diseño - Transistores MOS, pág. 4)

Para este proyecto ubicaremos los transistores MOSFET en conexión paralelo con la finalidad de aumentar la capacidad de corriente durante su funcionamiento, las características técnicas de este dispositivo están establecidas en la Tabla 3: Datos de referencia rápida-transistor IRFZ44N.

Tabla 3: Datos de referencia rápida-transistor IRFZ44N

Fuente: (Electronic Components Datasheet Search, 2019)

Parámetros	Max.	Unidad de medida
Tensión de drenaje de fuente	55	V
Corriente de drenaje	49	A
Disipación total de la energía	110	W
Temperatura de la Unión	175	°C
Resistencia de estado de drenaje-fuente	22	M ω

3.5.4.6. Diodo zener

Es un elemento formado por una combinación de material semiconductor de tipo p con uno de tipo n, está diseñado para mantener una tensión constante en sus terminales. En el proyecto implementado el diodo zener cumple con una función muy importante y actúa como un elemento de protección para que no sobrepase una determinada tensión a la carga del circuito. Las características de este dispositivo son las siguientes:

- Baja caída de voltaje directo
- Alta capacidad de corriente
- Máxima fiabilidad
- Corriente de sobretensión de alta capacidad
- Máximo voltaje de reverso pico 400v.
- Voltaje RMS 280v.
- Voltaje máximo de boqueo cc. 400v.



Figura. 3. 14. Diodo zener

Fuente: Fotografía tomada por el autor

3.5.4.7. Transistor NPN

El transistor 2N3904 está diseñado para funcionar a bajas intensidades, bajas potencias, tensiones medias y velocidades altas, en el proyecto los transistores están actuando como un *switch*, los que trabajan según la señal que envía la placa Arduino. La señal enviada sirve para activar o desactivar los elementos de control de velocidad y giro. Las principales características de este elemento:

- Voltaje colector emisor en corte 40v.
- Corriente de colector constante 200mA
- Potencia tota 625mW
- Frecuencia de trabajo 30 – 300 Mhz



Figura. 3. 15. Transistor 2N3904

Fuente: Fotografía tomada por el autor

- **Transistor en corte:**

$$I_b = 0 \quad \text{Ecuación 4: Intensidad de base}$$

$$V_{ce} = V_{cc} \text{ Ecuación 5: Voltaje colector emisor}$$

- **Transistor en saturación:**

$$V_{ce} = 0v. \text{ Ecuación 6: Voltaje colector emisor}$$

$$-V_{bb} + R_b \times I_b + V_{be} = 0 \text{ Ecuación 7: Cálculo para intensidad de base}$$

$$I_c = \frac{V_{cc}}{R_c} \text{ Ecuación 8: Intensidad de colector}$$

El transistor funcionará normal en corte y saturación con la aplicación de la siguiente formula:

$$I_b > \frac{I_c}{\beta} \text{ Ecuación 9: Determinar funcionamiento del transistor}$$

3.5.4.8. Regulador de voltaje

El regulador de voltaje MC 7812T mantiene de una forma constante el voltaje de salida cambiando la corriente en la salida, si la disipación de calor es la adecuada al dispositivo puede entregar más de 1 amperio pero generalmente está diseñado como regulador de voltaje fijo, en el proyecto la principal función de este dispositivo es alimentar con 12 voltios al ingreso del Arduino características de trabajo del elemento que se muestran a continuación, según (ElectroCrea.com, 2019):

- La tensión de entrada de 10 voltios como máxima hasta 35 voltios.
- La tensión de salida fija de 12 voltios.
- La corriente de salida de 1 amperio.
- La temperatura adecuada de funcionamiento es de -40°C a $+125^{\circ}\text{C}$
- Encapsulado de TO-220 de tres pines.



Figura. 3. 16 Regulador de voltaje MC 7812T

Fuente: (ElectroCrea.com, 2019)

3.6. Análisis de costos para el desarrollo del proyecto

Una vez que se ha determinado los elementos a utilizarse, se puede establecer el costo a incurrir para la actualización de la máquina y compararlo con el precio de una máquina que se encuentra en oferta en este momento. Para el análisis de costos, es necesario y fundamental tomar en cuenta los objetivos planteados al inicio del desarrollo del proyecto, considerando que es necesario cumplir con las funciones requeridas y validar la disponibilidad de los elementos en el mercado.

La máquina encontrada se muestra en la Figura. 3. 17. Máquinas Rectilíneas De Tejido Galga 12, esta máquina se encuentra operativa, es usada y se oferta a dieciocho mil dólares americanos (\$ 18.000,00). Su capacidad permite realizar el mismo trabajo de tejido, por lo tanto, la mejor opción luego del análisis es realizar la actualización mediante una selección e instalación de los diferentes elementos electrónicos cumpliendo con cada una de las necesidades requeridas.



Figura. 3. 17. Máquinas Rectilíneas De Tejido Galga 12

Fuente: (MercadoLibre Ecuador Cia. Ltda., 2018)

En la Tabla 4: Costo de las alternativas planteadas se muestra una comparación de los precios entre las máquinas de tejido y el proyecto planteado.

Tabla 4: Costo de las alternativas planteadas

Fuente: Elaborado por el autor

Equipo	Valor
Máquina de Tejer Universal galga	\$ 25.000,00
Máquina Rectilínea Galga	\$ 18.000,00
Máquina Rectilínea galga 7 y 5 (procedente de México)	\$ 6.213,98
Proyecto automatización de una máquina de tejido	\$ 535,83

3.7. Presupuesto del proyecto

Una vez seleccionado los elementos de todo el circuito se procede a realizar el presupuesto del proyecto y se muestra en la Tabla 4: Costo de las alternativas planteadas en la que se establece el presupuesto estimado para la actualización, mientras que en la Tabla 5: Costo del proyecto se detalla el costo de los elementos a utilizar.

En el análisis de costos se considera el valor de mercado a momento de la compra, realizada durante el desarrollo del proyecto, fueron considerados varios puntos muy importantes que reflejan la proyección y eficacia del proyecto a implementarse.

Tabla 5: Costo del proyecto

Fuente: Elaborado por el autor

Cantidad	Elementos o Material	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
1	Placa Arduino Nano	15,00	15,00
1	Shell base para Arduino Nano	5,40	5,40
1	Módulo <i>Bluetooth</i> HC-05	10,00	10,00
1	Motor corriente continua	250,00	250,00
1	Cadena para transmisión	30,00	30,00
1	Piñones para motor y cadena	100,00	100,00
1	Acoples mecánicos - eléctricos en la máquina	50,00	50,00
2	Baquelita	10,00	20,00

1	Estaño	2,63	2,63
1	Pasta	3,00	3,00
2	Puente H con relés	3,50	7,00
2	Puente rectificador de diodos	1,60	3,20
2	Transistores MOSFET	3,80	7,60
1	Diodo zener	3,00	3,00
1	Condensadores, Resistencias	10,50	10,50
1	Caja para acoplar el sistema	12,00	12,00
10	Cables	0,35	3,50
30	Amarras	0,10	3,00
	SUMAN		535,83

Cada uno de los elementos que se plantea utilizar fue evaluado e investigado y si existieran en el mercado local, así como también el costo de cada uno de los elementos a instalar en la máquina.

3.8. Ventajas de la actualización

El uso de la máquina de tejido lineal desde un dispositivo móvil (Tablet) hace que las diferentes funciones o programas a utilizarse se realicen de una forma rápida y programada, el diseño ayuda a reflejar errores del equipo en el transcurso de la operación.

Se realiza la configuración del dispositivo Android de forma remota por *Bluetooth* a una distancia máxima de 10 metros, distintas pruebas realizadas como se muestra en la Tabla 6: Análisis de pruebas de parámetros establecidos, los diferentes sensores ubicados en la máquina hacen que este actúe de forma preventiva emitiendo alertas apenas tenga una variación en el transcurso de su operación.

El sistema de control y potencia permiten la operación aplicando variables de velocidad, obtención de información tomando en cuenta el número de vueltas que ejerce la máquina con la finalidad de establecer datos correctos para la elaboración del tejido.

3.8.1 Factibilidad técnica

Ver Anexo N.-7 en la que detalla la eficiencia que la máquina adquirió, resultados obtenidos en la producción actual generada por el proyecto implementado y comparada con la producción antigua obteniendo un rendimiento muy satisfactorio que identifican claramente que el proyecto es viable técnicamente, porque los gastos de los diferentes accesorios no incluyen costos muy elevados ni requerimientos especializados.

La producción de tejido elaborado en la actualidad con la automatización de la máquina genera 1 metro de tela cada 15 minutos utilizando el primer parámetro identificado como programa “1” a máxima velocidad, este programa tiene la finalidad de trabajar a distintas velocidades.

El parámetro programa “2” a una velocidad estándar no variable genera 1.2 metros de tela cada 15 minutos y como último el programa “3” establecido así en el dispositivo móvil que opera con un límite de vueltas optimizando el tiempo y reduciendo el desperdicio de tejido.

CAPÍTULO IV: IMPLEMENTACIÓN

La implementación se realiza sobre una máquina textil eléctrica que fue adquirida en el año de 1960, aproximadamente, en la que se necesita de una persona para poder operar y obtener el producto final, los tejidos. Por tal razón, fue necesaria la adaptación de varios elementos electrónicos y partes mecánicas. Los dispositivos se adquirieron en el mercado nacional, identificándose 2 partes en la implementación del proyecto, la parte mecánica, sistema de control - potencia y la parte de comunicación por medio un dispositivo móvil.

1. Parte mecánica: Encontrando un sistema a base de cadena que reemplaza así a la polea y banda que se encargaba del movimiento a través del bloque de agujas. La estructura permitirá que la elaboración de tela sea de forma rápida, eficaz teniendo en cuenta las seguridades pertinentes.
2. Parte de control – potencia: Esta parte está constituida por diferentes elementos electrónicos que formarán parte de la placa principal, así como también el sistema de potencia refleja variaciones en velocidad durante la elaboración del producto.
3. Parte de comunicación: Esta hace referencia a establecer conexión de la máquina con un dispositivo móvil (Tablet) el programa que se realizó las configuraciones pertinentes se denomina *Electronic Bluetooth* tomando en cuenta que la comunicación es vía *Bluetooth*.

4.1. Diagrama de bloques

En la Figura. 4. 1. Diagrama de bloques del esquema de funcionamiento de una máquina de tejido lineal se presenta un diagrama de bloques del esquema de funcionamiento de la máquina de tejido lineal.

Se dispone de un dispositivo móvil (Tablet) el cual estará conectado mediante *Bluetooth* con un módulo HC-05, este módulo trabaja en modo esclavo y a su vez con el microcontrolador Arduino Nano, el dispositivo móvil enviará todos los parámetros configurados hacia la máquina a través del módulo. Con la selección del programa pre establecido el operario activará la máquina según la orden de trabajo.

Se dispondrá de sensores de contacto los cuales actúan alertando a posibles daños en agujas e hilo.

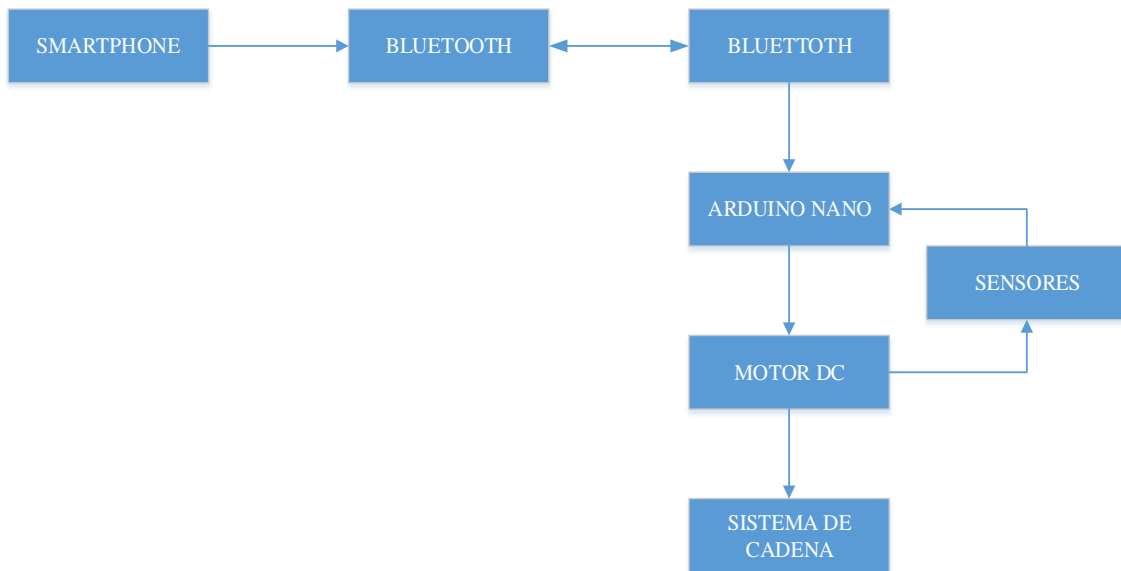


Figura. 4. 1. Diagrama de bloques del esquema de funcionamiento de una máquina de tejido lineal

Fuente: Elaborado por el autor

4.2. Diseño de la parte mecánica

En el diseño de la parte mecánica, se implementará un sistema a base de cadena y la instalación de cada una de las partes a ser acopladas, sensores, entre otros los cuales serán utilizados por el motor de corriente continua para el movimiento durante su trayectoria.

4.2.1. Diseño del sistema de cadena

Para poder efectuar el movimiento del motor de corriente continua se tiene como datos principales equivalentes a 22 dientes en cada piñón, el paso tiene 12,7mm y 2.416mm de distancia entre los centros de los ejes. En consecuencia, el diámetro primitivo para los dos piñones (conductor y conducido) es el mismo. Utilizando la Ecuación 1: Cálculo del diámetro primitivo se establece que este debe ser de 88,98mm.

$$Dp = \frac{Z * p}{\pi}$$

$$Dp = \frac{22 * 12.7 \text{ mm}}{3.14}$$

$$dp=Dp= 88.98 \text{ mm.}$$



Figura. 4. 2. Instalación del sistema de cadena

Fuente: Elaborado por el autor

Una vez calculado el diámetro primitivo calculamos la longitud de la cadena para lo cual aplicamos la Ecuación 2: Cálculo de la longitud de cadena.

$$L=1.57 (Dp + dp) + 2C + \frac{(Dp - dp)^2}{4c}$$

$$L=1.57(88.98\text{mm} + 88.98\text{mm}) + 2(2416\text{mm}) + \frac{(88.98\text{mm} - 88.98\text{mm})^2}{4(2416\text{mm})}$$

$$L=279.4\text{mm} + 4832\text{mm}$$

$$L=5111.4 \text{ mm.}$$



Figura. 4. 3. Piñón conducido

Fuente: Elaborado por el autor

4.3. Diseño electrónico

En la figura. 4.4. Diseño electrónico de sistema de control se muestra el diseño electrónico, cuyo desarrollo se realiza en torno al micro controlador Arduino Nano, el cual

es una parte fundamental del equipo. En este se encuentra toda la programación para la conexión inalámbrica con el modulo *Bluetooth*, recepción de información de los sensores y la comunicación con la aplicación del dispositivo móvil (Tablet).

4.3.1. Dimensionamiento de la fuente alimentación del circuito

Para el funcionamiento adecuado del circuito, la fuente de alimentación correcta requiere del análisis de consumo de energía de cada uno de los elementos instalados que conforman del circuito. El cálculo se lo realiza de una forma teórica obtenidos de los datasheet provistos por el proveedor, los cuales se encuentran en la Figura. 3. 14. Diodo zener y en la Figura. 3. 15. Transistor 2N3904.

4.3.2. Sistemas de control

El módulo de control y potencia montadas sobre una misma placa está compuesto de las siguientes etapas: Fuente de poder, driver para motor dc, Arduino – aplicación móvil (la conectividad es vía *Bluetooth*), como se muestra en el Anexo N.-4 Diagrama del circuito electrónico del sistema automático.

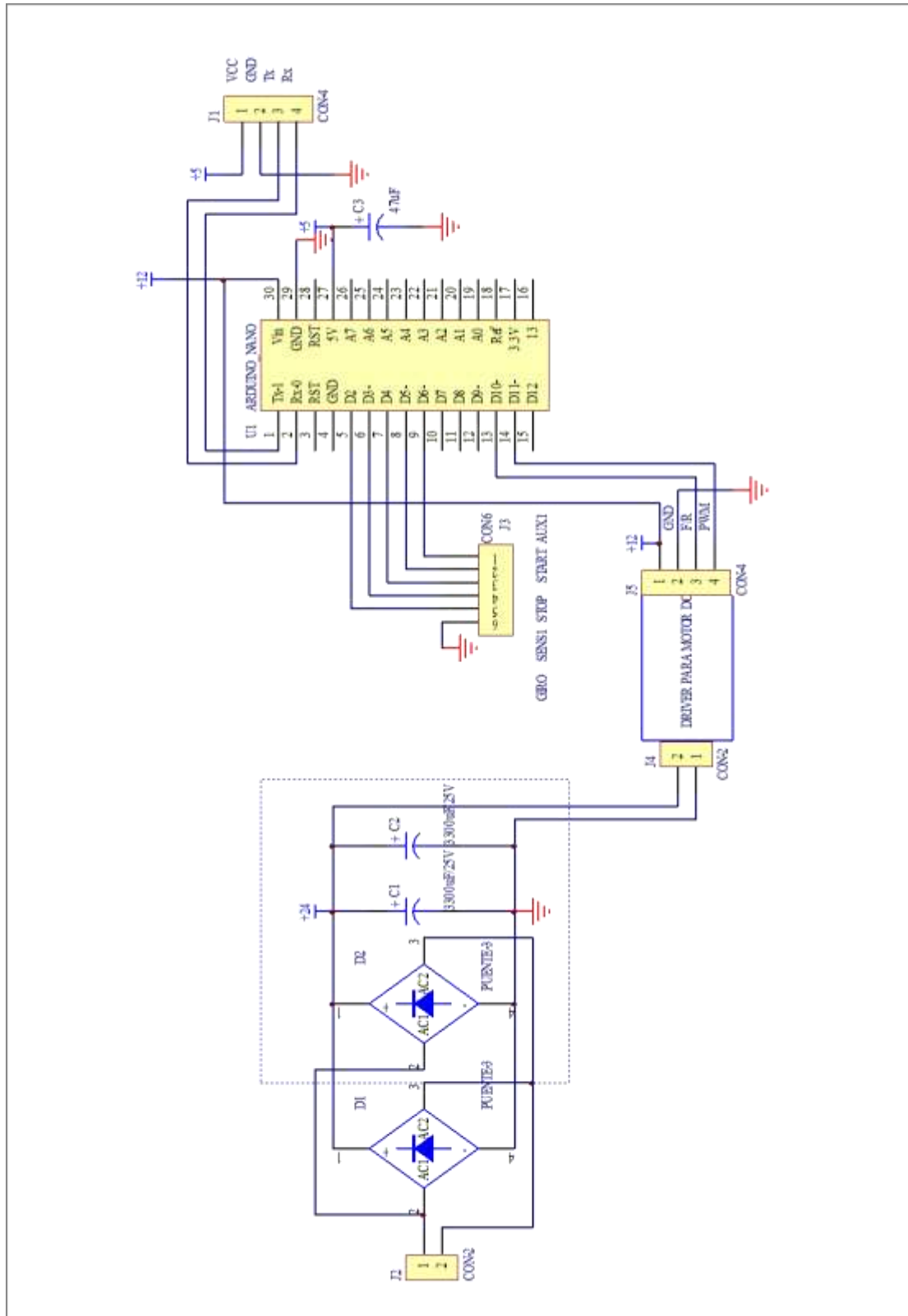


Figura. 4. 4. Diseño electrónico de sistema de control

Fuente: Elaborado por el autor

Como se observa en la Figura. 4. 4. Diseño electrónico se sistema de control los puntos 1 y 2 del bloque J2 son entradas del transformador que reducen el voltaje de 110 a 18 voltios, esto se debe al puente de diodos (revisar el Título 3.5.4.2. Puente rectificador) instalados para rectificar la energía del circuito. Adicionalmente este componente facilita la disipación de la temperatura.

La corriente del motor se comprende a 8 amperios que genera su máximo torque en base al dato anteriormente mencionado se usa dos puentes de 8 amperios cada uno obteniendo como resultado 16amp.

$$I_t = I_{d1} + I_{d2}$$

Ecuación 10: Cálculo de la intensidad de corriente

$$I_t = 8amp + 8amp$$

$$I_t = 16Amp.$$

La etapa de filtración se realiza con dos condensadores electrolíticos de 3300 microfaradios a 25 voltios, colocados en paralelo (lo que amortigua la onda), debido a que el condensador se carga mientras la onda asciende, luego se descarga mientras descende. El sobredimensionar un capacitor ayuda ya que irá perdiendo capacidad afectando al funcionamiento del circuito.

Aplicando la Ecuación 3: Cálculo del capacitor requerido

$$C = \frac{10 * I}{f * (V_p - 1.4)}$$

$$C = \frac{10 * 2}{120 Hz(34v - 1.4)}$$

$$C = 5112.47 \mu f.$$

Se utilizará dos condensadores electrolíticos para el resultado anterior, si cada uno de ellos es de 2.556 microfaradios, pero lo elevamos al inmediato superior debido a la oferta existente en el mercado que es de 3.300 microfaradios cada uno, en este caso el voltaje pico V_p es de 34v. Entonces los condensadores tienen que soportar esa tensión, pero se trabajará con 25v, ya que es la tensión que sale del secundario del transformador.

4.3.3. Diseño de sistema de potencia

La etapa de potencia tiene como ingreso los puntos 2 y 1 que ingresan desde la fuente de poder como muestra la Figura. 4. 5. Sistema de potencia. En el punto 2 conectado en serie el diodo de código 1N4004 actúa como protección, esto quiere decir que cuando el diodo recibe en una dirección la electricidad fluye a través del elemento, pero si recibe en dirección opuesta el flujo de la electricidad es bloqueado, este diodo soporta hasta 400 voltios inverso (V_r) y corriente rectificadora promedio de 1 amperio.

El condensador C1 de capacidad de 0.1 y 1000 microfaradios, instalado en paralelo, evita transientes de picos de voltaje y actúa como un filtro para altas y bajas frecuencias. El regulador MC 7812T el pin 1 (V_{in}) como ingreso voltaje, el pin 2 (GND) y el pin 3 como salida (V_{out}) el voltaje que refleja a la salida será 12voltios, el regulador mantendrá una entrada de 12 voltios estable según las especificaciones de la placa Arduino, la que ingresa por el pin 30 de la misma.

Cálculo para transistor en corte Q4:

$I_b = 0Amp$. Aplicando la ecuación 4. Intensidad de base

$V_{ce} = V_{cc}$ Aplicando la ecuación 5. Voltaje colector emisor

$$V_{cc} = R_c \times I_c + V_{ce}$$

$$V_{cc} = 1K\Omega \times 0 \text{ amp} + 12v.$$

$$V_{cc} = 12v.$$

Cálculo para transistor saturación Q4:

$V_{ce} = 0v$. Aplicando la ecuación 6. Voltaje colector emisor

$V_{bb} = R_b \times I_b + V_{be}$ Aplicando la ecuación 7. Cálculo para la intensidad de base

$$I_b = \frac{V_{bb} - V_{be}}{R_b}$$

$$I_b = \frac{5v - 0.7v}{4700 \Omega}$$

$$I_b = 0.91 \text{ mA}.$$

$I_c = \frac{V_{cc}}{R_c}$ Aplicando la ecuación 8. Intensidad de colector

$$I_c = \frac{12v}{1K\Omega}$$

$$I_c = 12mA.$$

Cálculo para transistor en corte Q1:

$I_b = 0Amp$. Aplicando la ecuación 4. Intensidad de base

$V_{ce} = V_{cc}$ Aplicando la ecuación 5. Voltaje colector emisor

$$V_{cc} = R_c \times I_c + V_{ce}$$

$$V_{cc} = 30\Omega \times 0 \text{ amp} + 24v.$$

$$V_{cc} = 24v.$$

Cálculo para transistor saturación Q1:

$$V_{cc} = R_b \times I_b - V_{be}$$

$$I_b = \frac{V_{cc} - V_{be}}{R_b}$$

$$I_b = \frac{24v - 0.7v}{4700 \Omega}$$

$$I_b = 4.9 \text{ mA}.$$

$I_c = \frac{V_{cc}}{R_c}$ Aplicando la ecuación 8. Intensidad de colector

$$I_c = \frac{24v}{30\Omega}$$

$$I_c = 0.8Amp.$$

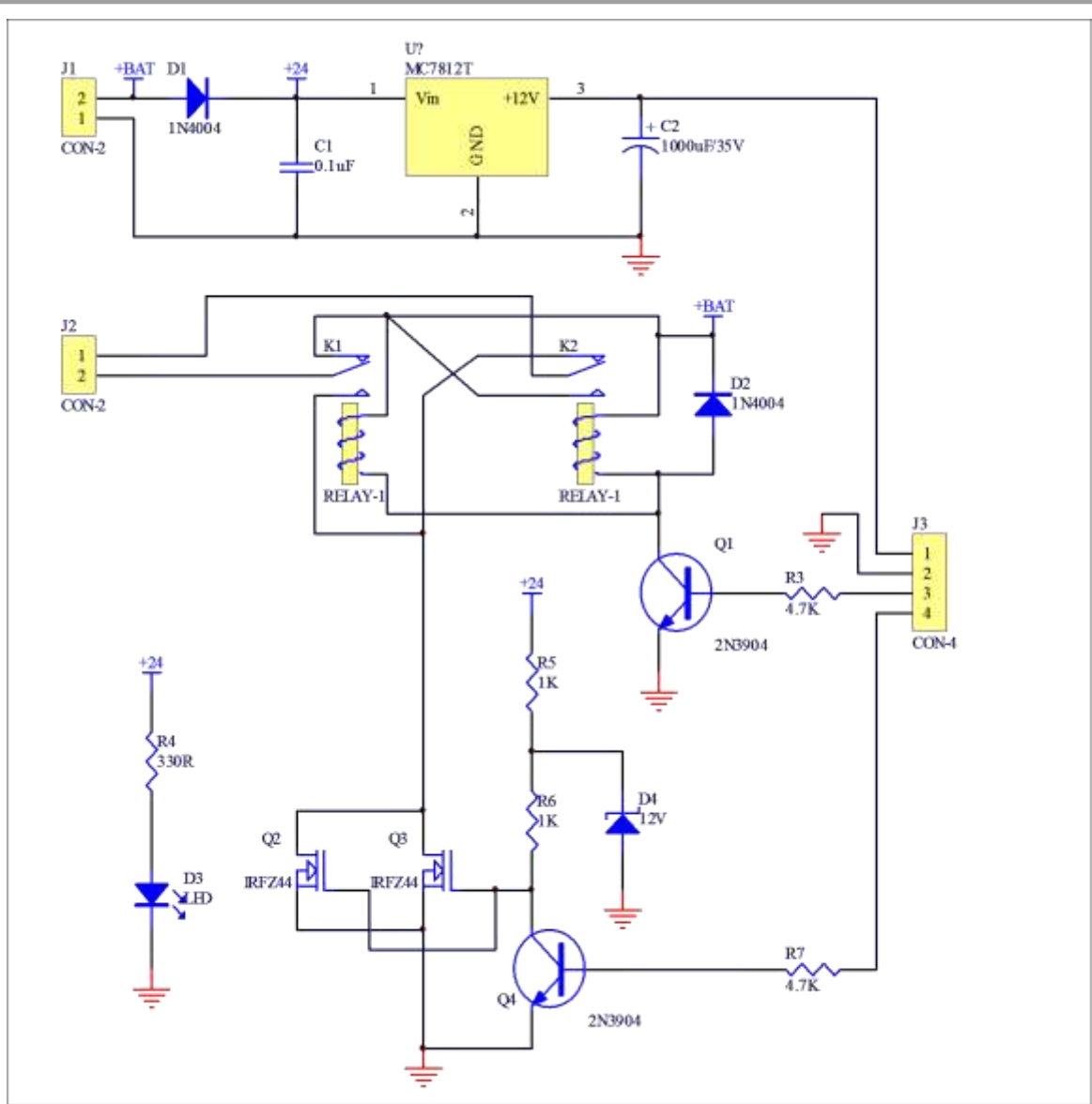


Figura. 4. 5. Sistema de potencia

Fuente: Elaborado por el autor

El motor de corriente continua adquirida tiene las siguientes especificaciones eléctricas:

- Voltaje: 24 voltios
- Potencia: 200 vatios
- Amperaje: 8 amperios

4.3.4. Arduino Nano y sensores

El micro controlador Arduino Nano con los sensores de contacto trabajan de forma conjunta, es decir que se detendrá si alguna aguja se rompe o a su vez si el hilo se rompe. Los sensores se encuentran conectados en serie, si falla cualquiera de los dos automáticamente la máquina se detiene, se envía la retroalimentación a la App y esta emite la alerta visual al operador.

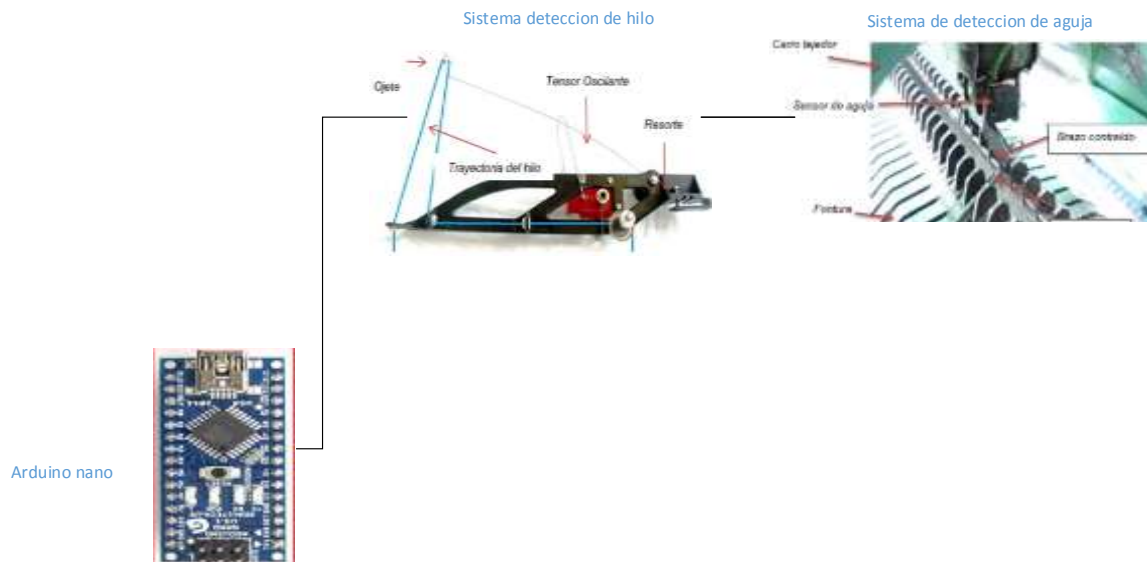


Figura. 4. 6. Diseño sensor de aguja e hilo y Arduino

Fuente: Elaborado por el autor

4.3.5. Arduino Nano y módulo *Bluetooth* HC-05

El micro controlador Arduino Nano, en cooperación con el módulo *Bluetooth* habilitan la comunicación inalámbrica entre el dispositivo Smartphone y el motor dc, el módulo *Bluetooth* trabaja en modo esclavo.

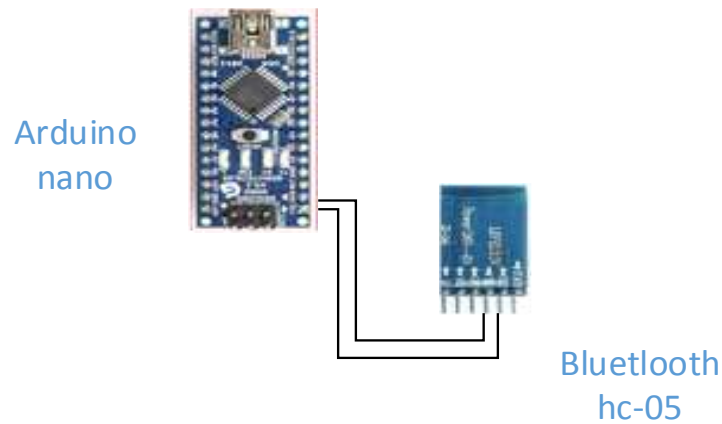


Figura. 4. 7. Diseño módulo *Bluetooth* y Arduino

Fuente: Elaborado por el autor

4.3.6. Arduino Nano y motor dc

La conexión del micro controlador Arduino Nano y el motor dc realiza la función moverse de extremo a extremo, generando el patrón de tejido deseado, esto se logra durante su trayectoria en la cual recorre el ancho de la máquina con variaciones de velocidad. La placa envía la señal PWM al motor dc, así como la orden de cambio de giro al llegar al extremo del recorrido.

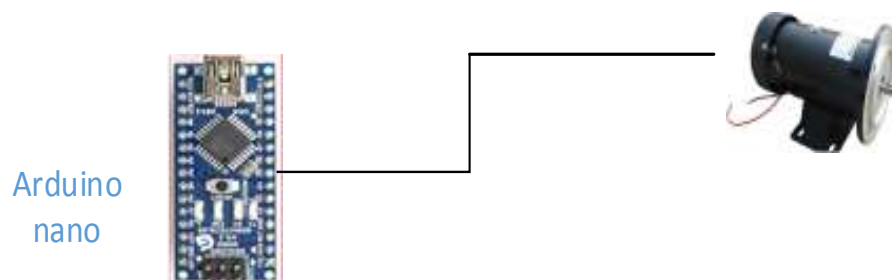


Figura. 4. 8. Comunicación Arduino Nano y motor DC

Fuente: Elaborado por el autor

4.4. Diseño de la parte de software

El desarrollo de la aplicación móvil está encaminada a cumplir todos los parámetros establecidos en la máquina de tejido lineal, para ello se dispone del Figura. 3. 3. Diagrama de comunicación entre la APP y la en el cual se establece el proceso de comunicación.

Las mejoras a la aplicación se cargan al cerrar la aplicación y nuevamente activándola en el dispositivo, la activación y comunicación inalámbrica lo realiza por el dispositivo

móvil (Tablet) que se engancha con el módulo *Bluetooth* de la placa electrónica, dando paso a la configuración que desee el usuario u operador.

4.5. Diseño de aplicación móvil conexión *Bluetooth*

En el diagrama de flujo de la Figura. 4. 9. Diagrama de flujo de *conexión Bluetooth* se describe el proceso establecido hasta conseguir la conexión exitosa, iniciando con la actualización de la aplicación para luego emparejarse con el modulo *Bluetooth*, para posteriormente funcionar de acuerdo a la orden que el usuario seleccione de los diferentes parámetros establecidos.

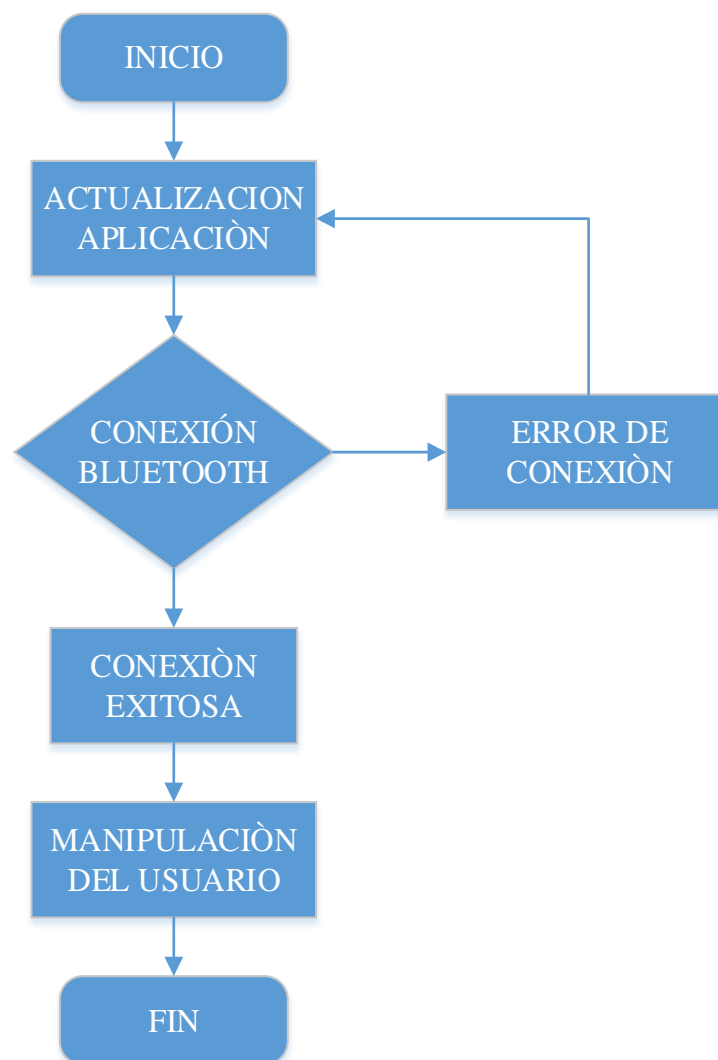


Figura. 4. 9. Diagrama de flujo de conexión *Bluetooth*

Fuente: Elaborado por el autor

4.5.1. Conexión *Bluetooth*

En la pantalla principal de la App (esquina superior derecha) se muestra el botón de conexión. El botón “Connect” despliega los dispositivos *Bluetooth* disponibles, al seleccionar el indicado se conecta y queda listo para la operación. En la Figura. 4. 10. Captura de pantalla de la App, estatus de conexión a la placa Arduino se muestra el estatus de conexión, antes y después del emparejamiento.



Figura. 4. 10. Captura de pantalla de la App, estatus de conexión a la placa Arduino

Fuente: Elaborado por el autor

4.5.2. Diseño aplicación móvil *Bluetooth Electronics*

El switch que se usa como encendido y apagado general del equipo es el botón de paro - marcha está establecido bajo las siguientes características:

4.5.2.1. *Marcha-Paro*

El botón Marcha-Paro que está configurado en la aplicación móvil, para la opción marcha está configurada con la letra “M” que establece una señal cada 100 milisegundos, el mismo que brinda una alerta en el ícono el cual se enciende y permanece así durante el tiempo de operación.

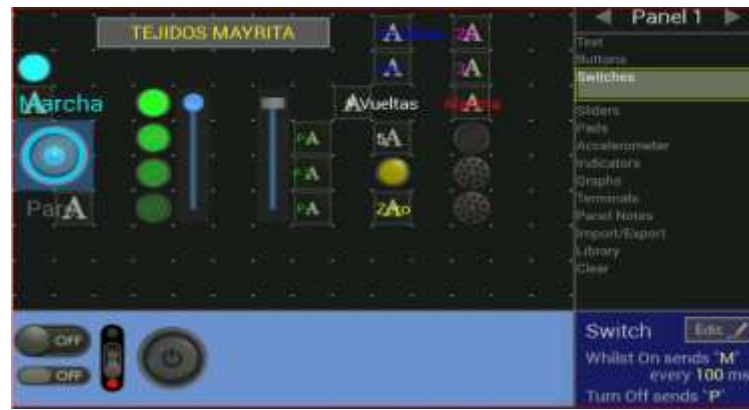


Figura. 4. 11. Captura de pantalla de la aplicación desarrollada

Fuente: Elaborado por el autor

Para la opción de paro configurado por el mismo ícono e identificando en la aplicación móvil con la letra “P” que establece una señal cada 100 milisegundos y emite una alerta en el ícono el cual tiende a apagarse cada vez que el usuario lo requiere, incluso si existe una señal de falla en el equipo.



Figura. 4. 12. Captura de pantalla durante el desarrollo

Fuente: Elaborado por el autor

Al recibir la señal de encendido la aplicación tiene como configuración “*S” que actúa cuando se encienda el botón de marcha, el indicador se enciende o se apaga para indicar el estado de la máquina.

4.5.2.2. Sliders o deslizador

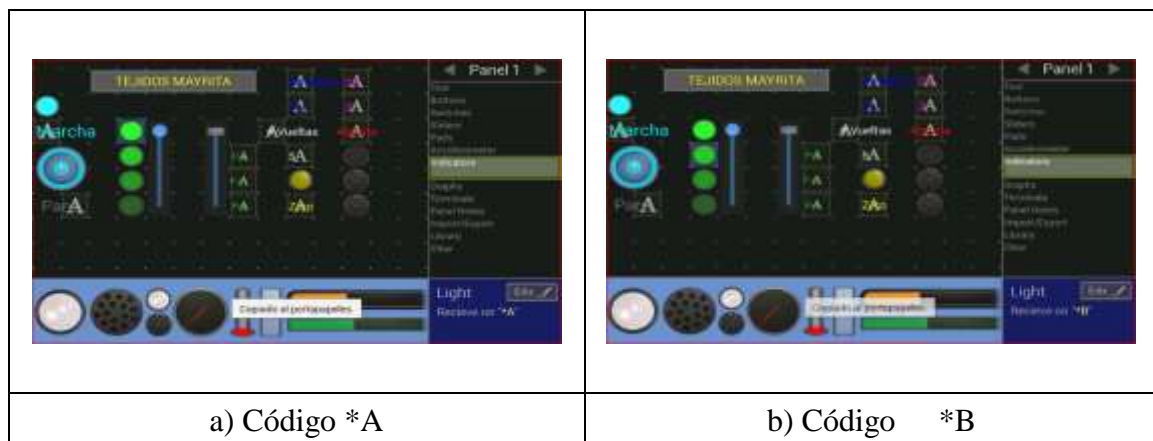
Se establecieron finalmente cuatro velocidades de operación, las que varían entre un mínimo Min=0 y un máximo Max.=255. Las diferentes velocidades se identifican por la letra “V”. Estas se seleccionan con la barra izquierda sombreada que aparece en la Figura. 4. 13. Captura de pantalla de la selección de velocidad de operación.



Figura. 4. 13. Captura de pantalla de la selección de velocidad de operación

Fuente: Elaborado por el autor

Las luces indicadoras de velocidad están divididas en cuatro partes, las mismas que tienen como código para la aplicación de lectura de “*A”, “*B”, “*C” y “*D” y la intensidad del indicador es el reflejo de la velocidad aplicada.



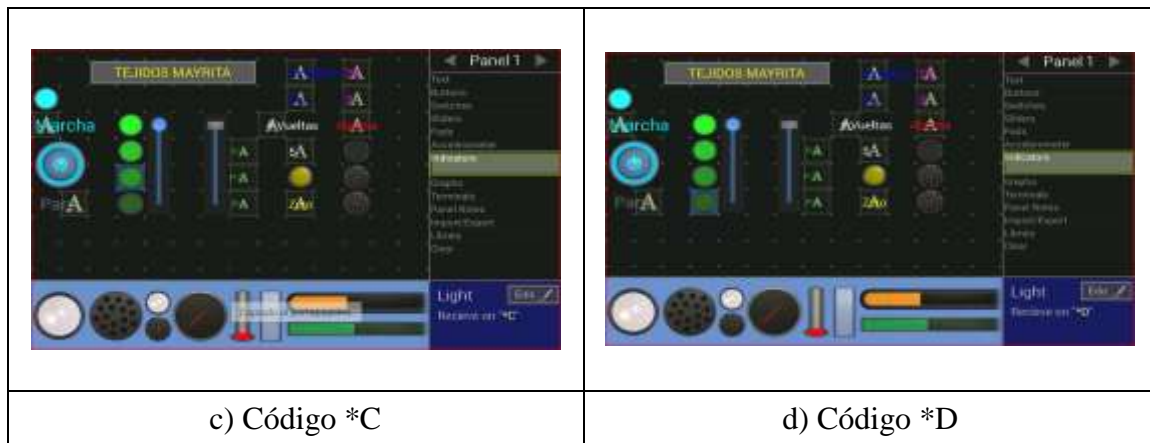


Figura. 4. 14 Capturas de pantalla de los indicadores de velocidad

Fuente: Elaborado por el autor

a) Luz indicadora de velocidad máxima, b) Luz indicadora de velocidad media, c) Luz indicadora de velocidad baja, d) Luz indicadora de velocidad en reposo.

El slider o deslizador ubicado a la derecha, junto al slider de selección de velocidad, está configurado para habilitar tres posiciones que corresponden a la configuración pre establecida de los tres tipos de programas. En la Figura. 4. 15. Captura de pantalla del Slider correspondiente a la configuración pre establecida se representa por la letra “J” las opciones pre establecidas, las que se asocian al valor mínimo=1 y al valor máximo=3.



Figura. 4. 15. Captura de pantalla del Slider correspondiente a la configuración pre establecida

Fuente: Elaborado por el autor

Las nomenclaturas P-1 tienen como significado programa 1, P-2 programa 2 y P-3 programa 3 cada uno de estos establecidos con parámetros y configurados de acuerdo a la necesidad de operar la máquina. La función de texto como se muestra en la Figura. 4.15. muestra los parámetros que tiene el deslizador.

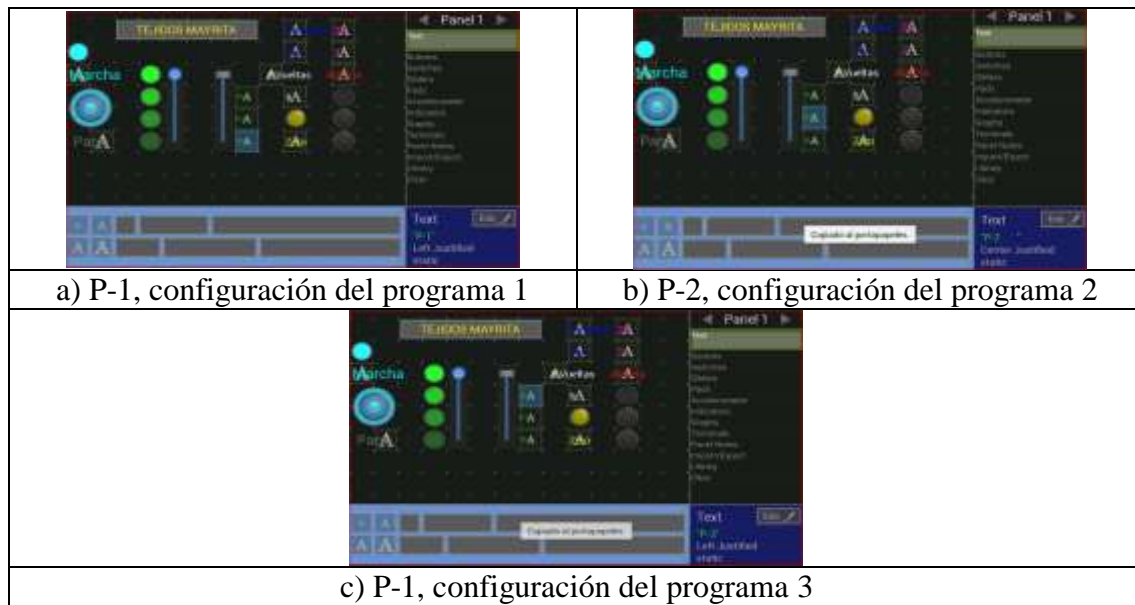


Figura. 4. 16 Capturas de pantalla de las configuraciones pre establecidas del programa

Fuente: Elaborado por el autor

El botón predeterminado para encerar (igualar a cero) se muestra en la Figura. 4. 17. Captura de pantalla alusiva al botón de reseteo del contador es aquel que cumple con la función de re establecer el número de vueltas realizadas por la máquina y se encuentra configurado y representado por la letra “Z”, siempre que exista un requerimiento del operario deberá realizar el reseteo de forma manual.



Figura. 4. 17. Captura de pantalla alusiva al botón de reseteo del contador

Fuente: Elaborado por el autor

La información que se describe en la esquina inferior izquierda hace referencia al ícono “Vueltas”, que se encuentra configurado y representado por “*P”, este se encarga de mostrar el número de vueltas realizadas por la barra, este icono guarda el valor, incrementado con

cada pasada desde que la máquina está en marcha, lo que permite visualizar y controlar la cantidad de pasadas que ejecuta la máquina en un determinado trabajo.



Figura. 4. 18. Captura de pantalla referente al cuadro de texto

Fuente: Elaborado por el autor

La alarma está identificada con la letra “*J” en su parámetro de configuración de volumen 50.00%. Se activa cada vez que los sensores reportan una falla en la máquina (aguja rota o falla en la trayectoria del hilo). Esta opción denominada ALARMA emite una alerta visual mediante un parpadeo del led indicador, además de emitir un sonido asociado.



Figura. 4. 19. Captura de pantalla de la alarma

Fuente: Elaborado por el autor

4.6. Placa Arduino

En la placa Arduino se han utilizado diferentes pines con el fin de que se asocien a una determinada función según el diseño y desarrollo de la placa, quedando algunos libres que pueden ser utilizados para futuras mejoras. Los pines activos se enlistan a continuación:

- Pin 1 Permite la comunicación con la aplicación Tx-1 (Módulo *Bluetooth*)
- Pin 2 Permite la comunicación con la aplicación Rx-0 (Módulo *Bluetooth*)
- Pin 5 Entrada análoga que tendrá como referencia el sentido de giro
- Pin 6 Entrada análoga que trabaja con el sensor de antena (hilo, aguja)
- Pin 13 Permite el sentido de giro FORWARD - REVERSE
- Pin 14 Permite que la señal PWM realice la variación de velocidad
- Pin 27 Pin que suministra la tensión máxima de los puertos analógicos a este pin está conectado un condensador para filtrar la señal de 5 voltios de la placa Arduino.
- Pin 29 Ground es la toma de tierra, o voltios (GND)
- Pin 30 Es la entrada de alimentación de la placa Arduino (Vin)

Los pines inactivos, disponibles, se enlistan a continuación.

- Pin 7 Entrada análoga de paro del sistema
- Pin 8 Pin auxiliar
- Pin 9 Pin auxiliar
- Pin 16 Pin auxiliar
- Pin 19 Pin auxiliar

Pruebas de funcionamiento

Las primeras pruebas de funcionamiento son las pruebas de la puesta en marcha y paro de la máquina de tejido, como se muestra en la figura. 4.20. Tablero principal de control que dispone de un selector de dos posiciones y un Led indicador cuando se enciende que puede validar en toda su placa electrónica que todos los elementos se encuentran encendidos y operacionales.



Figura. 4. 20. Tablero principal de control

Fuente: Elaborado por el autor

Una vez activado el selector se valida el encendido de la máquina de tejido, se procede con la conexión por *Bluetooth* mediante la máquina de tejido y el módulo *Bluetooth* del dispositivo móvil Smartphone. Como se observa en la Figura. 4. 21. Conexión Bluetooth y pantalla principal se muestra la pantalla principal ya activada todos los botones que están establecidos y diseñados acorde a las necesidades del usuario.



Figura. 4. 21. Conexión Bluetooth y pantalla principal

Fuente: Elaborado por el autor

En la Figura. 4. 22. Detección de fallas se valida el funcionamiento de los sensores de aguja e hilo, se acciona cada vez que existe un problema y brinda una alerta a la máquina, en este caso se activó manualmente el sensor para observar el cambio que existe en el dispositivo y brinda como resultado una alerta visual y sonora pasará lo mismo para el otro sensor ya que están conectados en serie.



Figura. 4. 22. Detección de fallas

Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla N.-6 se puede apreciar las distintas pruebas realizadas de acuerdo a los parámetros establecidos y visualizados en la pantalla principal, a diferentes distancias se evidencia errores y no son recomendadas.

Tabla 6.- Análisis de pruebas de parámetros establecidos

Fuente Elaborado por el autor

Análisis de pruebas de parámetros establecidos		
Número de Intentos	Errores de envío de datos	
	D1 (5m)	D2 (10m)
1	0	0
2	0	0
3	0	1
4	0	0
5	0	0

4.7. Análisis de resultados

Luego de finalizar el montaje e instalación de la tarjeta de control, se realiza un análisis de resultados obtenidos de las pruebas de funcionamiento, al verificar y validar los inconvenientes encontrados, con la finalidad de mejorar ciertas observaciones a ser implementadas.

El tablero de control principal esta adecuado a los diferentes elementos utilizados evitando recalentamiento a los dispositivos y a su vez brindando seguridad a todo el sistema operativo de control.

La revisión de los cada uno de los sensores es fundamental y permiten evitar falencias en el sistema debido a que están conectados en serie enviando una alerta de falla, así como también muestra como resultado el aumentar la distancia establecida por el fabricante perjudica la conexión existente entre el dispositivo y la máquina.

La facilidad de instalación y el realizar los diferentes tipos de mantenimientos permitieron elaborar una placa de borneras ayudando a disminuir el tiempo de ejecución cuando se elabore dicho trabajo.

CONCLUSIONES

- Luego de haber establecido los dispositivos y parámetros de diseño, se concluye que esta fue exitosa ya que permite operar de una manera correcta las tareas disponibles y su funcionamiento se muestra sencillo después de realizar la inducción al operario.
- El diseño del circuito electrónico, la implementación de la App en un dispositivo móvil mejoró significativamente el estándar de seguridad del operario, esta capacidad de mejora de la máquina industrial del sector textil podría generar en un futuro mejoras competitivas en dicha sección. El diseño del sistema de transmisión por bandas por otro sistema mecánico por cadena (dos piñones unidos por una cadena) genera un mayor control de la velocidad de operación durante el arranque, operación y detención.
- La implementación del sistema de control de velocidad, giro basado en Arduino y la instalación de la App *Bluetooth Electronics* se configuró de manera exitosa, al cumplir con la activación de los componentes automatizados de la máquina de tejido. La instalación se realizó en una Tablet con sistema Android con conexión inalámbrica por *Bluetooth*, que en su conjunto (software y hardware) cumplen con la funcionalidad prevista.
- El cambio del sistema de transmisión por bandas por un sistema mecánico por cadena ha generado un cambio en esta etapa inicial donde se aprecia un ahorro considerable tanto en tiempo de operación, lo que seguramente también va a repercutir de forma positiva en el aspecto económico asociado al funcionamiento de la máquina.
- Las pruebas de trabajos, funcionamiento de los indicadores incorporados en la máquina permiten incrementar el estándar de calidad de los tejidos, tanto en su confección como acabado final, así como su textura con relación a otros que se produzcan en la máquina. La automatización de maquinaria obsoleta es posible con la utilización de elementos electrónicos disponibles en el mercado, tales como: micro controlador Arduino Nano, módulos *Bluetooth*, sensores, motor de corriente continua.

RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los dispositivos, parámetros y la App la capacidad de transmisión de información por *Bluetooth* se recomienda mantenerse a una distancia menor o igual a 10 metros, que de preferencia debe ser en línea de vista.
- Mantener el dispositivo móvil con batería cargada durante la operación, si este se encuentra apagado no se puede inicializar la aplicación y en consecuencia, el sistema no va a funcionar, ya que depende de las órdenes que se emitan de la aplicación para activar o desactivar las diferentes funcionalidades instaladas.
- Limpiar en el entorno en el que funciona la máquina y dejar libre de pelusa al comienzo de cada jornada de trabajo.
- El sistema de transmisión de cadena requiere de un mantenimiento periódico, según la carga de trabajo a la que sea sometida la máquina.
- Realizar al menos una vez a la semana la limpieza de los sensores de aguja e hilo ya que de su buen funcionamiento depende las alertas instaladas en la aplicación móvil.

BIBLIOGRAFÍA

330ohms. (02 de 02 de 2017). *Bluetooth, clases y versiones desde v1.0 hasta v5.0*. Obtenido de 330ohms: <https://blog.330ohms.com/2017/02/02/bluetooth-clases-y-versiones-desde-v1-0-hasta-v5-0/>

Alldatasheet.com. (14 de 01 de 2019). Obtenido de Electronic Components Datasheet Search:
<https://html.alldatasheet.com/htmlpdf/17807/PHILIPS/IRFZ44N/246/1/IRFZ44N.html>

Aqeel, A. (25 de 06 de 2018). *Introduction to Arduino Nano*. Obtenido de The Engineering Projects - Tutorials & Projects for Engineers:
<http://www.theengineeringprojects.com/2018/06/introduction-to-arduino-nano.html>

AUTODESK Inc. (14 de 01 de 2019). *Cálculo de la longitud de cadenas de rodillo*. Obtenido de AUTODESK INVENTOR 2016, ayuda:
<http://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2016/ESP/?guid=GUID-A462C258-197E-43D3-A25C-0C97A7DA6039>

Barreto. (s.f.). *Clasificación de los tejidos, tejidos de punto*. Obtenido de Cursos online FADU-UBA:
<http://cursos.fadu.uba.ar/apuntes/Indumentaria%20I/unidad%20practica%20n%20%201/1-%20Clasificacion%20de%20los%20tejidos.pdf>

Dirección de Planificación, C. y. (03 de 2016). *SECRETARIA TECNICA DEL SISTEMA NACIONAL DE CUALIFICACIONES PROFESIONALES*. Obtenido de <http://www.cualificaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/03/Boleti%CC%81n-Diciembre-2016.pdf>

ESPH. (2013). *Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A*. Obtenido de https://www.esph-sa.com/site/sites/default/files/codigo_etica_empresarial.pdf

FashionUnited Group. (10 de 01 de 2019). *FashionUnited*. Obtenido de Global fashion industry statistics - International apparel: <https://fashionunited.com/global-fashion-industry-statistics>

Gómez Paillacho, J. I. (19 de 04 de 2011). *Diseño e implementación de un sistema automatizado para una máquina textil rectilínea para la microempresa textil TECMATEJ*. Obtenido de Repositorio Digital - EPN Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (FIEE) Ingeniería en Electrónica y Control (IEC) Tesis Electrónica y Control (IEC): <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/3779>

Google LLC. (s.f.). *Buscador de imágenes*. Recuperado el 14 de 01 de 2019, de Google: <https://www.google.com/imghp?hl=es>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC. (16 de 10 de 2012). *Ecuador en Cifras*. Obtenido de INFOEconomía: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Infoeconomia/info6.pdf>

Keuwlsoft. (14 de 01 de 2019). *Bluetooth Electronics*. Obtenido de Keuwlsoft: <http://www.keuwl.com/apps/bluetoothelectronics/>

MENDEZ, S. U. (2007). *SUAGM*. Obtenido de https://www.suagm.edu/pdf/PLAN_DE_CAPACITACION_2007-10.pdf

MercadoLibre Ecuador Cia. Ltda. (2018). *Mercado libre Ecuador*. Obtenido de <https://listado.mercadolibre.com.ec/industrias-y-oficinas/máquina-de-tejer-galga-12>

MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA. (s.f.). Recuperado el 14 de 01 de 2019, de Portal de la Junta de Andalucía: <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/21700290/helvia/aula/archivos/repositorio/0/29/html/Motores%20de%20corriente%20continua.htm>

Motores eléctricos. (s.f.). Recuperado el 13 de 01 de 2019, de <http://motores.nichese.com/motor%20cc.htm>

mrelberni. (s.f.). *El rectificador, rectificación de la corriente alterna*. Recuperado el 14 de 01 de 2019, de Tutoriales de Electricidad y Electrónica: <http://mrelbernitutoriales.com/el-rectificador-blog/>

Ruiz de Haro, M. I. (2012). @rqueología y Territorio. *Revista electrónica del Máster de Arqueología*(9), 133-145. Recuperado el 10 de 01 de 2019, de Revista electrónica del Máster de

Arquología: <https://www.ugr.es/~arqueologyterritorio/PDF9/8-RuizdeH.pdf>

Ruiz Espinosa, C. P. (11 de 07 de 2013). *GUÍA TÉCNICA;ELABORACIÓN DE TEJIDOS;PUNTO;MÁQUINAS RECTILÍNEAS*. Obtenido de Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte Trabajos de Titulación Trabajos Titulación Pregrado Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas Ing. Textil / Diseño Textil y Modas: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/1964>

Universidade da Coruña. (s.f.). *El telar industrial*. Recuperado el 10 de 01 de 2019, de <https://www.udc.es/dep/ecoapl2/esteco1/historia/El%20telar%20industrial.pdf>

Vanegas Useche, L. (01 de 09 de 2009). *Clasificación de las transmisiones mecánicas*. Obtenido de Diseño II, Transmisiones por cadenas: <https://www.coursehero.com/file/33785313/Cap-4-Transm-por-cadenaspdf/>

ANEXOS

ANEXO 1: CÓDIGO ARDUINO

```

// include the library code:
#include <EEPROM.h>
//VARIABLES
long contador=0;
int dir_contador=20;
int x=0;
char DATO_RX = 0;
int VELO=0;           //velocidad
int PROG=0;           //# de programa
int giro_estado_actual = 1; //pulsador abierto
int giro_ultimo_estado = 1;
int giro_flag=1;
int pulsos_estado_actual = 1; //pulsador abierto
int pulsos_ultimo_estado = 1;
int pulsos_flag=1;
//PINES
int sensor_giro = 2;
int sensor_antena = 3;
int pul_paro = 4;
int pul_marcha = 5;
int pin_contador = 6;
int motor1 = 10;
int out_pwm = 11;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(sensor_giro,INPUT_PULLUP);
  pinMode (sensor_antena,INPUT_PULLUP);
  pinMode (pul_marcha,INPUT_PULLUP);
  pinMode (pul_paro,INPUT_PULLUP);
  // pinMode(aux1,INPUT_PULLUP);
  // pinMode (aux2,INPUT_PULLUP);
  pinMode (motor1,OUTPUT);
  pinMode (out_pwm,OUTPUT);
  pinMode (pin_contador,INPUT_PULLUP);

```



```

/*
digitalWrite(motor1,LOW);
digitalWrite(out_pwm,LOW);
delay(500);
digitalWrite(motor1,HIGH);
digitalWrite(out_pwm,HIGH);
delay(500);
digitalWrite(motor1,LOW);
digitalWrite(out_pwm,LOW);
delay(500);
digitalWrite(motor1,HIGH);
digitalWrite(out_pwm,HIGH);
delay(500);
digitalWrite(motor1,LOW);
digitalWrite(out_pwm,LOW);
delay(500);
digitalWrite(motor1,HIGH);
digitalWrite(out_pwm,HIGH);
delay(500);
digitalWrite(motor1,LOW);
digitalWrite(out_pwm,LOW);
delay(500);
*/
digitalWrite(out_pwm,HIGH);           // apaga motor
contador = EEPROMReadlong(dir_contador);
Serial.print("*IR0G0B0*");           //apaga led de alarma
Serial.print("*SR0G0B0*");           //apaga led de alarma
}
void loop() {
if (Serial.available()){SERIAL_BT();}
LEE_FALLA();
lee_pulsos();
lee_giro();
delay (20);

```

```

}
//-----
void lee_pulsos(){
pulsos_estado_actual = digitalRead(pin_contador);           //lee sensor de pulsos
if (pulsos_estado_actual != pulsos_ultimo_estado){
if(pulsos_estado_actual == LOW){contador++;
Serial.print("*P"+String(contador));
EEPROM.write(dir_contador,contador);
EEPROMWritelong(dir_contador,contador);}           /           /guarda en EEPROM
else {;}
delay (50);
}
pulsos_ultimo_estado = pulsos_estado_actual;
}
/*
//-----
void lee_giro2(){
giro_estado_actual = digitalRead(sensor_giro);           //lee sensor de giro
if (giro_estado_actual != giro_ultimo_estado){
if(giro_estado_actual == LOW){
digitalWrite(motor1,LOW);digitalWrite(out_pwm,LOW); // apaga motor
delay(500);
analogWrite(motor1,VELO); digitalWrite(out_pwm,LOW);} //depende del estado prende
en un sentido.
else { digitalWrite(motor1,LOW);digitalWrite(out_pwm,LOW); // apaga motor
delay(500);
digitalWrite(motor1,LOW);analogWrite(out_pwm,VELO);}           // de otra manera prende
en sentido contrario
delay(50);
}
giro_ultimo_estado = giro_estado_actual;
}
*/
//-----

```

```

void lee_giro(){
giro_estado_actual = digitalRead(sensor_giro);           //lee sensor de giro
if (giro_estado_actual != giro_ultimo_estado){
if(giro_estado_actual == LOW){
// digitalWrite(out_pwm,LOW);           // apaga motor
digitalWrite(out_pwm,HIGH);           // apaga motor
delay(100);
digitalWrite(motor1,LOW);           //cambia de sentido de giro
delay(200);
analogWrite(out_pwm,VELO);}           //depende del estado prende en un sentido.
else {
// digitalWrite(out_pwm,LOW);           // apaga motor
digitalWrite(out_pwm,HIGH);           // apaga motor
delay(100);
digitalWrite(motor1,HIGH);
delay(200);
digitalWrite(out_pwm,VELO);           // de otra manera prende en sentido contrario
}
delay(50);           //para evitar rebotes
}
giro_ultimo_estado = giro_estado_actual;
}
//-----
void LEE_CONTADOR(){
x=digitalRead(pin_contador);           //lee sw del contador
if (x==LOW){contador = contador + 1;
Serial.print("*P"+String(contador));
EEPROM.write(dir_contador,contador);
EEPROMWritelong(dir_contador,contador);           //guarda en EEPROM
JMP_20:
x=digitalRead(pin_contador);           //espera que suelte sw. del contador
if (x==LOW){goto JMP_20;}
}
}
}

```

```

//-----
void SERIAL_BT(){
DATO_RX=Serial.read();
if (DATO_RX=='P'){
Serial.print("*MR255G0B0*");
Serial.print("*NR0G0B0*");
// digitalWrite(motor1,LOW); digitalWrite(out_pwm,LOW);}// apaga el motor
// digitalWrite(out_pwm,LOW);} // apaga el motor
digitalWrite(out_pwm,HIGH);} // apaga motor
if (DATO_RX=='M'){
Serial.print("*NR0G255B0*");
Serial.print("*MR0G0B0*");
//lee_giro();
x=digitalRead(sensor_giro); //lee sensor de giro
if (x==LOW){ digitalWrite(motor1,LOW);analogWrite(out_pwm,VELO);} //depende del
estado prende en un sentido.
else { digitalWrite(motor1,HIGH);analogWrite(out_pwm,VELO);} // de otra manera
prende en sentido contrario
}
if (DATO_RX=='V'){
VELO=Serial.parseInt();
if (VELO < 64) { VELO = 64;
Serial.println("*AR0G0B0*");
Serial.println("*BR0G0B0*");
Serial.println("*CR0G0B0*");
Serial.println("*DR0G64B0*");}
if ((VELO >= 64) && (VELO < 128)) {
Serial.println("*AR0G0B0*");
Serial.println("*BR0G0B0*");
Serial.println("*CR0G128B0*");
Serial.println("*DR0G64B0*");}
if ((VELO >= 128) && (VELO < 192)) {
Serial.println("*AR0G0B0*");
Serial.println("*BR0G192B0*");
}
}

```

```

Serial.println("CR0G128B0");
Serial.println("DR0G64B0");
if ((VELO >= 192) && (VELO < 255)) {
Serial.println("AR0G255B0");
Serial.println("BR0G192B0");
Serial.println("CR0G128B0");
Serial.println("DR0G64B0");
VELO=255-VELO;
}
if (DATO_RX=='1'){Serial.print("x"+String(00));Serial.print("y"+String(1));VELO =
64;VELO=255-VELO;}
if (DATO_RX=='2'){Serial.print("x"+String(10));Serial.print("y"+String(2));VELO =
128;VELO=255-VELO;}
if (DATO_RX=='3'){Serial.print("x"+String(20));Serial.print("y"+String(3));VELO =
192;VELO=255-VELO;}
if (DATO_RX=='4'){Serial.print("x"+String(30));Serial.print("y"+String(4));VELO =
255;VELO=255-VELO;}
if (DATO_RX=='Z'){contador=0;} //encera el contador
Serial.print("p"+string(contador));
if (DATO_RX=='R'){Serial.println("JV00");} //apaga la alarma
}
//-----
void LEE_FALLA(){
x=digitalRead(sensor_antena); //lee sensor de antena
//if (x==LOW){digitalWrite(out_pwm,LOW);//si está activado para el motor.
if (x==LOW){digitalWrite(out_pwm,HIGH);//si está activado para el motor.
Serial.print("JV100"); //prende alarma audible
Serial.print("IR255G0B0"); //prende led de alarma
jmp_05:
delay (50);
x=digitalRead(sensor_antena); //lee sensor de antena
if (x==LOW){Serial.print("JV100"); //prende alarma audible
Serial.print("IR255G0B0"); //prende led de alarma
delay (100);

```

```

Serial.print("*IROG0B0*");          //Apaga led de alarma
delay (100);
goto jmp_05;                        //mientras exista falla continúe detectando antena
}
Serial.print("*IROG0B0*");          //apaga led de alarma
Serial.print("*JV0*");              //apaga alarma audible
Serial.print("*SR0G255B255*");     //prende led indicador de que se debe apagar motor
delay (100);
//Serial.print("*SR0G0B0*");        //apaga led indicador de que se debe apagar motor
//delay (100);
//digitalWrite(out_pwm,LOW);        // apaga el motor.
jmp_10:
//while (!Serial) {;} // wait for serial port to connect. Needed for native USB port only
//while (Serial) {;} // wait for serial port to connect. Needed for native USB port only
if (Serial.available()){ //<1) goto jmp_05; //espera recibir datos seriales 'p' para continuar
DATO_RX=Serial.read();
if (DATO_RX!='P'){ goto jmp_10;}    //10
goto jmp_20;
}
goto jmp_10;
jmp_20:
Serial.print("*SR0G0B0*");          //apaga led indicador de que se debe apagar motor
Serial.print("*MR255G0B0*");
Serial.print("*NR0G0B0*");
//digitalWrite(out_pwm,LOW);        // apaga el motor
digitalWrite(out_pwm,HIGH);        // apaga el motor
}
}
//-----
//Esta función escribe una variable long (32 bits) en la EEPROM
//desde la dirección especificada hasta dirección especificada+3.
//es decir ocupa 4 localidades.
//Se usa la descomposición de long a 4 bytes usando bitshift.
//uno = el más significativo....cuatro = el menos significativo

```

```

//luego se guarda los 4 bytes en la EEPROM.
//void EEPROMWritelong(int dir,long valor){
void EEPROMWritelong(int dir,long valor){
byte cuatro =(valor & 0xFF);
byte tres  =((valor >> 8) & 0xFF);
byte dos   =((valor >> 16) & 0xFF);
byte uno   =((valor >> 24) & 0xFF);
EEPROM.write(dir,cuatro);
EEPROM.write(dir+1,tres);
EEPROM.write(dir+2,dos);
EEPROM.write(dir+3,uno);
}
//Esta función lee 4 bytes (32 bits) de la EEPROM
//y la convierte una variable tipo long.
//lee en la EEPROM desde la dirección especificada hasta direccion especificada+3.
//es decir lee 4 localidades.
//luego recompone a una variable tipo long usando bitshift.
//long EEPROMReadlong(long dir){
long EEPROMReadlong(int dir){
long resultado_long;
long cuatro = EEPROM.read(dir);
long tres  = EEPROM.read(dir+1);
long dos   = EEPROM.read(dir+2);
long uno   = EEPROM.read(dir+3);
resultado_long = ((cuatro<<0) & 0xFF) + ((tres<<8) & 0xFFFF) + ((dos<<16) &
0xFFFFFFFF) + ((uno<<24) & 0xFFFFFFFF);
return resultado_long;
}

```

ANEXO 2. MANUAL DE USUARIO.



MANUAL DE USUARIO

AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA LINEAL DE TEJIDOS PARA LA EMPRESA TEXTIL “TEJIDOS MAYRITA”

Descripción.

La automatización de la máquina lineal de tejido fue desarrollada para ayudar la labor textil en la empresa “Textiles Mayrita”, actualizando sus componentes e insertando software de control y operación debido a la antigüedad de los sistemas y por la escases de ciertos repuestos en el mercado.

En este momento la máquina se encuentra modificada para trabajar de forma independiente y automática con una intervención mínima del operario, a quien se le debe entregar el dispositivo móvil para la ejecución de sus tareas, el dispositivo requiere estar encendido para la operación de la máquina y estar activa la conexión Bluetooth.

Esta máquina está diseñada y sus sistemas han sido evaluados para que todo tipo de personas con conocimientos mínimos en dispositivos móviles con sistema Android puedan operarla.

Objetivos del manual de usuario.

El objetivo principal de la automatización de la máquina lineal de tejido es ayudar a la elaboración de tela mediante un dispositivo que brinde soporte de control durante la operación de la máquina, con la finalidad de optimizar tiempo durante su trayectoria de trabajo debidamente manipulado por el operador.

Componentes principales de la máquina.

Los componentes principales de la máquina lineal de tejido se enlistan a continuación, en cada uno de estos realiza una descripción breve sobre su funcionamiento, el que se considera importante en la fabricación de tela:

- Transformador.- Esta encargado de suministrar energía para el funcionamiento de todos sus componentes electrónicos.
- Arduino Nano.- Es un elemento que se encarga del control de la máquina lineal de tejido.
- Sensores de contacto.- Estos elementos se encargan de verificar los movimientos del carrete durante su trayectoria y enviar señales al dispositivo móvil (Tablet).

- Módulo *Bluetooth*.- Encargado de la comunicación inalámbrica entre la máquina lineal de tejido y el dispositivo móvil.
- Sistema de cadena.- Encargado del movimiento en forma lineal en toda la estructura de la máquina.
- Motor dc.- Encargado de generar movimiento hacia el piñón.

Requerimientos para el uso del dispositivo.

Se deben realizar las siguientes actividades antes de poner en marcha el dispositivo se debe realizar el siguiente proceso:

- Colocar el selector en estado ENCENDIDO para energizar el sistema.
- Verificar que el dispositivo móvil (Smartphone o Tablet) cuente con batería suficiente para la operación del día o a su vez mantener cerca un cargador.
- Verificar que el dispositivo tenga habilitado la conexión por *Bluetooth*.
- Verificar que la aplicación se encuentra instalada en el dispositivo móvil.
- Activar la aplicación presionando sobre ella.

Manejo del aplicativo.

En la siguiente figura 0.1: Conexión *Bluetooth* se muestra la forma en la que se encuentra distribuida la pantalla, en el lado izquierdo se debe presionar el botón “Discover”, en el listado que aparecerá a continuación se selecciona el que corresponde a la máquina lineal de tejido, y se presiona sobre el botón “Pair”, con lo cual el dispositivo móvil y la máquina quedarán enlazados y listos para funcionar.



Figura 0.1: Conexión *Bluetooth*

Una vez conectada la máquina lineal de tejido se procede a manipular los parámetros ya establecidos en la aplicación.

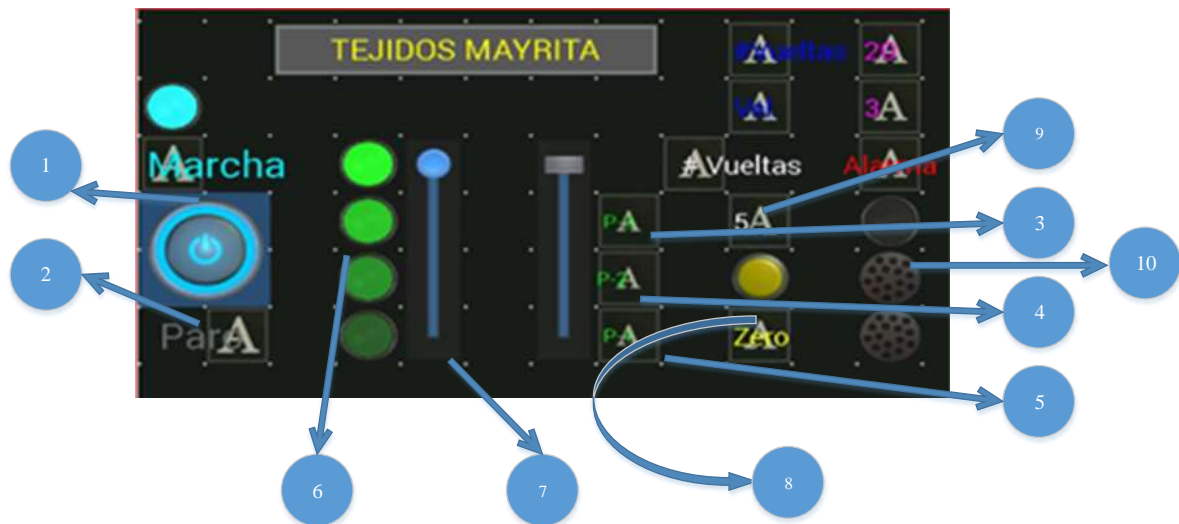


Figura 0.2: Distribución de componentes en la App

En la Figura 0.2: Distribución de componentes en la App se puede visualizar cada uno de los parámetros configurados en la aplicación, estos se han configurado de acuerdo a la necesidad y valores preestablecidos tales como la velocidad y numero de vueltas:

- 1) **Botón marcha:** La finalidad es de encender el sistema implementado.
- 2) **Botón paro:** Realizar una suspensión al trabajo realizado, en el caso de que se presente alguna anomalía en el proceso de producción o para verificación del mismo.
- 3) **Programa 1:** Como muestra en la pantalla principal de la Tablet se encuentra valores no definidos con respecto al número de pasadas (vueltas de ejecución de la máquina) y variación de la velocidad.
- 4) **En el programa 2:** Se encuentran valores definidos así como la velocidad, y cuenta el número de vueltas que la máquina ejecuta en su periodo de trabajo.
- 5) **En el programa 3:** Se encuentra establecido una velocidad constante y el contador implanta una diferencia de vueltas establecidas en el programa, alertando al operario, que su límite de vueltas a concluido.
- 6) **Bloque de iluminación:** Indican su estado de operación entre más velocidad la luz es más intensa o viceversa.
- 7) **Switch variador de velocidad:** Controla la velocidad del motor la misma que tiene tres posiciones adjuntadas.
- 8) **Botón puesta acero:** Encargado de reiniciar el sistema de conteo.
- 9) **Botón contador de vueltas:** Permite visualizar la cantidad de vueltas que transcurre en el tiempo las mismas que se encuentran configuradas de tal

manera que si existe un paro innecesario estos datos queden guardados y se puedan visualizar luego, así como también presionando el botón pueda encenderse (reseteo del contador).

- 10) **Alarma:** En la figura 0.3 se muestra un icono de alarma que se activa cada vez que hay una eventualidad o emergencia, es un icono muy importante dentro de la operación capaz de detectar una falla y activar de forma sonora.



Figura 0.3 Alarma sonora

Solución de problemas

Al momento de realizar el proceso de producción puede existir algunos inconvenientes, entre ellos tenemos:

- **El equipo no enciende.** Verificar en el tablero principal que el selector este encendido y sus elementos de protección (fusibles) se encuentren operativos.
- **El equipo no se conecta por *Bluetooth*.** Confirmar que el dispositivo móvil se encuentre el *Bluetooth* encendido y el operador se encuentre a una distancia no mayor a 10 metros (alrededor de 10 pasos).
- **El equipo no recibe órdenes del dispositivo.** Comprobar la conectividad existente entre el dispositivo Smartphone y la máquina lineal de tejido.
- **El equipo no inicia.** Verificamos si está conectado el sistema *Bluetooth* del dispositivo caso contrario optamos por salir de la aplicación y después de un corto tiempo volvemos a ingresar.

Contacto de soporte técnico.

Nombre: Luis Huilca

Correo electrónico: luis.huilca@outlook.es

Teléfono: 099 398 6230

ANEXO 3. MANUAL TÉCNICO



MANUAL TÉCNICO

**AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA
LINEAL DE TEJIDOS PARA LA EMPRESA
TEXTIL “TEJIDOS MAYRITA”**

Objetivos del manual de técnico

El objetivo de este manual es informar y dar a conocer los elementos constitutivos que forman parte de esta máquina y su respectivo funcionamiento, guiar al personal operativo encargado del mantenimiento y soporte de la misma. El operario es el encargado de resolver las fallas existentes, además de realizar los mantenimientos preventivos y/o correctivos según las indicaciones aquí estipuladas.

Especificaciones técnicas de los elementos constitutivos

Arduino Nano

En la figura N.- 1: Placa Arduino Nano se muestra la versión instalada (la más pequeña seleccionada, basada en el Atmega328 SMD), una placa sencilla que contiene entradas y salidas E/S que son análogas y digitales, la alimentación es mediante el cable USB Mini-b, no dispone de una alimentación para voltaje DC.

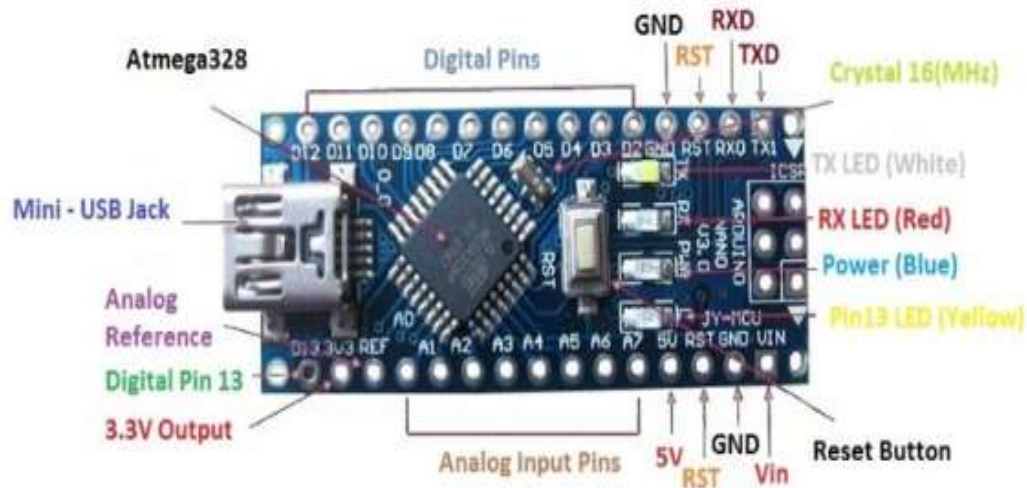


Figura N.-1: Placa Arduino Nano

Fuente de poder

Arduino nano funciona con un cable Mini-B USB una fuente de alimentación no regulada de 6 – 20 voltios (pin 30) y la otra fuente regulada de 5 voltios (pin 27).

Memoria

El Atmega 328 ubicado en la placa Arduino tiene 32 KB de los cuales 2 KB son usados por el bootloader, también tiene una memoria SRAM de 2KB y una memoria EEPROM de 1KB.

Entrada y salidas.

Tiene 14 pines digitales que pueden ser usados como entradas o salidas, cada uno de los pines incluye un máximo de 40mA y resistencias de pull-up (resistencia interna) que están desconectadas por defecto estas resistencias tienen un rango de 20 a 50 Kohm,

Comunicación.

La placa Arduino nano se puede comunicar por medio de un puerto serial con el computador, el Atmega 328 que posee un módulo UART que funciona con TTL de 5v. de forma que la comunicación es vía serie y usan los pines 0 (RX) y 1 (TX) para la transmisión inalámbrica, el software Arduino suministra un puerto virtual para recibir y enviar datos en forma de texto desde el Arduino y el computador.

Programación de la placa Arduino.

Para ejecutar los distintos parámetros de funcionamiento del proyecto es indispensable usar cada una de las funciones de Arduino obteniendo condiciones dentro del tema planteado, en la placa Arduino existen configuraciones predeterminadas y programadas para la puesta en marcha.

Motor de corriente continua DC.

Es aquel componente que transforma la energía eléctrica en energía mecánica mediante el movimiento del rotor en el instante que la corriente pasa a través del rotor se genera fuerzas debido a la reacción magnética para posteriormente girar el rotor, este tipo de motores son similares a los que usan los generadores debido a la acción del conmutador y de las conexiones de las bobinas. El esquema de funcionamiento se muestra en la Figura N.- 2 Características de un motor de corriente continua.

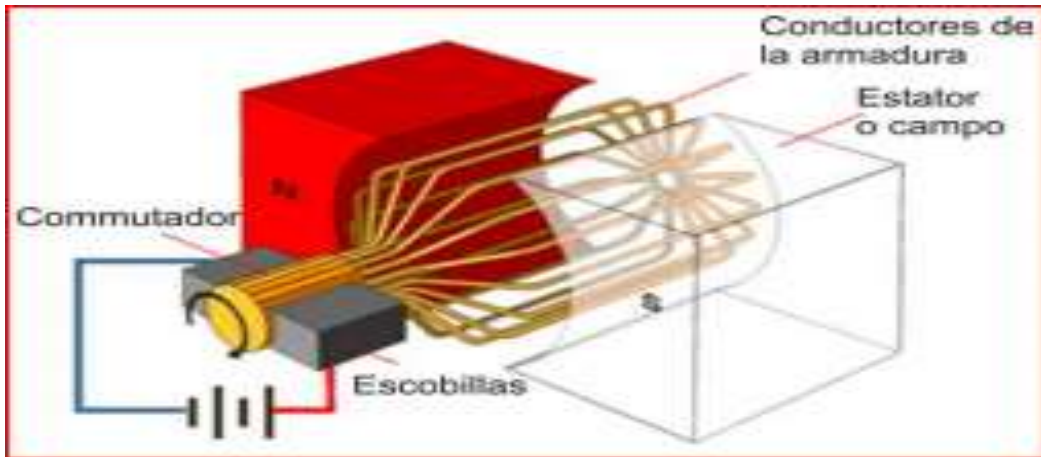


Figura N.-2 Características de un motor de corriente continua.

Puente rectificador

Para el sistema de control el puente rectificador es una parte fundamental que se encarga de la conversión de corriente alterna en corriente continua, el rectificador de onda completa permite la corriente unidireccional hacia la carga durante todo el ciclo de entrada.

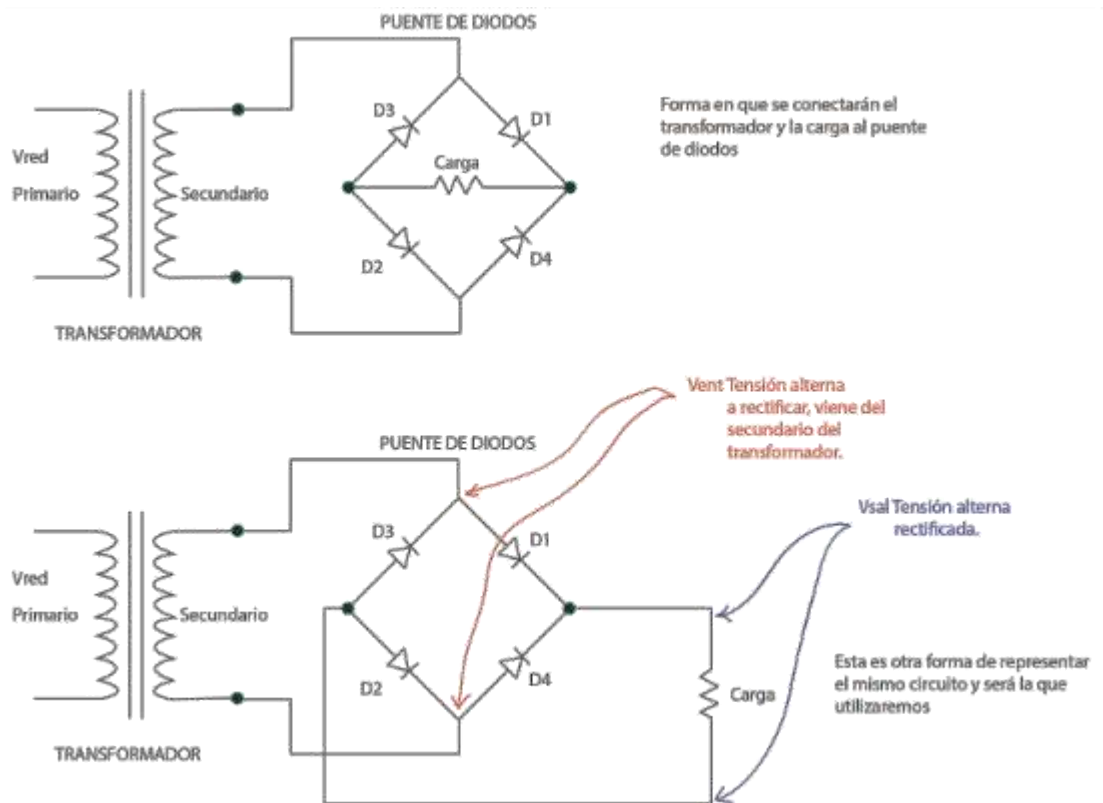


Figura N.- 3 Rectificador de onda completa

La figura N.-3 muestra la conexión del secundario del transformador llamado tensión de entrada (V_{ent}), para el puente de diodos y la tensión de salida (V_{sal}) es la tensión que se mide en la resistencia de la carga.

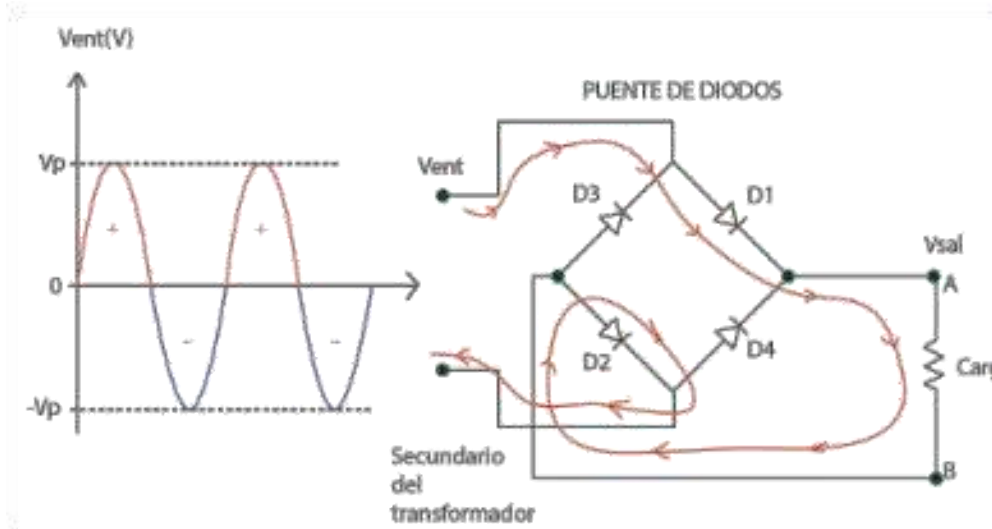


Figura N.- 4: parte positiva de la tensión alterna (color rojo)

En la figura N.- 4: parte positiva de la tensión alterna (color rojo) se muestra el flujo de energía que ingresa al puente de diodos D1 y D2, los cuales se polarizan de forma directa, como resultado se obtiene una caída de 0.7 voltios (aproximadamente), mientras que los diodos D3 y D4 se polarizan en inversa por lo tanto no se activan y no conducen corriente.

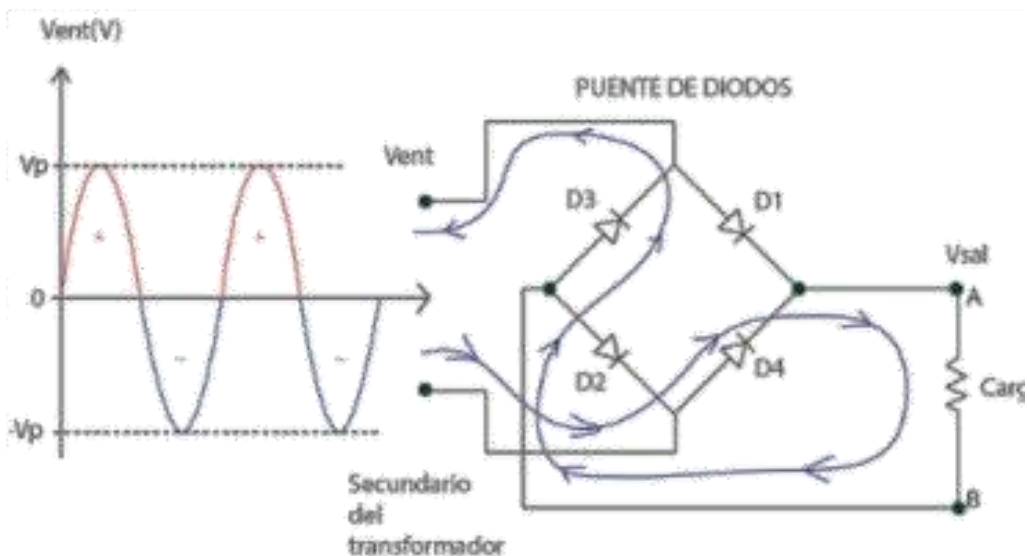


Figura N.- 5: parte negativa de la tensión alterna (color azul)

En la figura N.- 5: parte negativa de la tensión alterna (color azul) se muestra el flujo inverso de energía, en el cual la corriente ingresa al puente de diodos D4 y D3, al igual que en el caso descrito en el párrafo anterior, los diodos se polarizan de forma directa con la misma caída de voltaje (caerán 0.7 voltios aproximadamente) que se activaran y conducirán corriente en ambos diodos, mientras que D1 y D2 se polarizan en inversa por lo tanto no se activan y no conducen corriente.

Condensador

La señal que muestra como salida después de la rectificación es una señal en forma de pulsos ya que el puente de diodos permite pasar la parte positiva de la señal de corriente alterna, al implementar el circuito se realiza mediante la conexión en paralelo de un capacitor, este es un dispositivo el cual puede almacenar un porcentaje de la carga cuando es aplicada corriente en los terminales y proporciona esta carga cuando no se deje de aplicar corriente, se podrá utilizar como filtro.



Figura N.- 6 Condensador electrolítico

Mediante la siguiente formula se podrá calcular el valor de la capacitancia del elemento utilizado como filtro, para la debida instalación y manejo se deberá utilizar un capacitor de valor comercial que sea más próximo al valor obtenido.

V_{ppr} = Voltaje pico pico de rizado.

$V_{ppr} = 10\% (V_p - 1.4)$ Despejando;

$$\frac{I}{f * C} = 10\% (V_p - 1.4)$$

$$C = \frac{10 * I}{f * (V_p - 1.4)}$$

Dónde:

- C = Capacitancia
- I = Corriente continua que se requiere que suministre la fuente de alimentación
- f = Frecuencia de rizado que es el doble de la frecuencia de tensión que se encuentra desde el secundario del transformador que es 60Hz.
- $(V_p - 1.4)$ = Él es voltaje pico de la tensión alterna rectificadora como se muestra en la figura N.- después la tensión en el ciclo disminuirá, provocando que los diodos se polaricen en inversa y no conduzcan o se apaguen, debido a que la tensión del ánodo de los diodos que es la tensión del secundario del transformador se hace menor que la del cátodo de los diodos que es el valor que se ha cargado el condensador.

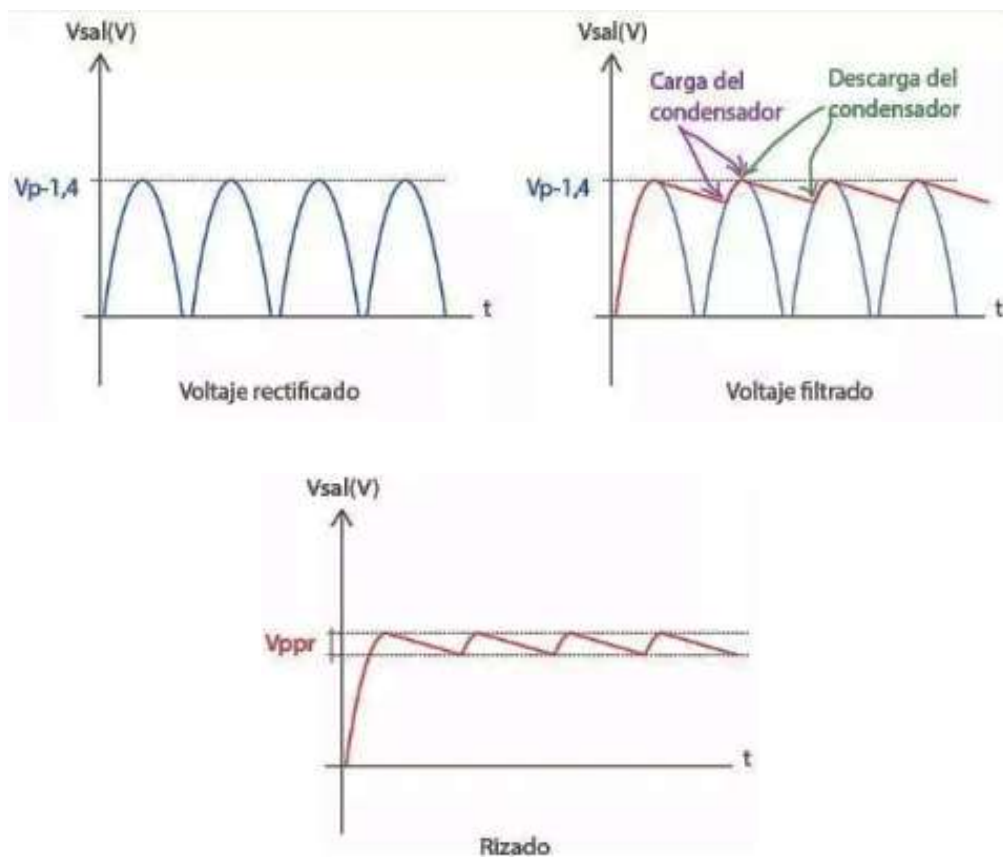


Figura N.- 7 Voltaje rectificado – filtrado y Rizado

Puente H con relés

El elemento indispensable para el proyecto denominado puente h a base de relé cumple con la función de girar un motor eléctrico de corriente continua (motor dc) en ambos sentidos. El uso de los relés que actúan internamente como botones mecánicos accionados

de forma eléctrica que están constituidos por cuatro interruptores, dos abiertos y dos cerrados en el instante de aplicar una tensión (interruptores abiertos) la corriente fluye y gira en sentido horario, si se cambia de posición (interruptores cerrados) el motor gira en sentido anti horario. Las características eléctricas se muestran en la Tabla N.- 0.1 Datasheet relé 12voltios.

Tabla N.- 0.1: Hoja de datos del relé de 24 voltios

Fuente: (Alldatasheet.com, 2019)

Descripción	Valor
Voltaje nominal	24v
Corriente nominal de carga	10 amp.
Resistencia de contacto	100mΩ
Max. Voltaje admisible	110v DC
Max. Corriente admisible	10 amp.
Max. Fuerza potencia permitida	1200VA-300w
Carga min. Aplicable	DC 10v-10mA
Material de contacto	AgCdO

Transistor MOSFET

El transistor que se emplea para la variación de velocidad que si aplica una tensión al terminal gate comienza a producir cargas a los terminales restante (drenador y fuente). Si el valor de la tensión va en aumento los electrones minoritarios del substracto se acumulan y se juntan al aislante con el cambio continuo de variación de tensión los electrones formaran un canal de conducción entre los terminales de drenador y fuente.

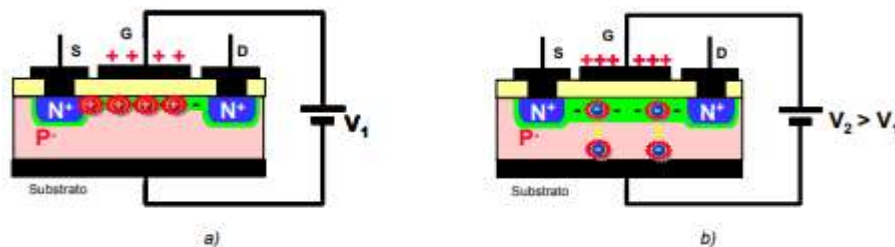


Figura N.-8 Comienzo de creación de un canal en un mosfet canal n de acumulación

Para este proyecto ubicaremos los transistores MOSFET en conexión paralelo con la finalidad de aumentar la capacidad de corriente durante su funcionamiento, las características técnicas de este dispositivo están establecidas en la siguiente tabla referencial:

Tabla N.-0.2 Datos de referencia rápida-transistor IRFZ44N

Parámetros	Max.	Unidad de medida
Tensión de drenaje de fuente	55	V
Corriente de drenaje	49	A
Disipación total de la energía	110	W
Temperatura de la Unión	175	°C
Resistencia de estado de drenaje-fuente	22	mΩ

Diodo zener

Es un elemento formado por una combinación de material semiconductor de tipo p con uno de tipo n, está diseñado para mantener una tensión constante en sus terminales. En el proyecto implementado el diodo zener cumple con una función muy importante y actúa como un elemento de protección para que no sobrepase una determinada tensión a la carga del circuito. Las características de este dispositivo son las siguientes:

- Baja caída de voltaje directo
- Alta capacidad de corriente
- Mas Fiabilidad alta
- Corriente de sobretensión de alta capacidad
- Máximo voltaje de reverso pico 400v.
- Voltaje RMS 280v.
- Voltaje máximo de bloqueo cc. 400v.



Figura N.-9 Diodo zener

Transistor NPN

El transistor 2N3904 es aquel dispositivo que está diseñado para funcionar a bajas intensidades, bajas potencias, tensiones medias y velocidades altas en el proyecto los transistores están actuando como un switch los mismos que están comandados por una señal de la placa Arduino para activar o desactivar los elementos de control de velocidad y giro. Las principales características de este elemento:

- Voltaje colector emisor en corte 40v.
- Corriente de colector constante 200mA
- Potencia tota 625mW
- Frecuencia de trabajo 30 – 300 Mhz

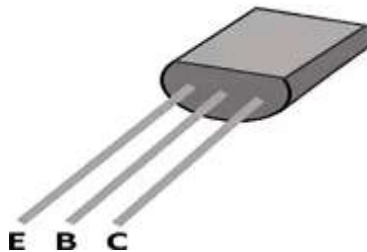


Figura N.-10 Transistor 2N3904

Aplicación móvil: *Electronics Bluetooth*

Es una aplicación móvil que permite controlar desde un dispositivo Android mediante *Bluetooth* las diferentes operaciones establecidas que facilita de forma segura la operación del equipo, como se describe a continuación:



Figura N.-11: Aplicación móvil vía Bluetooth

- **Botón marcha-paro:** La finalidad es de encender y apagar el sistema implementado.
- **Switch variador de velocidad:** Controla la velocidad del motor la misma que tiene tres posiciones adjuntadas a cada una de ellas iluminación de tal forma que indican su estado entre más velocidad la luz es más intensa o viceversa.
- **Switch con almacenamiento de datos:** Incluye tres tipos de programas diferentes de acuerdo a la operación requerida.
- **Botón contador de vueltas:** Permite visualizar la cantidad de vueltas que transcurre en el tiempo las mismas que se encuentran configuradas de tal manera que si existe un paro innecesario estos datos queden guardados y se puedan visualizar luego, así como también presionando el botón pueda encersarse (reseteo del contador)

En la figura N.-12 se muestra un diagrama de bloques de la automatización de una máquina de tejido.

Smartphone Android

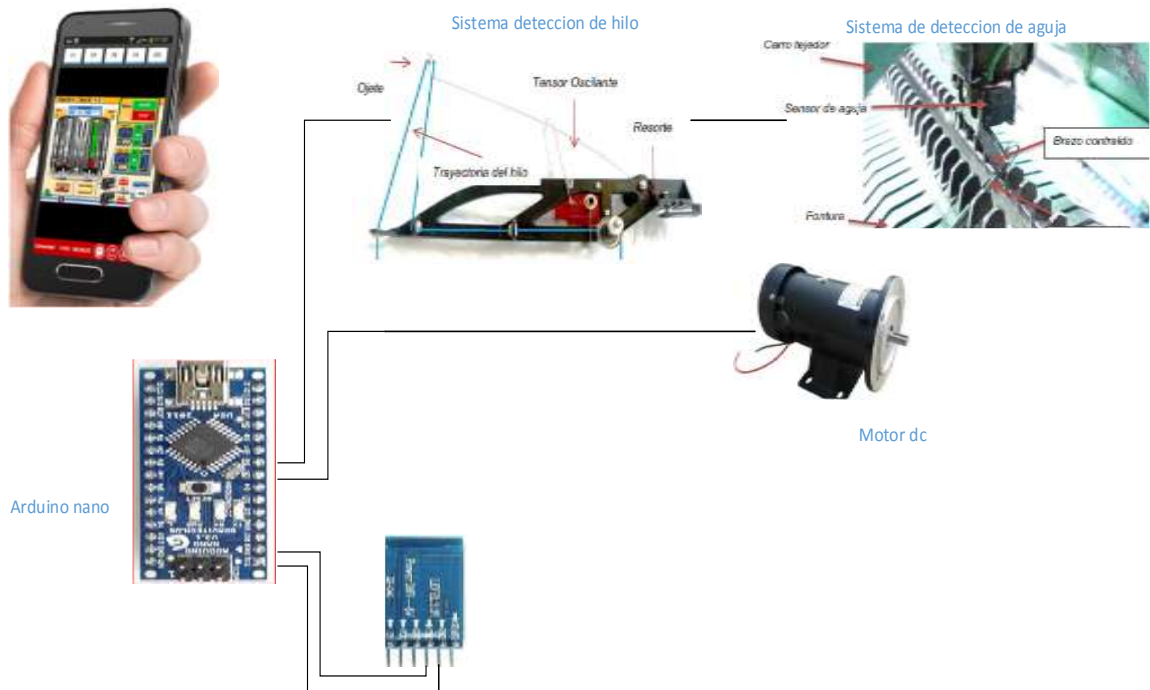


Figura N.-12 Diagrama de conexión de elementos.

Guía rápida de mantenimiento

El mantenimiento preventivo de la máquina de tejido debe realizarse de forma trimestral mientras que el correctivo se realizara cuando la maquina presente fallas que provoca en paro de producción de forma inesperada. Estos mantenimientos se efectuaran en base a un cronograma establecido.

El mantenimiento preventivo debe incluir las siguientes acciones:

- Verificación y limpieza de Switch principal.
- Revisión y reajustes de la placa de borneras.
- Verificación y limpieza del ventilador.
- Verificación de los sensores y limpieza del elemento.
- Limpieza del sistema mecánico y trayectoria de la cadena.

El mantenimiento correctivo debe incluir las siguientes acciones:

- Cambio de fusibles según su estado.
- Cambio de eslabón, pasador y rodillos cuando no haya tensión en el sistema.
- Cambio de ventilador, según su estado cada tres años.

Solución de problemas más comunes.

El equipo no enciende.

- Verificar si esta energizado la máquina
- Verificar fusibles de ingreso 110voltios y 24voltios se encuentra operativos.
- Verificar si el selector se encuentra operativo.

El equipo no se conecta por Bluetooth

- Verificar que el equipo se encuentre encendido.
- Verificar que la distancia entre el equipo y el dispositivo Smartphone no supere los 10 metros.
- Verificar que el módulo se encuentre funcionando.
- Verificar que el micro controlador Arduino Nano funcione normal.

El equipo no se encuentra controlado por el dispositivo Smartphone

- Verificar cada uno de los elementos internos funcionen de una manera correcta.
- Verificar que el dispositivo Smartphone este encendido el *Bluetooth*.
- Verificar que no exceda los 10 metros permitidos.

El motor DC no enciende

- Verificar el tablero de control si esta encendido.
- Verificar fusibles en buen estado.
- Verificar la placa de bornes conectados.

El equipo no detecta las señales de los sensores

- Verificar si los sensores se encuentran en buen estado.
- Validar si los parámetros establecidos en el Smartphone sean los correctos.
- Verificar si los sensores están energizados.

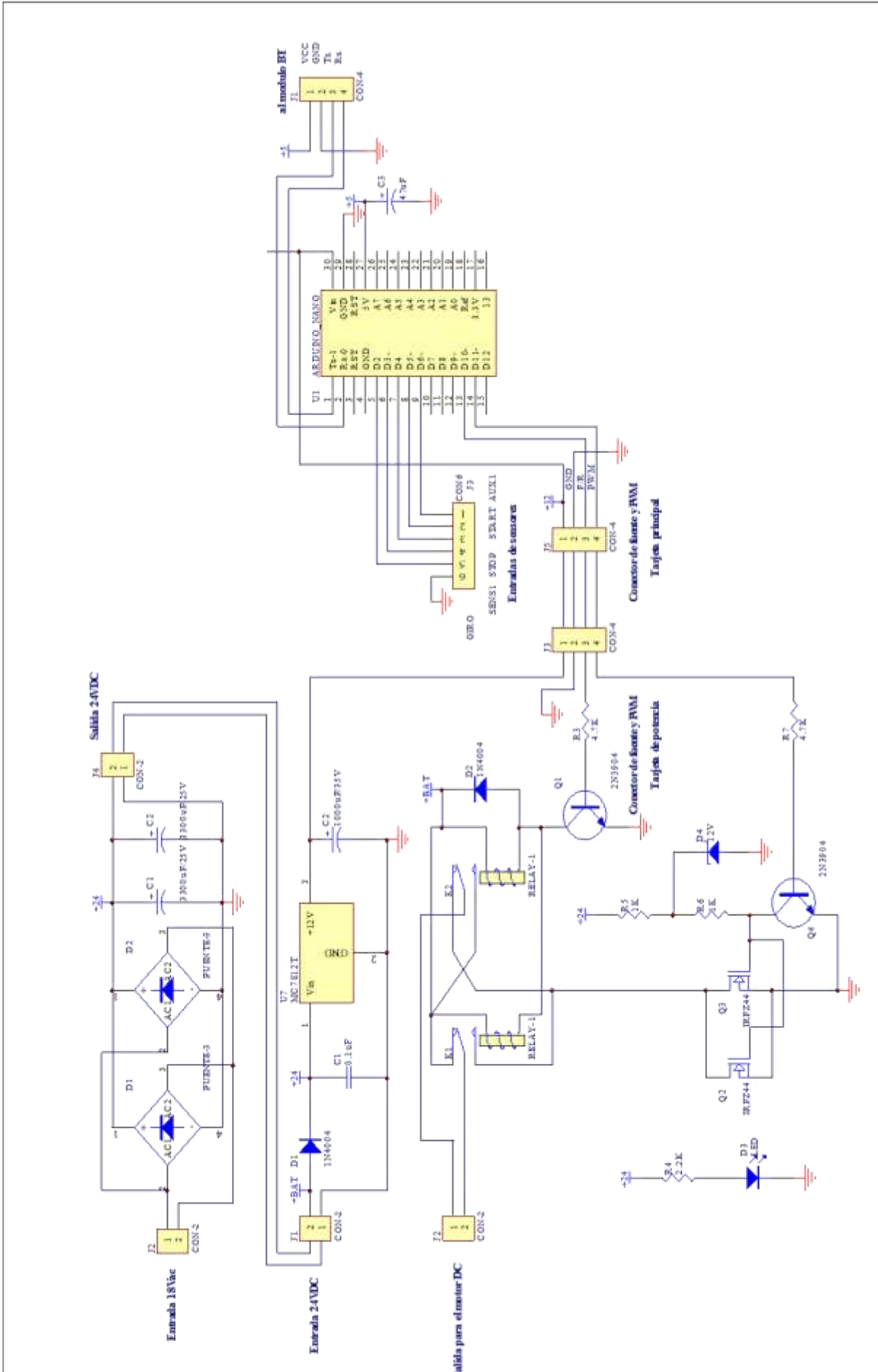
Contacto de soporte técnico.

Nombre: Luis Huilca

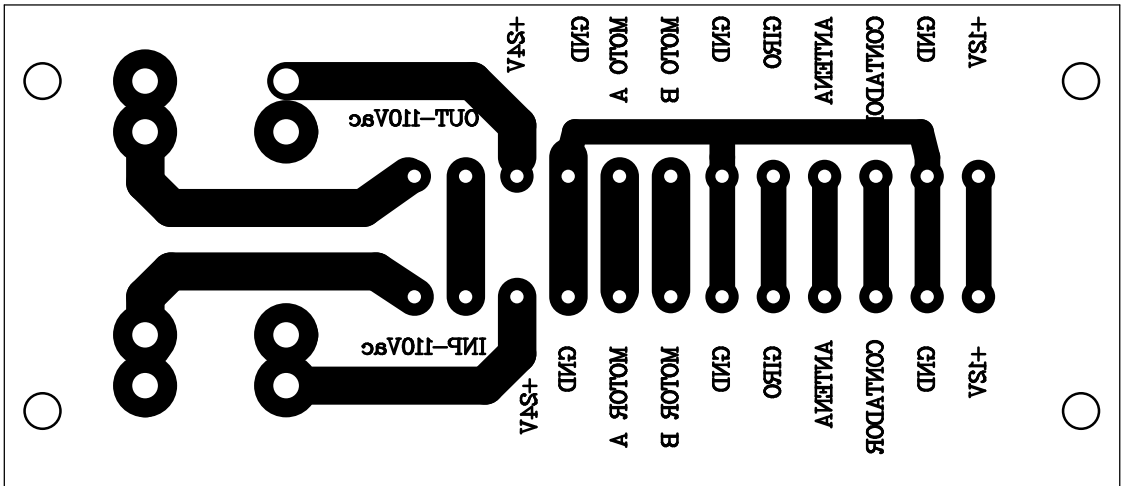
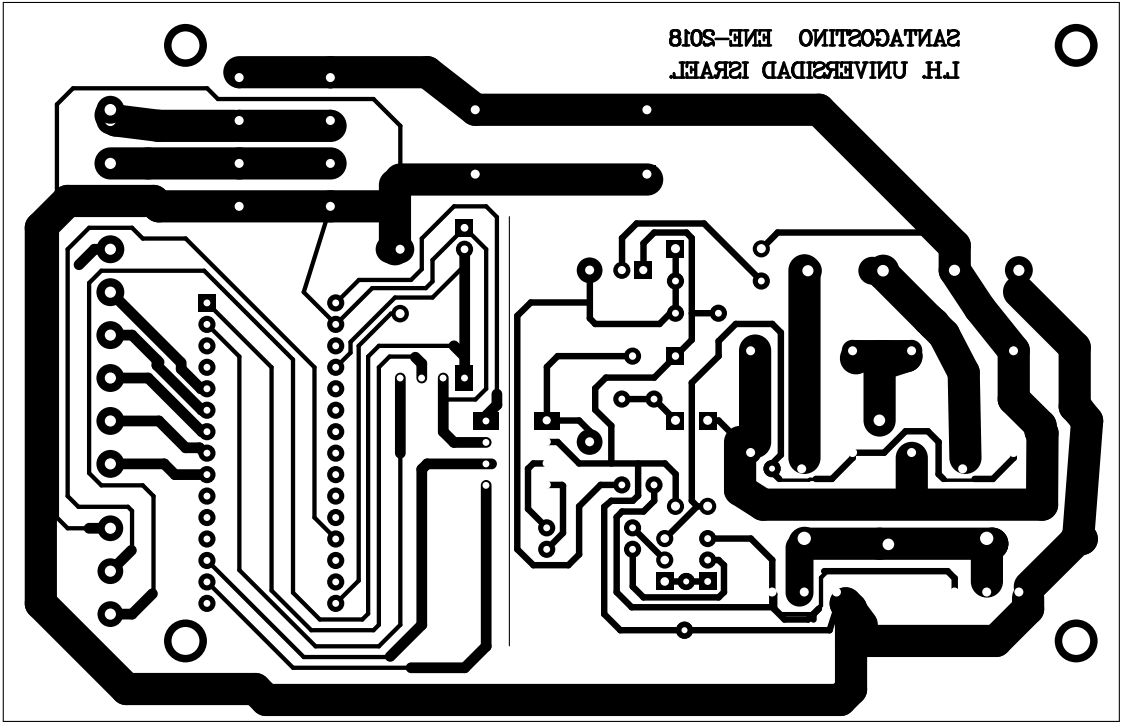
Correo electrónico: luis.huilca@outlook.es

Teléfono: 099 398 6230

**ANEXO 4. DIAGRAMA DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO DEL
SISTEMA AUTOMÁTICO.**



Placa PCB sistema automático

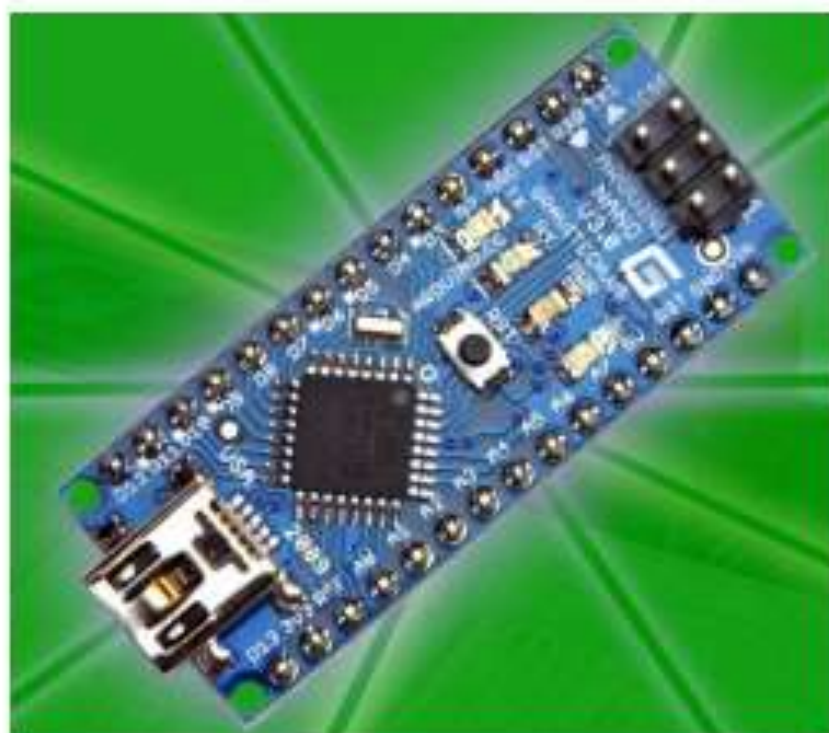


INP-110V
INP-110V
+24V
GND
MOTOR A
MOTOR B
GND
GIRO
ANTENA
CONTADOR
GND
+12V

ANEXO 6. DATASHEET.

Arduino Nano (V3.0)

User Manual



Released under the Creative Commons Attribution Share-Alike 2.5 License

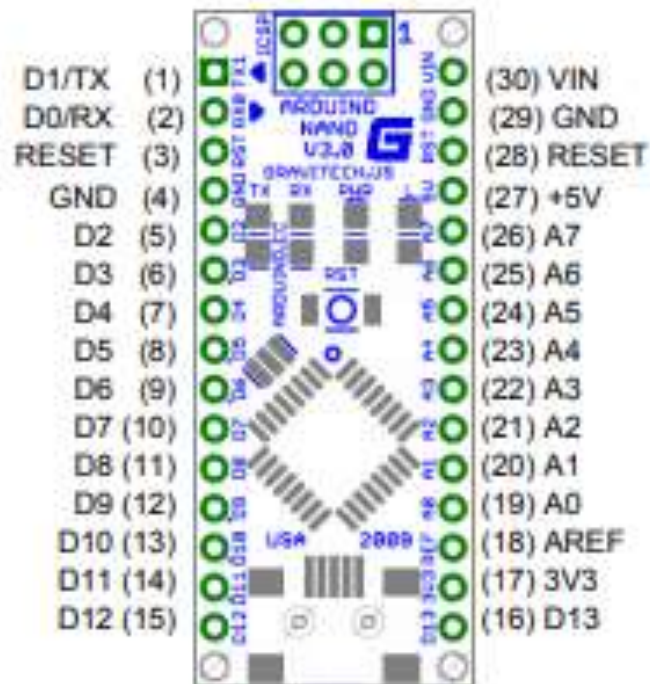
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/>

More information:

www.arduino.cc

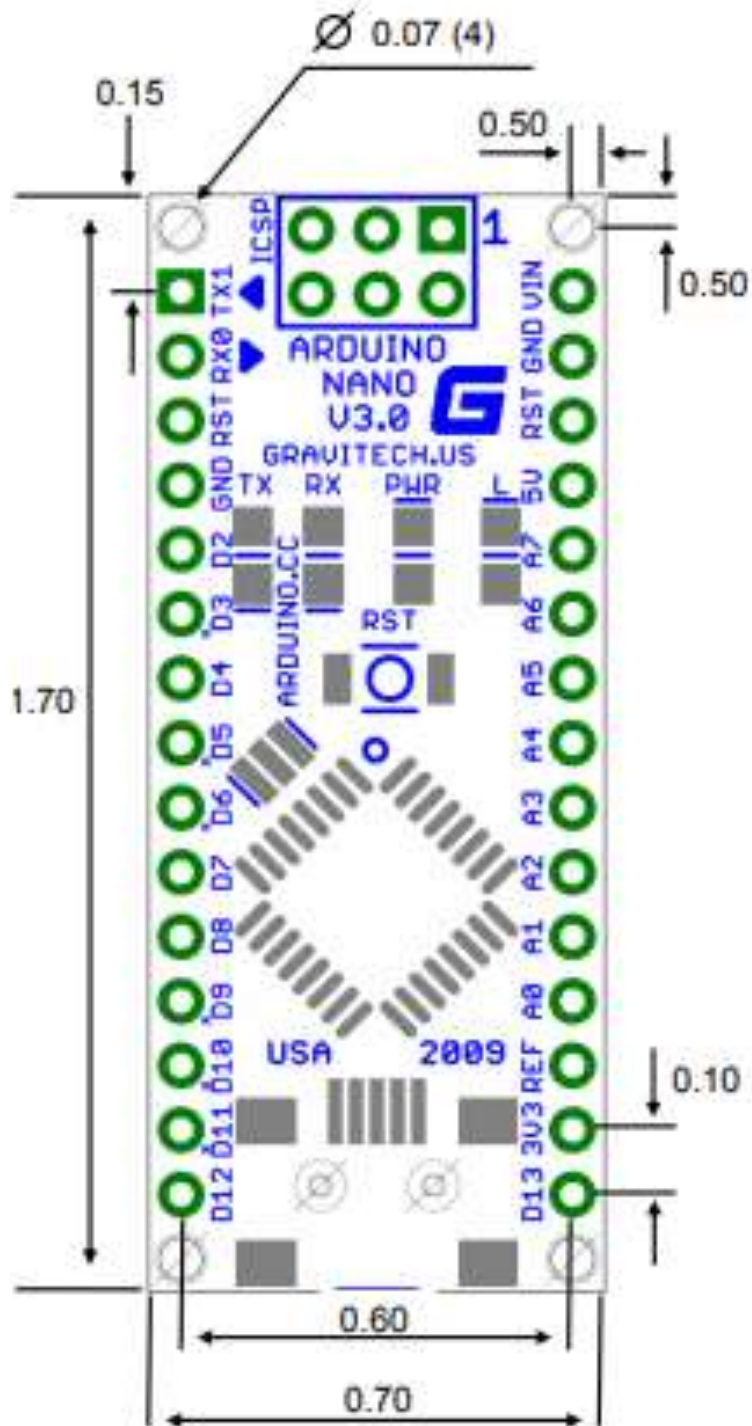
Rev 3.0

Arduino Nano Pin Layout



Pin No.	Name	Type	Description
1-2, 5-16	D0-D13	I/O	Digital input/output port 0 to 13
3, 28	RESET	Input	Reset (active low)
4, 29	GND	PWR	Supply ground
17	3V3	Output	+3.3V output (from FTDI)
18	AREF	Input	ADC reference
19-26	A0-A7	Input	Analog input channel 0 to 7
27	+5V	Output or Input	+5V output (from on-board regulator) or +5V (input from external power supply)
30	VIN	PWR	Supply voltage

Arduino Nano Mechanical Drawing



HC-05

-Bluetooth to Serial Port Module

Overview



HC-05 module is an easy to use Bluetooth SPP (Serial Port Protocol) module, designed for transparent wireless serial connection setup.

Serial port Bluetooth module is fully qualified Bluetooth V2.0+EDR (Enhanced Data Rate) 3Mbps Modulation with complete 2.4GHz radio transceiver and baseband. It uses CSR Bluecore 04-External single chip Bluetooth system with CMOS technology and with AFH(Adaptive Frequency Hopping Feature). It has the footprint as small as 12.7mmx27mm. Hope it will simplify your overall design/development cycle.

Specifications

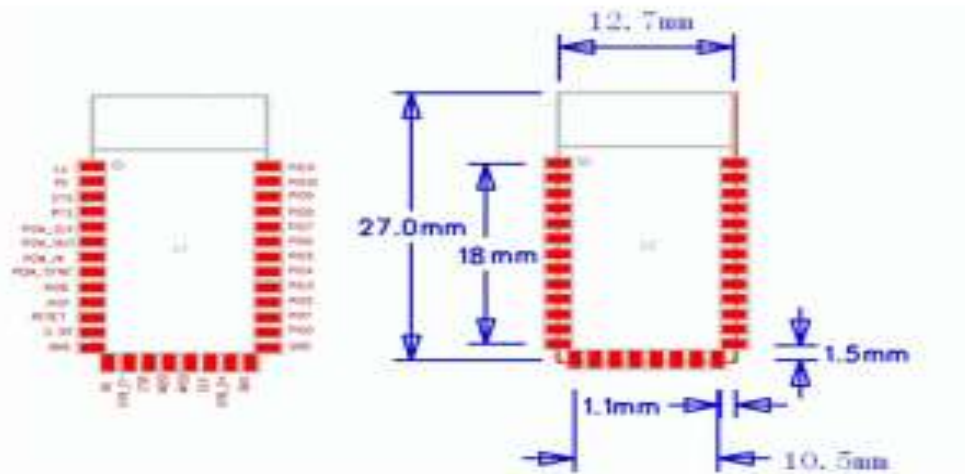
Hardware features

- Typical -80dBm sensitivity
- Up to +4dBm RF transmit power
- Low Power 1.8V Operation ,1.8 to 3.6V I/O
- PIO control
- UART interface with programmable baud rate
- With integrated antenna
- With edge connector

Software features

- Default Baud rate: 38400, Data bits:8, Stop bit:1,Parity:No parity, Data control: has. Supported baud rate: 9600,19200,38400,57600,115200,230400,460800.
- Given a rising pulse in PIO0, device will be disconnected.
- Status instruction port PIO1: low-disconnected, high-connected;
- PIO10 and PIO11 can be connected to red and blue led separately. When master and slave are paired, red and blue led blinks 1time/2s in interval, while disconnected only blue led blinks 2times/s.
- Auto-connect to the last device on power as default.
- Permit pairing device to connect as default.
- Auto-pairing PINCODE:"0000" as default
- Auto-reconnect in 30 min when disconnected as a result of beyond the range of connection.

Hardware



PIN Name	PIN #	Pad type	Description	Note
GND	13 21 22	VSS	Ground pot	
3.3 VCC	12	3.3V	Integrated 3.3V (+) supply with On-chip linear regulator output within 3.15-3.3V	
AIO0	9	Bi-Directional	Programmable input/output line	
AIO1	10	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO0	23	Bi-Directional RN_EN	Programmable input/output line, control output for LNA(if fitted)	
PIO1	24	Bi-Directional TX_EN	Programmable input/output line, control output for PA(if fitted)	
PIO2	25	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO3	26	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO4	27	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO5	28	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO6	29	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO7	30	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO8	31	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO9	32	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO10	33	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO11	34	Bi-Directional	Programmable input/output line	

RESETB	11	CMOS input with weak internal pull-up	Reset if low input duration is must be low for >5MS to cause a reset	
UART_RTS	4	CMOS output, tri-stable with weak internal pull-up	UART request to send, active low	
UART_CTS	3	CMOS input with weak internal pull-down	UART clear to send, active low	
UART_RX	2	CMOS input with weak internal pull-down	UART Data input	
UART_TX	1	CMOS output, Tri-stable with weak internal pull-up	UART Data output	
SPI_MOSI	17	CMOS input with weak internal pull-down	Serial peripheral interface data input	

SPI_CS	16	CMOS input with weak internal pull-up	Chip select for serial peripheral interface, active low	
SPI_CLK	19	CMOS input with weak internal pull-down	Serial peripheral interface clock	
SPI_MISO	18	CMOS input with weak internal pull-down	Serial peripheral interface data Output	
USB_	15	Bi-Directional		

USB_+	20	Bi-Directional		
NC	14			
PCM_CLK	5	Bi-Directional	Synchronous PCM data clock	
PCM_OUT	6	CMOS output	Synchronous PCM data output	
PCM_IN	7	CMOS input	Synchronous PCM data input	
PCM_SYNC	8	Bi-Directional	Synchronous PCM data strobe	

AT command Default:

How to set the mode to server (master):

1. Connect PIO11 to high level.
2. Power on, module into command state.
3. Using baud rate 38400, sent the "AT+ROLE=1\r\n" to module, with "OK\r\n" means setting successes.
4. Connect the PIO11 to low level, repower the module, the module work as server (master).

AT commands: (all end with \r\n)

1. Test command:

Command	Respond	Parameter
AT	OK	-

2. Reset

Command	Respond	Parameter
AT+RESET	OK	-

3. Get firmware version

Command	Respond	Parameter
AT+VERSION?	+VERSION:<Param> OK	Param : firmware version

Example:

```
AT+VERSION?\r\n
+VERSION:2.0-20100601
OK
```


4. Restore default

Command	Respond	Parameter
AT+ORGL	OK	-

Default state:

Slave mode, pin code :1234, device name: H-C-2010-06-01 ,Baud 38400bits/s.

5. Get module address

Command	Respond	Parameter
AT+ADDR?	+ADDR:<Param> OK	Param: address of Bluetooth module

Bluetooth address: NAP: UIAP : LAP

Example:

```
AT+ADDR?\r\n
+ADDR:1234-56:abcdef
OK
```

6. Set/Check module name:

Command	Respond	Parameter
AT+NAME=<Param>	OK	Param: Bluetooth module name (Default :HC-05)
AT+NAME?	+NAME:<Param> OK (/FAIL)	

Example:

```
AT+NAME=HC-05\r\n    set the module name to "HC-05"
OK
AT+NAME=ITeadStudio\r\n
OK
AT+NAME?\r\n
+NAME: ITeadStudio
OK
```

7. Get the Bluetooth device name:

Command	Respond	Parameter
AT+RNAME?<Param1>	1. +NAME:<Param2> OK 2. FAIL	Param1,Param 2 : the address of Bluetooth device

Example: (Device address D0:02:72:od:22:24, name: ITead)

```
AT+RNAME? 0002, 72, od2224\r\n
+RNAME:ITead
OK
```

8. Set/Check module mode:

Command	Respond	Parameter
AT+ROLE=<Param>	OK	Param:
AT+ROLE?	+ROLE:<Param>	D- Slave

	OK	1-Master 2-Slave-Loop
--	----	--------------------------

9. Set/Check device class

Command	Respond	Parameter
AT+CLASS=<Param>	OK	Param: Device Class
AT+CLASS?	1. +CLASS:<Param> OK 2. FAIL	

10. Set/Check GIAC (General Inquire Access Code)

Command	Respond	Parameter
AT+IAC=<Param>	1.OK 2. FAIL	Param: GIAC (Default : 9e8b33)
AT+IAC	+IAC:<Param> OK	

Example:

```
AT+IAC=9e8b33\r\n
OK
AT+IAC?\r\n
+IAC:9e8b33
OK
```

11. Set/Check -- Query access patterns

Command	Respond	Parameter
AT+INQM=<Param>,<Param2>,<Param3>	1. OK 2. FAIL	Param:
AT+ INQM?	+INQM : <Param>,<Param2>,<Param3> OK	0--inquiry_mode_standard 1--inquiry_mode_rssi Param2: Maximum number of Bluetooth devices to respond to Param3: Timeout (1-48 : 1.28s to 61.44s)

Example:

```
AT+INQM=1,9,48\r\n
OK
AT+INQM\r\n
+INQM:1, 9, 48
OK
```

12. Set/Check PIN code:

Command	Respond	Parameter
AT+PSWD=<Param>	OK	Param: PIN code
AT+ PSWD?	+ PSWD : <Param> OK	(Default 1234)

13. Set/Check serial parameter:

Command	Respond	Parameter
AT+UART=<Param>,<Param2>,<Param3>	OK	Param1: Baud Param2: Stop bit Param3: Parity
AT+ UART?	+UART=<Param>,<Param2>,<Param3> OK	

Example:

```
AT+UART=115200, 1,2,\r\n
OK
AT+UART?
+UART:115200,1,2
OK
```

14. Set/Check connect mode:

Command	Respond	Parameter
AT+CMODE=<Param>	OK	Param:
AT+ CMODE?	+ CMODE:<Param> OK	0 - connect fixed address 1 - connect any address 2 - slave-Loop

15. Set/Check fixed address:

Command	Respond	Parameter
AT+BIND=<Param>	OK	Param: Fixed address
AT+ BIND?	+ BIND:<Param> OK	(Default 00:00:00:00:00:00)

Example:

```
AT+BIND=1234. 56. abcdef\r\n
OK
AT+BIND?\r\n
+BIND:1234-56:abcdef
OK
```

16. Set/Check LED I/O

Command	Respond	Parameter
AT+POLAR=<Param1>,<Param2>	OK	Param1:
AT+ POLAR?	+ POLAR=<Param1>,<Param2> OK	0- Pi08 low drive LED 1- Pi08 high drive LED

SMALL SIGNAL NPN TRANSISTOR

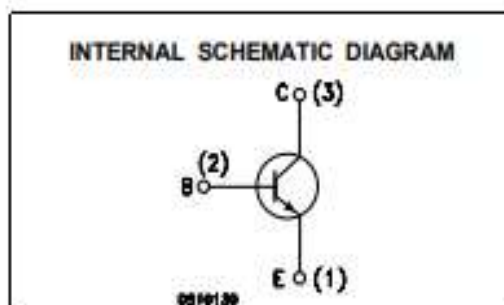
PRELIMINARY DATA

Ordering Code	Marking	Package / Shipment
2N3904	2N3904	TO-92 / Bulk
2N3904-AP	2N3904	TO-92 / Ammo pack

- SILICON EPITAXIAL PLANAR NPN TRANSISTOR
- TO-92 PACKAGE SUITABLE FOR THROUGH-HOLE PCB ASSEMBLY
- THE PNP COMPLEMENTARY TYPE IS 2N3906

APPLICATIONS

- WELL SUITABLE FOR TV AND HOME APPLIANCE EQUIPMENT
- SMALL LOAD SWITCH TRANSISTOR WITH HIGH GAIN AND LOW SATURATION VOLTAGE



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{CB0}	Collector-Base Voltage ($I_E = 0$)	60	V
V_{CE0}	Collector-Emitter Voltage ($I_B = 0$)	40	V
V_{EB0}	Emitter-Base Voltage ($I_C = 0$)	6	V
I_C	Collector Current	200	mA
P_{tot}	Total Dissipation at $T_C = 25\text{ }^\circ\text{C}$	625	mW
T_{stg}	Storage Temperature	-65 to 150	$^\circ\text{C}$
T_J	Max. Operating Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$

THERMAL DATA

$R_{thj-amb}$	Thermal Resistance Junction-Ambient	Max	200	$^\circ\text{C/W}$
$R_{thj-case}$	Thermal Resistance Junction-Case	Max	83.3	$^\circ\text{C/W}$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_{case} = 25^{\circ}C$ unless otherwise specified)

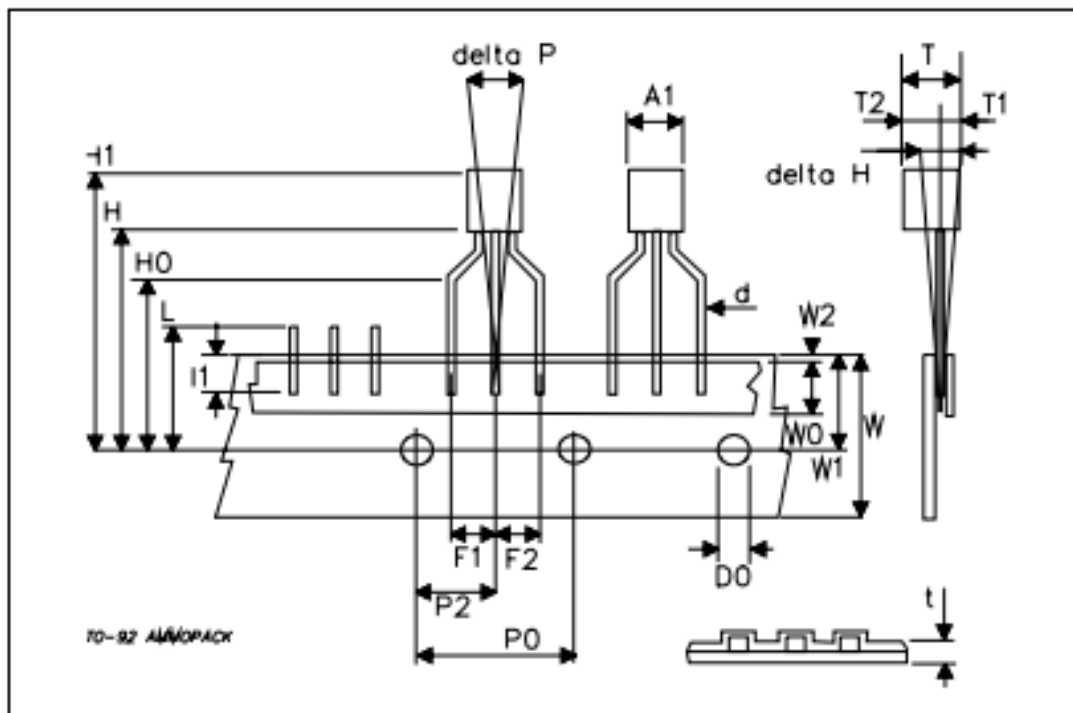
Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
I_{CEX}	Collector Cut-off Current ($V_{BE} = -3V$)	$V_{CE} = 30V$			50	nA
I_{BEX}	Base Cut-off Current ($V_{BE} = -3V$)	$V_{CE} = 30V$			50	nA
$V_{(BR)CEO}^*$	Collector-Emitter Breakdown Voltage ($I_B = 0$)	$I_C = 1mA$	40			V
$V_{(BR)CBO}$	Collector-Base Breakdown Voltage ($I_E = 0$)	$I_C = 10\mu A$	60			V
$V_{(BR)EBO}$	Emitter-Base Breakdown Voltage ($I_C = 0$)	$I_E = 10\mu A$	6			V
$V_{CE(sat)}^*$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10mA$ $I_B = 1mA$ $I_C = 50mA$ $I_B = 5mA$			0.2 0.2	V V
$V_{BE(sat)}^*$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10mA$ $I_B = 1mA$ $I_C = 50mA$ $I_B = 5mA$	0.65		0.85 0.95	V V
h_{FE}^*	DC Current Gain	$I_C = 0.1mA$ $V_{CE} = 1V$ $I_C = 1mA$ $V_{CE} = 1V$ $I_C = 10mA$ $V_{CE} = 1V$ $I_C = 50mA$ $V_{CE} = 1V$ $I_C = 100mA$ $V_{CE} = 1V$	60 80 100 60 30		300	
f_T	Transition Frequency	$I_C = 10mA$ $V_{CE} = 20V$ $f = 100MHz$	250	270		MHz
C_{CBO}	Collector-Base Capacitance	$I_E = 0$ $V_{CB} = 10V$ $f = 1MHz$		4		pF
C_{EBO}	Emitter-Base Capacitance	$I_C = 0$ $V_{EB} = 0.5V$ $f = 1MHz$		18		pF
NF	Noise Figure	$V_{CE} = 5V$ $I_C = 0.1mA$ $f = 10Hz$ to 15.7 KHz $R_G = 1K\Omega$		5		dB
t_d	Delay Time	$I_C = 10mA$ $I_B = 1mA$			35	ns
t_r	Rise Time	$V_{CC} = 30V$			35	ns
t_s	Storage Time	$I_C = 10mA$ $I_{B1} = -I_{B2} = 1mA$			200	ns
t_f	Fall Time	$V_{CC} = 30V$			50	ns

TO-92 MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.32		4.95	0.170		0.195
b	0.36		0.51	0.014		0.020
D	4.45		4.95	0.175		0.194
E	3.30		3.94	0.130		0.155
e	2.41		2.67	0.095		0.105
e1	1.14		1.40	0.045		0.055
L	12.70		15.49	0.500		0.609
R	2.16		2.41	0.085		0.094
S1	1.14		1.52	0.045		0.059
W	0.41		0.56	0.016		0.022
V	4 degree		6 degree	4 degree		6 degree

TO-92 AMMOPACK SHIPMENT (Suffix"-AP") MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A1			4.80			0.189
T			3.80			0.150
T1			1.60			0.063
T2			2.30			0.091
d			0.48			0.019
P0	12.50	12.70	12.90	0.492	0.500	0.508
P2	5.65	6.35	7.05	0.222	0.250	0.278
F1,F2	2.44	2.54	2.94	0.096	0.100	0.116
delta H	-2.00		2.00	-0.079		0.079
W	17.50	18.00	19.00	0.689	0.709	0.748
W0	5.70	6.00	6.30	0.224	0.236	0.248
W1	8.50	9.00	9.25	0.335	0.354	0.364
W2			0.50			0.020
H	18.50		20.50	0.728		0.807
H0	15.50	16.00	16.50	0.610	0.630	0.650
H1			25.00			0.984
D0	3.80	4.00	4.20	0.150	0.157	0.165
t			0.90			0.035
L			11.00			0.433
l1	3.00			0.118		
delta P	-1.00		1.00	-0.039		0.039



1N4001 THRU 1N4007

1.0 AMP SILICON RECTIFIERS

FEATURES

- * The plastic package carries Underwriters Laboratory Flammability Classification 94V-0
- * Low cost construction utilizing void-free molded plastic technique
- * Diffused junction
- * Low reverse leakage
- * High current capability
- * Easily cleaned with Freon, Alcohol, Chlorothen, and similar solvents
- * High temperature soldering guaranteed : 265°C/10 seconds/.375"(.9.5mm)lead lengths at 5 lbs(2.3kg) tension

MECHANICAL DATA

- * Case: Molded plastic
- * Polarity: Color band denotes cathode end
- * Lead: Plated axial lead, solderable per MIL-STD-202E method 208C
- * Mounting position: Any
- * Weight: 0.012 ounce, 0.3 gram

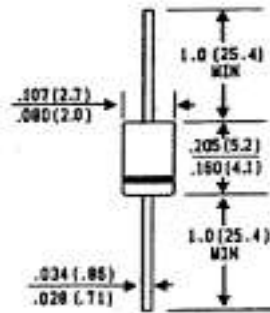
VOLTAGE RANGE

50 to 1000 Volts

CURRENT

1.0 Ampere

DO-41



Dimensions in inches and (millimeters)

MAXIMUM RATINGS AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Ratings at 25°C ambient temperature unless otherwise specified.

Single phase, half wave, 60 Hz, resistive or inductive load.

For capacitive load derate current by 20%.

	SYMBOL	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	UNITS
Maximum Recurrent Peak Reverse Voltage	V _{rrm}	50	100	200	400	600	800	1000	V
Maximum RMS Voltage	V _{rms}	35	70	140	280	420	560	700	V
Maximum DC Blocking Voltage	V _{dc}	50	100	200	400	600	800	1000	V
Maximum Average Forward Rectified Current .375" (.9.5mm)lead length at T _A =75°C	I _(AV)	1.0							A
Peak Forward Surge Current 8.3 ms single half sine wave superimposed on rated load (JEDEC method)	I _{fsm}	30							A
Maximum instantaneous Forward Voltage at 1.0A DC	V _F	1.1							V
Maximum Reverse Current at Rated DC @T _A =25°C	I _R	5.0							µA
Blocking Voltage per element @T _A =100°C	HTIR	50							µA
Maximum DC Reverse Current Average, Full cycle .375"(.9.5mm) lead length at T _L =75°C	HTIR	30							µA
Typical Junction Capacitance (Note1)	C _J	30							pf
Typical Thermal Resistance (Note2)	R _{thja}	50							°C/W
Operating and Storage Temperature Range	T _j , T _{stg}	-65 TO +175							°C

NOTES :

1. Measured at 1.0 MHz and applied reverse voltage of 4.0 Volts.
2. Thermal Resistance from Junction to Ambient at .375"(.9.5mm)lead length, P.C.board mounted.

FIG. 1 — FORWARD CURRENT DERATING CURVE

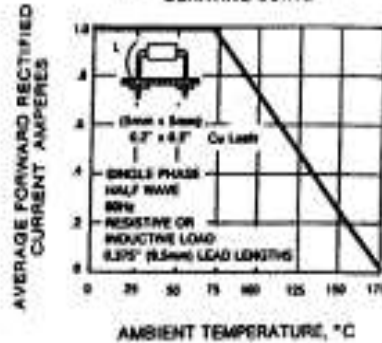


FIG. 2 — TYPICAL FORWARD CHARACTERISTICS

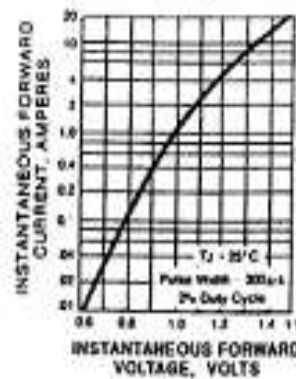


FIG. 3 — MAXIMUM NON-REPETITIVE PEAK FORWARD SURGE CURRENT

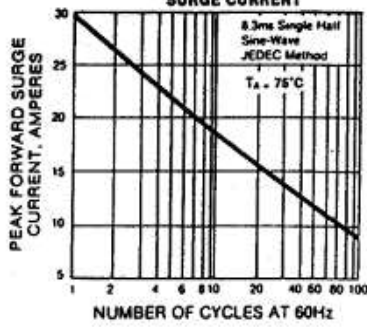


FIG. 4 — PEAK FORWARD SURGE CURRENT

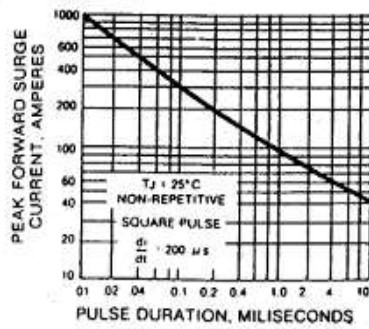


FIG. 5 — TYPICAL JUNCTION CAPACITANCE

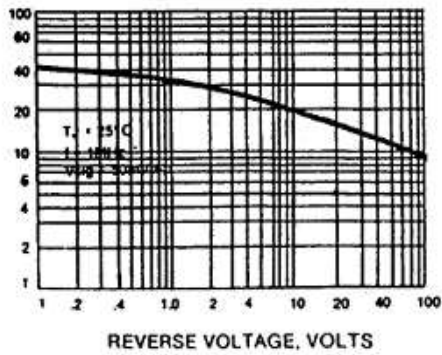
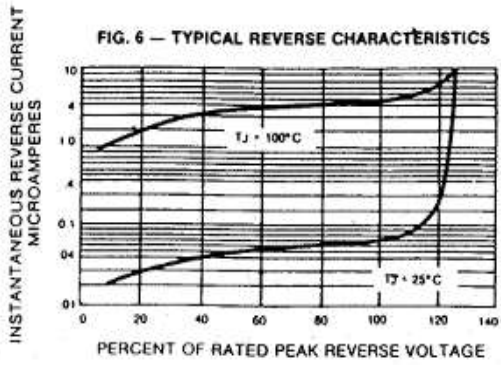


FIG. 6 — TYPICAL REVERSE CHARACTERISTICS



Voltage regulator diodes

1N4728A to 1N4749A

FEATURES

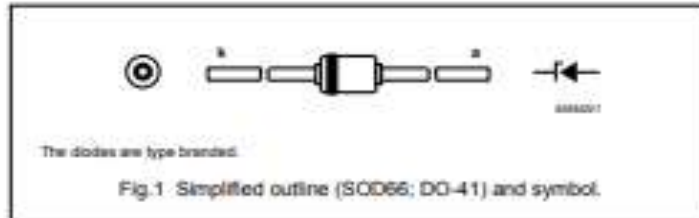
- Total power dissipation: max. 1000 mW
- Tolerance series: $\pm 5\%$
- Working voltage range: nom. 3.3 to 24 V.

APPLICATIONS

- Low voltage stabilizers.

DESCRIPTION

Low voltage regulator diodes in hermetically sealed SOD66 (DO-41) packages. The series consists of 22 types with nominal working voltages from 3.3 to 24 V.



LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
I_F	continuous forward current		–	500	mA
I_{ZM}	working current			see Table "Per type"	
I_{ZSM}	non-repetitive peak reverse current			see Table "Per type"	
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} = 50\text{ }^\circ\text{C}$	–	1000	mW
T_{stg}	storage temperature		–65	+200	$^\circ\text{C}$
T_j	junction temperature		–65	+200	$^\circ\text{C}$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Total series

$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$; unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_F	forward voltage	$I_F = 200\text{ mA}$; see Fig.3	–	1.2	V

Per type

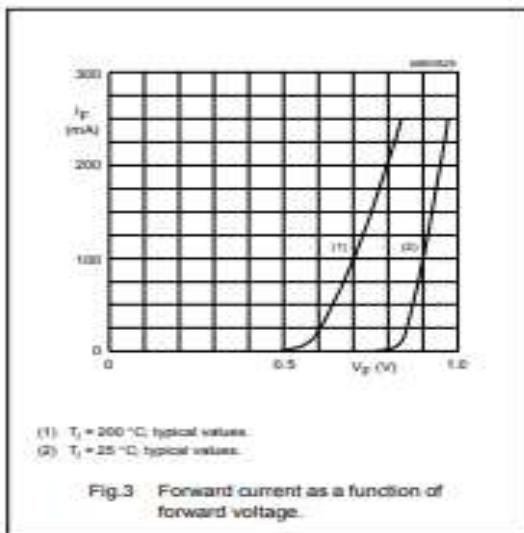
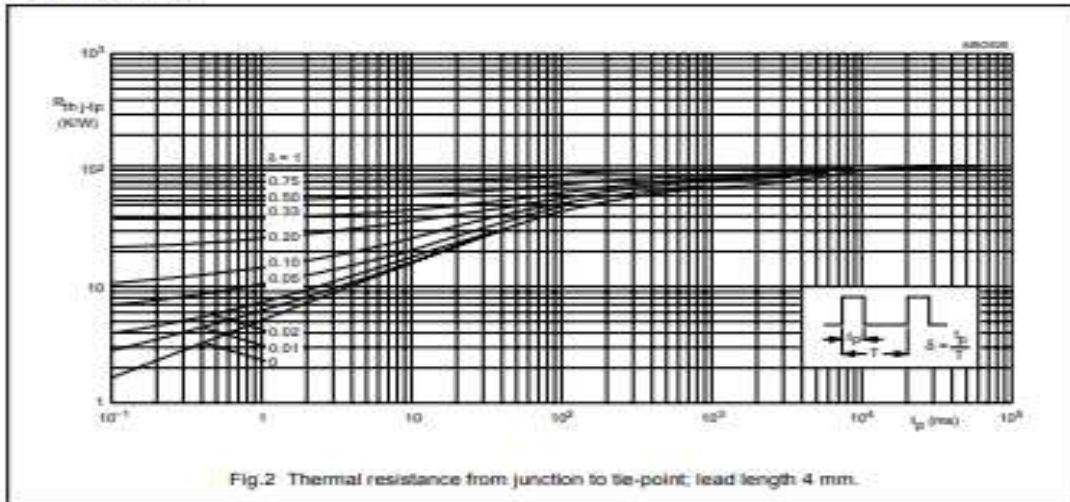
$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$; unless otherwise specified.

TYPE No.	WORKING VOLTAGE V_Z (V) ⁽¹⁾ at I_{ZSM}	TEST CURRENT I_{ZSM} (mA)	DIFFERENTIAL RESISTANCE			REVERSE CURRENT at REVERSE VOLTAGE		WORKING CURRENT I_{ZM} (mA)	NON-REPETITIVE PEAK REVERSE CURRENT I_{ZSM} (mA) ⁽²⁾
			r_{ZM} (Ω) at I_{ZSM}	r_{ZK} (Ω) at I_Z	I_Z (mA)	I_R (μA)	V_R (V)		
			MAX.	MAX.		MAX.			
1N4728A	3.3	76	10	400	1	100	1	276	1380
1N4729A	3.6	69	10	400	1	100	1	252	1260
1N4730A	3.9	64	9	400	1	50	1	234	1190
1N4731A	4.3	58	9	400	1	10	1	217	1070
1N4732A	4.7	53	8	500	1	10	1	193	970
1N4733A	5.1	49	7	550	1	10	1	178	890
1N4734A	5.6	45	5	600	1	10	2	162	810
1N4735A	6.2	41	2	700	1	10	3	146	730
1N4736A	6.8	37	3.5	700	1	10	4	133	660
1N4737A	7.5	34	4	700	0.5	10	5	121	605
1N4738A	8.2	31	4.5	700	0.5	10	6	110	550
1N4739A	9.1	28	5	700	0.5	10	7	100	500
1N4740A	10	25	7	700	0.25	10	7.6	91	454
1N4741A	11	23	8	700	0.25	5	8.4	83	414
1N4742A	12	21	9	700	0.25	5	9.1	76	380
1N4743A	13	19	10	700	0.25	5	9.9	69	344
1N4744A	15	17	14	700	0.25	5	11.4	61	304
1N4745A	16	15.5	16	700	0.25	5	12.2	57	285
1N4746A	18	14	20	750	0.25	5	13.7	50	250
1N4747A	20	12.5	22	750	0.25	5	15.2	45	225
1N4748A	22	11.5	23	750	0.25	5	16.7	41	205
1N4749A	24	10.5	25	750	0.25	5	18.2	38	190

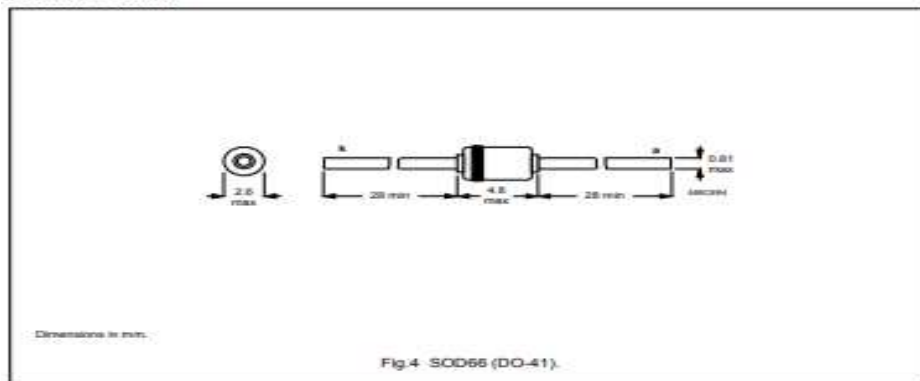
Notes

- V_Z is measured with device at thermal equilibrium while held in clips at 10 mm from body in still air at 25 $^\circ\text{C}$.
- Half square wave or equivalent sinewave pulse $1/100$ second duration superimposed on I_{ZSM} .

GRAPHICAL DATA



PACKAGE OUTLINE

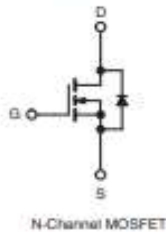


DEFINITIONS

Data sheet status	
Objective specification	This data sheet contains target or goal specifications for product development.
Preliminary specification	This data sheet contains preliminary data; supplementary data may be published later.
Product specification	This data sheet contains final product specifications.
Limiting values	
Limiting values given are in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134). Stress above one or more of the limiting values may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and operation of the device at these or at any other conditions above those given in the Characteristics sections of the specification is not implied. Exposure to limiting values for extended periods may affect device reliability.	
Application information	
Where application information is given, it is advisory and does not form part of the specification.	

Power MOSFET

PRODUCT SUMMARY	
V _{DS} (V)	60
R _{DS(on)} (Ω)	V _{GS} = 10 V 0.028
Q _g (Max.) (nC)	67
Q _{gs} (nC)	18
Q _{gd} (nC)	25
Configuration	Single



FEATURES

- Dynamic dV/dt Rating
- 175 °C Operating Temperature
- Fast Switching
- Ease of Paralleling
- Simple Drive Requirements
- Compliant to RoHS Directive 2002/95/EC



DESCRIPTION



Third generation Power MOSFETs from Vishay provide the designer with the best combination of fast switching, ruggedized device design, low on-resistance and cost-effectiveness.

The TO-220AB package is universally preferred for commercial-industrial applications at power dissipation levels to approximately 50 W. The low thermal resistance and low package cost of the TO-220AB contribute to its wide acceptance throughout the industry.

ORDERING INFORMATION	
Package	TO-220AB
Lead (Pb)-free	IRFZ44PbF SiHFZ44-E3
SnPb	IRFZ44 SiHFZ44

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (T _C = 25 °C, unless otherwise noted)					
PARAMETER		SYMBOL	LIMIT	UNIT	
Drain-Source Voltage		V _{DS}	60	V	
Gate-Source Voltage		V _{GS}	± 20		
Continuous Drain Current*	V _{GS} at 10 V	I _D	T _C = 25 °C	50	A
Continuous Drain Current			T _C = 100 °C	36	
Pulsed Drain Current*		I _{DM}	200		
Linear Derating Factor			1.0	W/°C	
Single Pulse Avalanche Energy ^b		E _{AS}	100	mJ	
Maximum Power Dissipation	T _C = 25 °C	P _D	150	W	
Peak Diode Recovery dV/dt ^c		dV/dt	4.5	V/ns	
Operating Junction and Storage Temperature Range		T _J , T _{stg}	-55 to +175	°C	
Soldering Recommendations (Peak Temperature) ^d	for 10 s		300		
Mounting Torque	5-32 or M3 screw		10	lbf · in	
			1.1	N · m	

THERMAL RESISTANCE RATINGS				
PARAMETER	SYMBOL	TYP.	MAX.	UNIT
Maximum Junction-to-Ambient	R _{θJA}	-	62	°C/W
Case-to-Sink, Flat, Greased Surface	R _{θCS}	0.50	-	
Maximum Junction-to-Case (Drain)	R _{θJC}	-	1.0	

SPECIFICATIONS ($T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$, unless otherwise noted)						
PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Static						
Drain-Source Breakdown Voltage	V_{DS}	$V_{GS} = 0\text{ V}$, $I_D = 250\text{ }\mu\text{A}$	60	-	-	V
V_{DS} Temperature Coefficient	$\Delta V_{DS}/T_J$	Reference to $25\text{ }^\circ\text{C}$, $I_D = 1\text{ mA}$	-	0.060	-	V/ $^\circ\text{C}$
Gate-Source Threshold Voltage	$V_{GS(th)}$	$V_{DS} = V_{GS}$, $I_D = 250\text{ }\mu\text{A}$	2.0	-	4.0	V
Gate-Source Leakage	I_{GSS}	$V_{GS} = \pm 20\text{ V}$	-	-	± 100	nA
Zero Gate Voltage Drain Current	I_{DSS}	$V_{DS} = 60\text{ V}$, $V_{GS} = 0\text{ V}$	-	-	25	μA
		$V_{DS} = 48\text{ V}$, $V_{GS} = 0\text{ V}$, $T_J = 125\text{ }^\circ\text{C}$	-	-	250	
Drain-Source On-State Resistance	$R_{DS(on)}$	$V_{GS} = 10\text{ V}$, $I_D = 31\text{ A}^b$	-	-	0.028	Ω
Forward Transconductance	g_{fs}	$V_{DS} = 25\text{ V}$, $I_D = 31\text{ A}$	15	-	-	S
Dynamic						
Input Capacitance	C_{iss}	$V_{GS} = 0\text{ V}$, $V_{DS} = 25\text{ V}$, $f = 1.0\text{ MHz}$, see fig. 5	-	1900	-	pF
Output Capacitance	C_{oss}		-	920	-	
Reverse Transfer Capacitance	C_{rss}		-	170	-	
Total Gate Charge	Q_g	$V_{GS} = 10\text{ V}$, $I_D = 51\text{ A}$, $V_{DS} = 48\text{ V}$, see fig. 6 and 13 ^b	-	-	67	nC
Gate-Source Charge	Q_{gs}		-	-	18	
Gate-Drain Charge	Q_{gd}		-	-	25	
Turn-On Delay Time	$t_{d(on)}$	$V_{DD} = 30\text{ V}$, $I_D = 51\text{ A}$, $R_{\theta} = 9.1\text{ }\Omega$, $R_D = 0.55\text{ }\Omega$, see fig. 10 ^b	-	14	-	ns
Rise Time	t_r		-	110	-	
Turn-Off Delay Time	$t_{d(off)}$		-	45	-	
Fall Time	t_f		-	92	-	
Internal Drain Inductance	L_D	Between lead, 6 mm (0.25") from package and center of die contact 	-	4.5	-	nH
Internal Source Inductance	L_S		-	7.5	-	
Drain-Source Body Diode Characteristics						
Continuous Source-Drain Diode Current	I_S	MOSFET symbol showing the integral reverse p-n junction diode 	-	-	50	A
Pulsed Diode Forward Current ^a	I_{SM}		-	-	200	
Body Diode Voltage	V_{SD}	$T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$, $I_S = 51\text{ A}$, $V_{GS} = 0\text{ V}^b$	-	-	2.5	V
Body Diode Reverse Recovery Time	t_r	$T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$, $I_r = 51\text{ A}$, $di/dt = 100\text{ A}/\mu\text{s}$	-	120	180	ns
Body Diode Reverse Recovery Charge	Q_{rr}		-	0.53	0.80	nC
Forward Turn-On Time	t_{on}	Intrinsic turn-on time is negligible (turn-on is dominated by L_S and L_D)				

此商品编号对应的规格参数是: 3300uF 25V 16*25V

此商品的实物图片为:



FEATURES

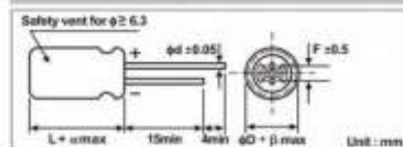
1. Rated working voltage range 6.3 to 100V DC/160 to 450V DC at operation temperature range -40 to +105°C/-25 to +105°C.
2. This series is for communication equipments, switching power supply, industrial measuring instruments, automotive electric products, etc.



SPECIFICATIONS

Item	Performance Characteristics								
Operating Temperature Range	-40 to +105°C	-25 to +105°C							
Rated Working Voltage Range	6.3 to 100V	160 to 450V							
Nominal Capacitance Range	0.1 to 33000 μ F								
Capacitance Tolerance	$\pm 20\%$ (120Hz, +20°C)								
Leakage Current	$I \leq 0.01CV$ or $3(\mu A)$ whichever is greater	$I \leq 0.03CV + 40(\mu A)$							
	after 2 minutes application of rated working voltage at +20°C								
tan δ (120Hz, +20°C)	Working Voltage (V)	6.3 10 16 25 35 50 63 100							
	tan δ (max.)	0.20 0.22 0.18 0.16 0.14 0.12 0.10 0.08							
	Working Voltage (V)	160 200 250 250 350 400 420 450							
	tan δ (max.)	0.20 0.20 0.20 0.20 0.24 0.24 0.24 0.24							
	For capacitance value > 1000 μ F, add 0.02 per another 1000 μ F								
Low Temperature Characteristics	Impedance ratio max. at 120Hz								
	Working Voltage (V)	6.3	10	16	25	35	50	63	100
	Z-25°C / Z+20°C	5	4	3	2	2	2	2	2
	Z-40°C / Z+20°C	10	8	6	4	3	3	3	3
	Working Voltage (V)	160	200	220	250	350	400	420	450
Z-25°C / Z+20°C	3	3	3	4	4	6	6	15	
	For capacitance value > 1000 μ F, Add 0.5 per another 1000 μ F for Z-25°C / Z+20°C Add 1.0 per another 1000 μ F for Z-40°C / Z+20°C								
High Temperature Loading	Test conditions		Post test requirements at +20°C						
	Duration : ϕD ≤ 6.3 ≥ 8	Load life: 1000h; 2000h	Leakage current : \leq initial specified value						
	Ambient temp. : +105°C	Applied voltage : DC voltage with maximum permissible ripple current specified at +105°C (Sum of the DC voltage and super-imposed peak AC voltage for maximum permissible ripple current should be equal to rated DC working voltage).	Cap. change : within $\pm 20\%$ of initial measured value tan δ : $\leq 200\%$ of initial specified value						
Shelf Life	Test conditions		Post test requirements at +20°C						
	Duration : 1000 hours	Ambient temp. : +105°C	Same limits for high temperature loading.						
	Applied voltage : (None)								
Others	JIS C - 5101 (IES 60364)								

CASE SIZE TABLE



ϕD	5	6.3	8	10	12.5	16	18	22	25
F	2.0	2.5	3.5	5.0	5.0	7.5	7.5	10.0	10.0
ϕd	0.5		0.5		0.8		0.8		
α	(L < 20) 1.5				(L \geq 20) 2.0				
β	(D < 20) 0.5				(D \geq 20) 1.0				

STANDARD RATINGS

Voltage (Code)		6.3V (Q)		16V (1A)		16V (1C)		25V (1E)	
Cap.(μ F)	Code	Case Size	Ripple Current	Case Size	Ripple Current	Case Size	Ripple Current	Case Size	Ripple Current
0.1	104								
0.15	154								
0.22	224								
0.33	334								
0.47	474								
1	105								
2.2	225								
3.3	335								
4.7	475							5 x 11	20
10	106					5 x 11	35	5 x 11	38
22	226			5 x 11	48	5 x 11	54	5 x 11	57
33	336	5 x 11	54	5 x 11	60	5 x 11	65	5 x 11	75
47	476	5 x 11	65	5 x 11	70	5 x 11	80	5 x 11	84
68	686	5 x 11	70	5 x 11	75	5 x 11	90	5 x 11	92
100	107	5 x 11	85	5 x 11	105	5 x 11	125	6.3 x 11	150
220	227	5 x 11	155	5 x 11	170	6.3 x 11	213	8 x 12	285
330	337	6.3 x 11	216	6.3 x 11	239	8 x 12	315	8 x 12	340
470	477	6.3 x 11	258	6.3 x 11	285	8 x 12	366	10 x 12.5	471
680	687	8 x 12	365	8 x 12	408	10 x 12.5	480	10 x 16	620
1000	108	8 x 12	443	10 x 12.5	571	10 x 16	680	10 x 20	821
2200	228	10 x 16	740	10 x 20	806	12.5 x 20	1108	12.5 x 20	1176
3300	338	10 x 20	1032	12.5 x 20	1205	12.5 x 25	1389	16 x 25	1846
4700	478	12.5 x 20	1288	12.5 x 25	1402	16 x 25	1740	16 x 30	2012
6800	688	12.5 x 25	1554	16 x 25	1824	16 x 30	2081	16 x 35	2308
10000	109	16 x 25	1897	16 x 30	1980	16 x 35	2379	18 x 35	2500
15000	159	16 x 30	2188	16 x 40	2180	18 x 35	2600		
22000	229	18 x 35	2400	18 x 40	2407				
33000	339	18 x 40	2555						

Maximum Allowable Ripple Current (mA rms) at 105°C 120Hz

Case Size ϕ D x L(mm)

Voltage (Code)		35V (1V)		50V (1H)		63V (1J)		100V (2A)	
Cap.(μ F)	Code	Case Size	Ripple Current	Case Size	Ripple Current	Case Size	Ripple Current	Case Size	Ripple Current
0.1	104			5 x 11	1				
0.15	154			5 x 11	1.5				
0.22	224			5 x 11	3				
0.33	334			5 x 11	4				
0.47	474			5 x 11	7			5 x 11	10
1	105			5 x 11	13			5 x 11	16
2.2	225			5 x 11	20			5 x 11	23
3.3	335			5 x 11	30			5 x 11	34
4.7	475	5 x 11	28	5 x 11	37	5 x 11	40	5 x 11	40
10	106	5 x 11	41	5 x 11	54	5 x 11	59	6.3 x 11	61
22	226	5 x 11	67	5 x 11	79	5 x 11	79	6.3 x 11	92
33	336	5 x 11	80	5 x 11	101	6.3 x 11	122	8 x 12	144
47	476	5 x 11	101	6.3 x 11	133	6.3 x 11	146	10 x 12.5	199
68	686					8 x 12	155	10 x 16	240
100	107	6.3 x 11	168	8 x 12	229	10 x 12.5	251	10 x 20	349
220	227	8 x 12	294	10 x 16	509	10 x 20	504	12.5 x 25	622
330	337	10 x 12.5	419	10 x 16	589	12.5 x 20	608	12.5 x 25	800
470	477	10 x 16	547	10 x 20	757	12.5 x 20	810	16 x 25	990
680	687	10 x 20	602	12.5 x 20	923	12.5 x 25	1160	16 x 30	1289
1000	108	12.5 x 20	1023	12.5 x 25	1287	16 x 25	1448	18 x 35	2020
2200	228	16 x 25	1497	16 x 35	1884	18 x 35	1781		
3300	338	16 x 30	1808	18 x 35	2167				
4700	478	18 x 35	2335						
6800	688	18 x 40	2400						

Maximum Allowable Ripple Current (mA rms) at 105°C 120Hz

Case Size ϕ D x L(mm)

規格	1000uf/35v	尺寸	13*20	系列	黑體白字	
					D:	13
					L:	20
					F:	5.0
					d:	0.6
工作電壓	35v	容量範圍 120Hz 20°C	800~1200uf	使用溫度	-40~105°C	
漏電流 uA	$I \leq 350\mu A$ 充電 1 分鐘後	損失角正切值 120Hz 20°C	$DF \leq 0.12$	等效阻抗	$\Omega \leq$	
高溫負荷特性 105°C 加額定電 壓紋波 2000 小 時	1. $I \leq$ 標準值 2. $\Delta C/C \leq 20\%$ 3. $\Delta CF/CF \leq 200\%$	高溫貯存特性 放置 2000 小時	1. $I \leq$ 標準值 2 倍 2. $\Delta C/C \leq 20\%$ 3. $\Delta CF/CF \leq 200\%$	低溫特性	≤ 5	

編號	漏電流	容量	損失角正切	等效阻抗
1	112.0	932.5	0.06	
2	120.1	935.9	0.04	
3	98.5	975.6	0.06	
4	96.4	994.6	0.05	
5	110.5	912.1	0.06	
6	120.5	945.5	0.04	
7	125.4	945.8	0.06	
8	123.5	938.4	0.03	
9	118.7	944.6	0.05	
10	110.9	915.3	0.04	

KS Series

7mmL(高), -40°C~ +105°C

FEATURES

1. Rated working voltage range 6.3 to 50V DC operation temperature range -40 to +105°C.
2. This series is for communication equipments, switching power supply, industrial measuring instruments, automotive electric products, etc.



SPECIFICATIONS

Item	Performance Characteristics						
Operating Temperature Range	-40 to +105°C						
Rated Working Voltage Range	6.3 to 50V						
Nominal Capacitance Range	0.1 to 220 μ F						
Capacitance Tolerance	\pm 20% (120Hz, +20°C)						
Leakage Current	$I \leq 0.01CV$ or $3(\mu A)$ Whichever is greater measured after 2 minutes application of rated working voltage at +20°C						
$\tan \delta$ (120Hz, +20°C)	Working Voltage (V)	6.3 10 16 25 35 50					
	$\tan \delta$ (max.)	0.24 0.21 0.18 0.15 0.13 0.12					
Low Temperature Characteristics	Impedance ratio max. at 120Hz						
	Working Voltage (V)	6.3	10	16	25	35	50
	Z-25°C / Z+20°C	4	2	2	2	2	2
	Z-40°C / Z+20°C	8	6	4	3	3	3
High Temperature Loading	Test conditions			Post test requirements at +20°C			
	Duration : 1000 hours	Ambient temp. : +105°C		Leakage current : \leq Initial specified value	Cap. Change : within \pm 20% of initial measured value		
	Applied voltage : Rated DC working voltage with rated ripple current			$\tan \delta$: \leq 200% of initial specified value			

Shelf Life	Test conditions		Post test requirements at +20°C	
	Duration : 1000 hours		Same limits for high temperature loading.	
	Ambient temp. : +105°C			
	Applied voltage : (None)			
Others	JIS C - 5101 (IES 60384)			

CASE SIZE TABLE

	ϕD	4	5	6.3	8				
	F	1.5	2.0	2.5	3.5				
	ϕd	0.45		0.45					
	α	(L \leq 7) 1		(L \geq 9) 1.5					

RIPPLE CURRENT MULTIPLIER

Frequency Coefficient							
Cap(μ F)	Coefficient	Freq.(Hz)	50	120	300	1k	10k-
≤ 47			0.75	1.00	1.35	1.57	2.00
68-470			0.80	1.00	1.23	1.34	1.50

KS Series

7mmL(高), -40°C ~ +105°C

STANDARD RATINGS

Voltage (Code)		6.3V (0J)		10V (1A)		16V (1C)		25V (1E)	
Cap.(μ F)	Code	Case Size	Ripple Current	Case Size	Ripple Current	Case Size	Ripple Current	Case Size	Ripple Current
0.1	104								
0.22	224								
0.33	334								
0.47	474								
1	105								
2.2	225								
3.3	335								
4.7	475								
10	106					4 x 7	29	4 x 7	29
22	226	4 x 7	34	4 x 7	34	4 x 7	38	5 x 7	45
33	336	4 x 7	37	4 x 7	40	5 x 7	50	5 x 7	55
47	476	4 x 7	44	5 x 7	50	5 x 7	60	6.3 x 7	67
100	107	5 x 7	67	6.3 x 7	83	6.3 x 7	92	6.3 x 7	95
220	227	6.3 x 7	112	8 x 7	140			8 x 7	158

Maximum Allowable Ripple Current (mA rms) at 105°C 120Hz

Case Size ϕ D x L(mm)

Voltage (Code)		35V (1V)		50V (1H)			
Cap.(μ F)	Code	Case Size	Ripple Current	Case Size	Ripple Current		
0.1	104			4 x 7	1.0		
0.22	224			4 x 7	2.3		
0.33	334			4 x 7	3.5		
0.47	474			4 x 7	5.0		
1	105			4 x 7	10		
2.2	225			4 x 7	19		
3.3	335			4 x 7	24		
4.7	475	4 x 7	24	5 x 7	29		
10	106	5 x 7	36	6.3 x 7	44		
22	226	6.3 x 7	57	8 x 7	65		
33	336	6.3 x 7	62				
47	476	6.3 x 7	78				
100	107	8 x 9	95				
220	227						

Maximum Allowable Ripple Current (mA rms) at 105°C 120Hz

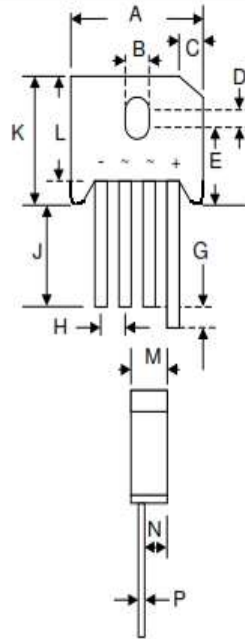
Case Size ϕ D x L(mm)

Features

- Diffused Junction
- Low Forward Voltage Drop
- High Current Capability
- High Reliability
- High Surge Current Capability
- Ideal for Printed Circuit Boards
- UL Recognized File # E157705

Mechanical Data

- Case: Molded Plastic
- Terminals: Plated Leads Solderable per MIL-STD-202, Method 208
- Polarity: As Marked on Body
- Weight: 8.0 grams (approx.)
- Mounting Position: Any
- Marking: Type Number



KBU		
Dim	Min	Max
A	22.70	23.70
B	3.80	4.10
C	4.20	4.70
D	1.70	2.20
E	10.30	11.30
G	4.50	6.80
H	4.60	5.60
J	25.40	—
K	—	19.30
L	16.80	17.80
M	6.60	7.10
N	4.70	5.20
P	1.20	1.30
All Dimensions in mm		

Maximum Ratings and Electrical Characteristics @ $T_A=25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified

Single Phase, half wave, 60Hz, resistive or inductive load.
For capacitive load, derate current by 20%.

Characteristic	Symbol	KBU 800	KBU 801	KBU 802	KBU 804	KBU 806	KBU 808	KBU 810	Unit
Peak Repetitive Reverse Voltage Working Peak Reverse Voltage DC Blocking Voltage	V_{RRM} V_{RWM} V_R	50	100	200	400	600	800	1000	V
RMS Reverse Voltage	$V_{R(RMS)}$	35	70	140	280	420	560	700	V
Average Rectified Output Current @ $T_C = 100^\circ\text{C}$	I_O	8.0							A
Non-Repetitive Peak Forward Surge Current 8.3ms Single half sine-wave superimposed on rated load (JEDEC Method)	I_{FSM}	300							A
Forward Voltage (per element) @ $I_F = 4.0\text{A}$	V_{FM}	1.0							V
Peak Reverse Current @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ At Rated DC Blocking Voltage @ $T_C = 100^\circ\text{C}$	I_R	10 1.0							μA mA
Rating for Fusing ($t < 8.3\text{ms}$) (Note 1)	I^2t	373							A^2s
Typical Thermal Resistance (Note 2)	$R_{\theta JC}$	7.5							K/W
Operating and Storage Temperature Range	T_j, T_{STG}	-65 to +150							$^\circ\text{C}$

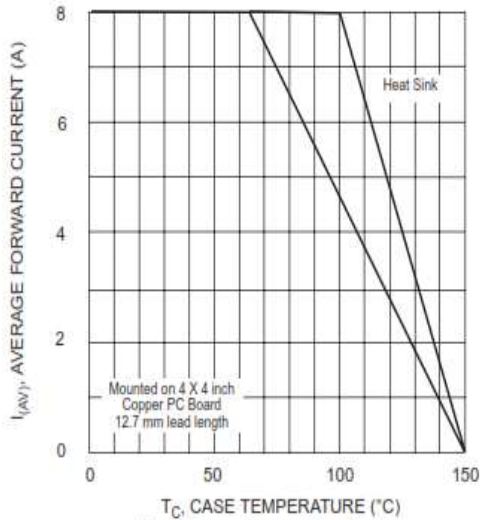


Fig. 1 Forward Current Derating Curve

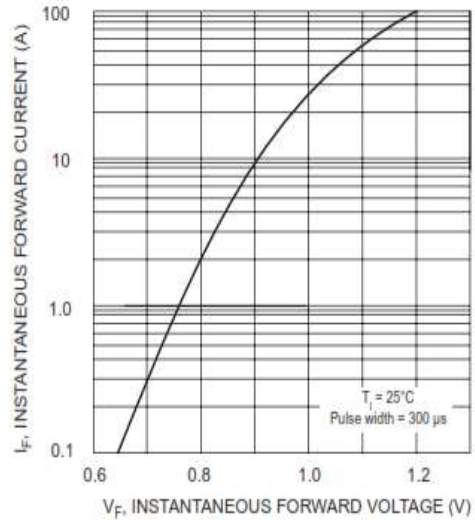


Fig. 2 Typical Forward Characteristics, per element

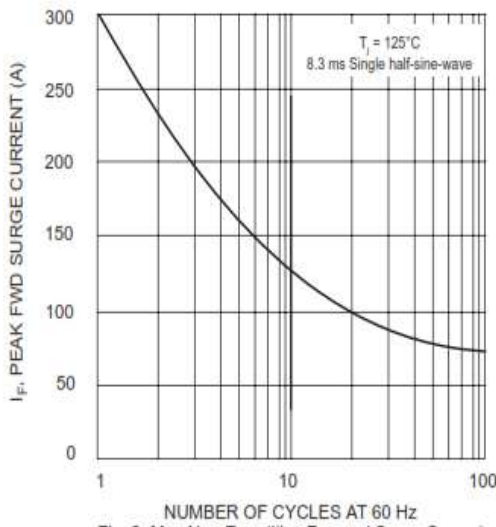


Fig. 3 Max Non-Repetitive Forward Surge Current

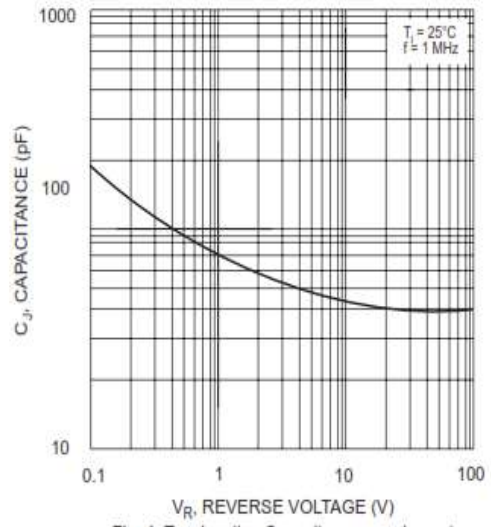


Fig. 4 Typ Junction Capacitance per element

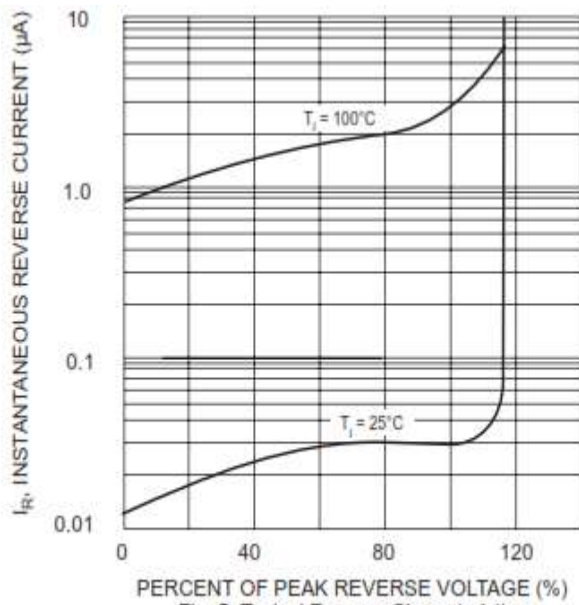


Fig. 5 Typical Reverse Characteristics

**ANEXO 7. EFICIENCIA DE LA AUTOMATIZACIÓN DE LA
MÁQUINA LINEAL.**

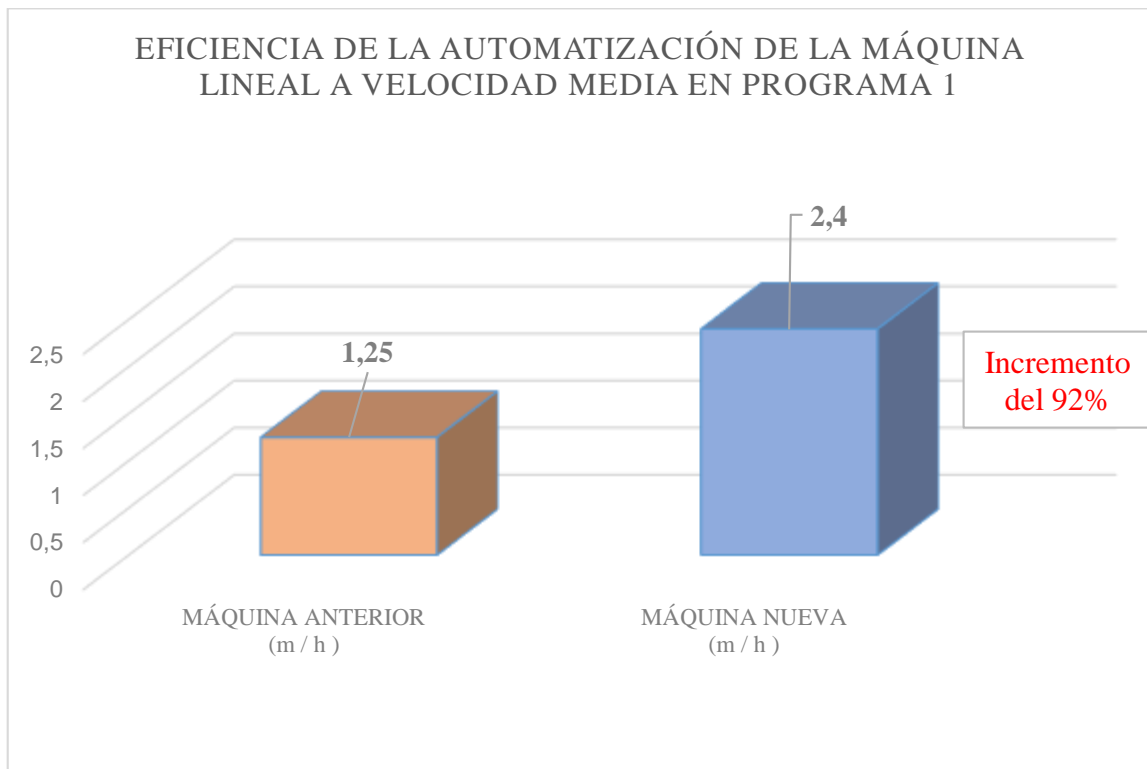
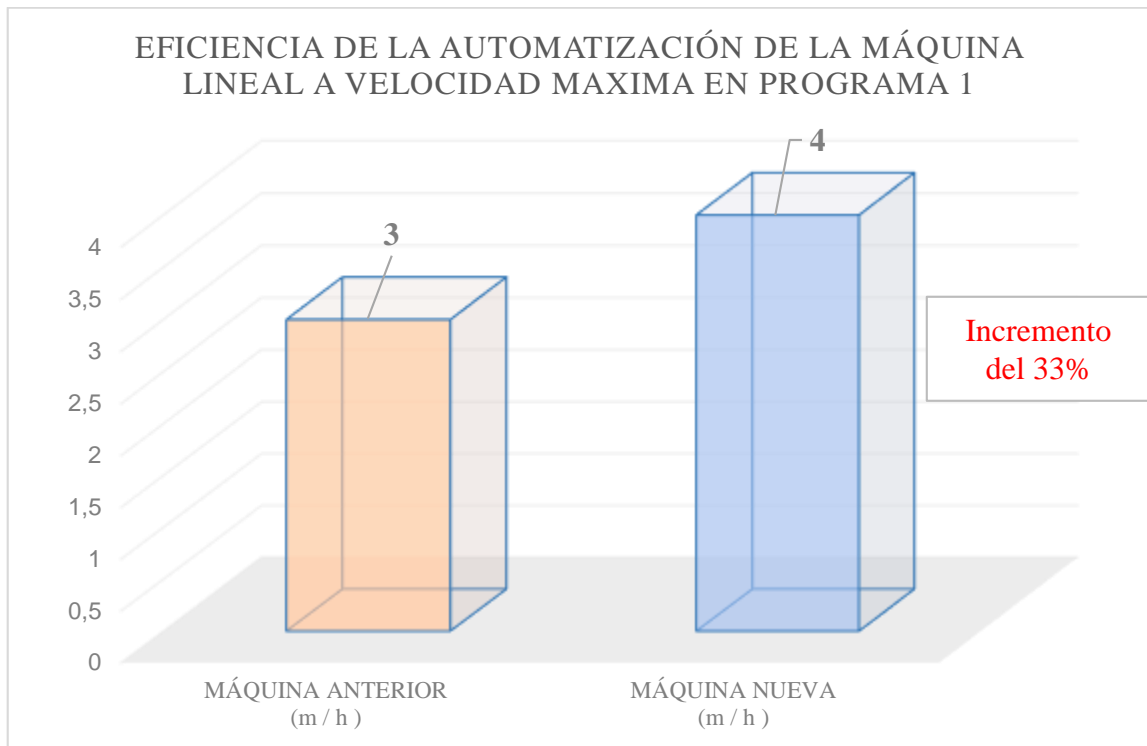
CÁLCULO DE EFICIENCIA PARA AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA LINEAL DE TEJIDO

PROGRAMA 1	MÁQUINA ANTERIOR (m / h)	MÁQUINA NUEVA (m / h)	VARIACIÓN (m / h)	EFICIENCIA
Para hilos finos A velocidad máxima	1 metro de tela cada 20 minutos	1 metro de tela cada 15 minutos	1	33%
	3 metros de tela por hora	4 metros de tela por hora		
	3	4		
Para hilos gruesos A velocidad media	10 metros por día	0.60 metros de tela cada 15 minutos	1,15	92%
	1.25 metros de tela por hora	2.4 metros de tela por hora		
	1,25	2,4		

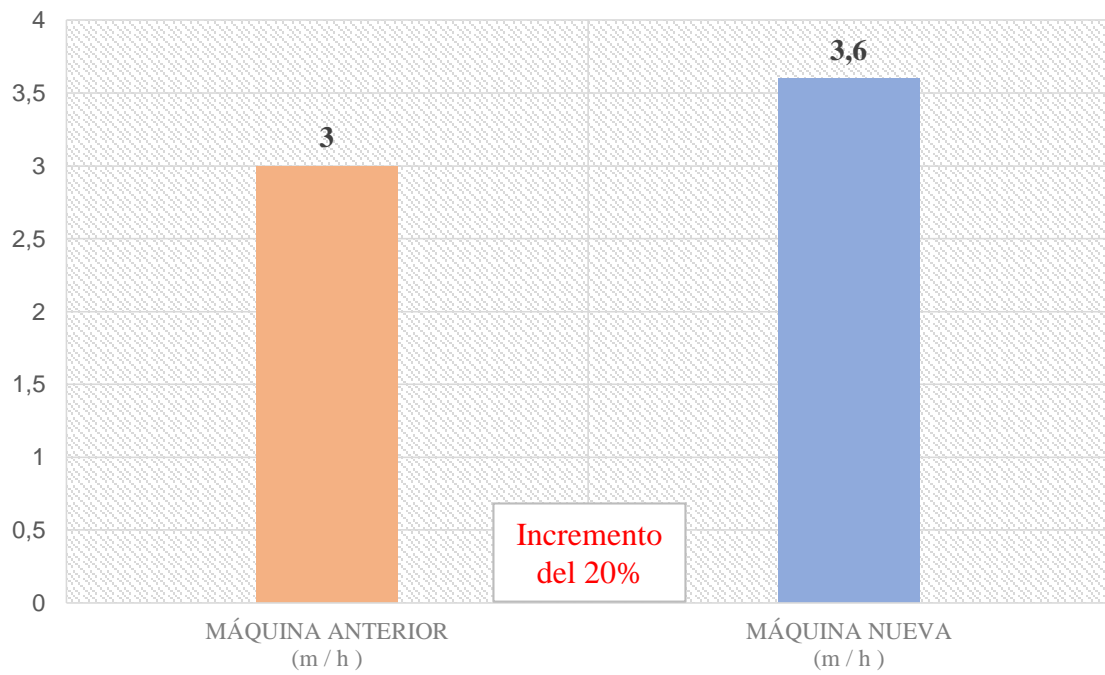
PROGRAMA 2	MÁQUINA ANTERIOR (m / h)	MÁQUINA NUEVA (m / h)	VARIACIÓN (m / h)	EFICIENCIA
A velocidad estándar	1 metro de tela cada 20 minutos	1,2 metro de tela cada 20 minutos	0,6	20%
	3 metros de tela por hora	3,6 metros de tela por hora		
	3	3,6		

PROGRAMA 3	MÁQUINA ANTERIOR (m / h)	MÁQUINA NUEVA (m / h)	VARIACIÓN (m / h)	EFICIENCIA
Con contador de tiempo	Desperdicio de 4cm de tela en 5 minutos	Desperdicio de 1cm de tela en 5 minutos	-0,47	98%
	Desperdicio de 0.48 m de tela por hora	Desperdicio de 0.01 m de tela por hora		
	0,48	0,01		

GRÁFICAS PERTENECIENTES A LOS RESULTADOS OBTENIDOS



EFICIENCIA DE LA AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA LINEAL A VELOCIDAD FIJA EN PROGRAMA 2



EFICIENCIA DE LA AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA LINEAL EN EL PROGRAMA 3 POR REDUCCIÓN DE DESPERDICIO

