

INSTITUTO TECNOLÓGICO IAI
CARRERA DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL



PROYECTO DE GRADO
“IMPLEMENTACION DE UNA MAQUINA BOBINADORA
SEMIAUTOMATICA PARA EL TALLER ELECTRICO FERNANDEZ”
POSTULANTE: JAVIER AGUAYO MUJICA
TUTOR: TEC.SUP. CESAR VARGAS JALDIN

Oruro-Bolivia

2022

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a las personas que más han influencia en mi vida, dándome los mejores consejos guiándome y haciéndome una persona de bien se los dedico a mis padres: Gregorio Aguayo Toro y Catalina Mujica Cunurana.

También agradecerles el apoyo y conocimiento a mis docentes del IAI quienes con su colaboración y estímulo, hicieron posible culminar mis estudios superiores en el Institución Tecnológica IAI.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por guiarme en el camino y fortalecerme espiritualmente.

Así, quiero mostrar mi gratitud a todas aquellas personas que estuvieron presentes en la realización de esta meta, de este sueño que es tan importante para mí, agradecer todas sus ayudas, sus palabras motivadoras, sus conocimientos, sus consejos y su dedicación.

Muestro mis más sinceros agradecimientos a mi tutor de proyecto: Tec.Sup. Cesar Vargas Jaldin y al Ing. Aldo Arano , quienes con su conocimiento y su guía fue una pieza clave para que pudiera desarrollar mi proyecto .

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
INDICE DE CONTENIDO	iii
INDICE DE FIGURAS	vi
INDICE DE TABLAS	vii
RESUMEN.....	viii
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCION	1
1.1INTRODUCCION.....	1
1.2 ANTECEDENTES	2
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.4 OBJETIVOS.....	3
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	3
1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	3
1.5 JUSTIFICACION.....	4
1.6 ALCANCE.....	4
CAPITULO II.....	5
MARCO TEORICO.....	5
2.1 MAQUINA BOBINADORA.....	5
2.2 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LAS MAQUINAS BOBINADORAS	6
2.2.1Tipos de bobinadoras	7
2.3 MOTORES ELÉCTRICOS	9

2.3.1 Motores de Corriente Alterna	9
2.3.2 Motores de corriente continua	11
2.4 CONTROLADORES	12
2.4.1 Microcontroladores	12
2.4.2 Arduino	16
2.6 DISPLAY ALFANUMÉRICO LCD 20X4	21
2.7 PWM (PULSE WIDTH MODULATION)	22
CAPITULO III	24
DESARROLLO DEL PROYECTO	24
3.1 INTRODUCCIÓN	24
3.2 REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO	24
3.3 DIAGRAMA SOLUCIÓN	24
3.4 MOTOR DC	25
3.4.1 Control de Velocidad del Motor	26
3.5 PUERTOS DE GRABACIÓN HACIA EL MICROCONTROLADOR	27
PIC 16F877A	27
3.6 DISPLAY ALFANUMÉRICO LCD 20X4	28
3.7 SENSOR INFRARROJO TIPO ENCODER	29
3.8 TECLADO	30
3.9 FUENTE DE ALIMENTACIÓN	32

3.10 DISEÑO DEL MENÚ DE LA PANTALLA LCD	32
3.11 PROGRAMA DEL PROTOTIPO	34
3.13 PLANO DE ESTRUCTURA DE PROTOTIPO	40
CAPITULO IV	41
ANALISIS ECONOMICO DEL PROYECTO	41
4.1 CALCULO DE COSTOS DEL DESARROLLO DEL PROYECTO	41
4.1.1 Salario Mínimo Nacional	41
4.1.2 Costos Indirectos	42
4.1.3 Costos Fijos	43
4.1.4 Depreciaciones	43
4.1.4.1 Desgaste	43
4.1.4 Materia Prima	46
4.1.6 Costo Total del proyecto	47
CAPITULO V	48
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
5.1 Conclusiones	48
5.2 Recomendaciones	48
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	49
ANEXOS	50

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Bobinadora de motores eléctricos	5
Figura 2.2.1 Bobinador Manual.....	7
Figura 2.2.1.2 Bobinadora Semiautomática	8
Figura 2.2.1.3 Bobinadora automática.....	8
Figura 2.3.2.2 Motor Asíncrono	10
Figura 2.3.1 Microcontroladores	13
Figura 2.4.1.1 Microcontrolador Pic 16f877a	14
Figura 2.4.2. Placa de Arduino	17
Figura 2.4.2.2 Software Arduino	18
Figura 2.5 Sensor infrarrojo tipo encoder.....	19
Figura: 2.6 Display lcd 20x4	21
Figura 2.7 Señal PWM	23
Figura 3.3 Diagrama de secuencia del proceso de bobinado.....	24
Figura 3.4 Fuente: propia	25
Figura 3.5 Microcontrolador Pic 16F877a	27
Figura3.6 Pantalla LCD 20x4.....	28
Figura 3.7 Sensor Infrarrojo tipo encoder	29
Figura 3.8 Teclado de control.....	30
Figura 3.9 Fuente de Alimentación	32
Figura 3.10 Diagrama descriptivo menú de configuración	33
Figura 3.12 Fuente: Propia	26

INDICE DE TABLAS

1.1Tabla Especificaciones técnicas del sensor infrarrojo tipo encoder.....	20
1.2Tabla Especificaciones tecnicas display alfanumerico Lcd 20x4	21
1.3Tabla Descripción de teclado.....	31
1.4Tabla: Elaboración propia.....	41
1.5Tabla: Elaboración propia	41
1.6Tabla: Elaboración propia.....	42
1.7Tabla: Elaboración propia	42
1.8Tabla: Elaboración propia	42
1.9Tabla: Elaboración propia	43
1.10Tabla: Elaboración propia	43
1.11Tabla: Elaboración propia.....	44
1.12Tabla: Elaboración propia	44
1.13Tabla: Elaboración propia	44
1.14Tabla: Elaboración propia	44
1.15Tabla: Elaboración propia.....	45
1.16Tabla: Elaboración propia	45
1.17Tabla: Elaboración propia.....	45
1.18Tabla: Elaboración propia.....	45
1.19Tabla: Elaboración propia	46
1.20Tabla: Elaboración propia	46
1.21Tabla: Elaboración propia.....	47
1.22Tabla: Elaboración propia.....	47

RESUMEN

En el presente proyecto se construyó una maquina bobinadora semiautomática, para el taller “Eléctrico Fernández”, ubicado en la ciudad de Oruro.

Esta máquina se realizó con la finalidad de automatizar una maquina bobinadora manual, el cual existe en el taller eléctrico.

La bobinadora semiautomática facilita el proceso de las bobinas de manera segura, visualizando el número de bobinas a efectuar, así como también la velocidad a la cual se la realizara, mediante el display alfanumérico LCD.

En el proceso de fabricación de bobinas se ocupa mucho tiempo realizándolo manualmente. La máquina bobinadora semiautomática se ejecutó para minimizar el tiempo de bobinado, y de esta manera ganar tiempo para realizar más trabajos. Asimismo, elevar la productividad del taller.

La máquina se realizó usando un microcontrolador Pic 16f877A, el cerebro de la maquina y un sensor que detecta las vueltas realizadas por un motor, dichos componentes primordiales interactúan con el controlador.

La razón principal por el cual se realizó el proyecto es el hecho de que las maquinas bobinadoras tanto semiautomáticas o automáticas tiene un valor muy costoso en el mercado.

Con la elaboración de este proyecto se busca minimizar los costos del capital de la inversión para la maquina bobinadora semiautomática. Así mismo disminuir la intervención de la mano del hombre.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 INTRODUCCION

El presente proyecto se refiere a la fabricación de bobinas de manera semiautomática obteniendo un producto mejor, además de reducir el tiempo en comparación a la fabricación de bobinas con máquinas manuales debido a que estas no cuentan con la precisión necesaria lo cual hace que el proceso se tenga que corregir varias veces.

En el primer capítulo se detalla el planteamiento del problema, objetivos, justificación, alcance y metodología los mismos que son fundamentales dentro del proyecto.

En el segundo capítulo se desarrolla la fundamentación teórica del proyecto, en el cual se definirán conceptos relacionados tanto con el sistema de control, así como los dispositivos que intervienen en todo el proceso.

El tercer capítulo se desarrolla el sistema para la fabricación de bobinas de forma semiautomática, aquí se detallará el funcionamiento, simulaciones y código fuente del proceso de fabricación de bobinas.

. En el cuarto capítulo se mostrará las conclusiones y recomendaciones obtenidas.

1.2 ANTECEDENTES

Actualmente existen multitud de productos flexibles de uso industrial, con frecuencia producidos por extrusionado en continuo, que una vez fabricados son bobinados en espiral, siendo algunos casos típicos de estos productos flexibles los tubos corrugados, hilos, mangueras o tubos.

Las maquinas bobinadoras manuales son una invención para facilitar los moldes de bobinas de los motores eléctricos que actualmente siguen vigentes en algunos talleres eléctricos debido a la falta de conocimiento e interés de los dueños.

Al realizar las bobinas de un motor con una bobinadora manual, el personal del taller puede equivocarse al momento de contar el número de espiras, como también en el tiempo que lo realiza.

Por esta razón se implementa una maquina bobinadora semiautomática que cuente con las características necesarias para mejorar el proceso de bobinado, dicha maquina será manejado mediante la programación del microcontrolador pic16f877a.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el taller “Eléctrico Fernández” de la ciudad de Oruro se tiene una maquina bobinadora manual que sirve para el proceso de bobinado de motores eléctricos ya sea monofásico o trifásico. Sin embargo, hasta la fecha no se cuenta con una bobinadora semiautomática esto se debe a la falta de interés y conocimiento de parte de los técnicos. Esto provoca que los técnicos cometan algunos errores al momento de contar las espiras del bobinado. Por lo tanto, se pretende realizar una maquina bobinadora semiautomática usando el microcontrolador PIC 16F877A.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar y desarrollar una maquina bobinadora semiautomática para el proceso de bobinado de los motores eléctricos mediante la programación del microcontrolador PIC 16F877A.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar las condiciones de funcionamiento de la máquina de bobinar semiautomático
- Determinar el modo de visualización
- Determinar el tipo de sensor y actuadores
- Diseñar un menú de configuración en el display alfanumérico LCD
- Realizar el circuito del prototipo de la bobinadora semiautomática
- Realizar el programa del prototipo de la bobinadora
- Construir el prototipo de la bobinadora
- Diseñar plano de estructura de la maquina bobinadora

1.5 JUSTIFICACION

El prototipo de la maquina bobinadora semiautomática facilita el proceso de bobinado de motores eléctricos, visualización en la pantalla del display LCD el cual nos permite ver el conteo de las espiras, reducción de velocidad al bobinar y finalmente bajo costo en cuanto a los materiales.

Esto nos permite que el proceso de bobinado sea rápido y confiable de esta manera se ofrece un buen servicio al cliente.

1.6 ALCANCE

Con la maquina bobinadora semiautomática se quiere fomentar a realizar la fabricación de las bobinas de manera más eficiente y rápida tales como:

- motores de baja potencia por debajo de los 2Hp.
- transformadores pequeños.
- materiales flexibles de otro tipo.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 MAQUINA BOBINADORA

Una máquina de bobinadora es la encargada de enrolla un material, como alambre, hilo o papel, en un núcleo, carrete o bobina. Existen diferentes tipos de máquinas bobinadoras, desde simples máquinas de alimentación manual hasta complejas máquinas de control numérico por computadora (CNC). Algunos de los usos más comunes de las máquinas bobinadoras son bobinado de bobinas, bobinado de cuerda y bobinado de filamento continuo. Muchas industrias utilizan estos dispositivos, incluidas las industrias textiles, electrónica y de cables.[1]



Figura 2.1 Bobinadora de motores eléctricos

Fuente:<https://iser-br.com.co/wp-content/uploads/2019/05/05-2.jpg>

2.2 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LAS MAQUINAS BOBINADORAS

La industria textil tiene varios usos para las bobinadoras. El más común es el devanado de hilo, que puede implicar enrollar el hilo en una tarjeta, bobina o carrete. Otros materiales que necesitan una máquina bobinadora incluyen cintas, hilos y cordones. A veces, las empresas combinan la máquina bobinadora con otra máquina, como una tornadora, para bobinar un producto como una cuerda. Uno de los primeros usos de una máquina de bobinado de filamento continuo fue para la industria aeroespacial. Una bobinadora de filamento continuo aplica una fibra continúa impregnada de resina en un patrón preciso. La industria utilizó el producto resultante para conos de punta de misiles, carcasas y otras partes de misiles. Los fabricantes utilizan el proceso de filamento continuo para muchos productos diferentes, incluidas piezas de bicicletas, palos de golf y equipos militares. En la industria del papel, estas máquinas enrollan hojas de papel recién hechas en rollos muy grandes que pueden pesar hasta 40 toneladas (36.3 toneladas métricas).

Estos rollos son demasiado grandes para manipularlos y enviarlos a los clientes, por lo que los fabricantes utilizan máquinas bobinadoras para convertir las enormes hojas de papel en rollos manejables. Por lo general, la empresa fabrica los rollos según las especificaciones del cliente. A veces, el cliente rebobina el producto en rollos lo suficientemente pequeños como para venderlos a los consumidores, como papel de regalo, papel encerado y toallas de papel. Los motores suelen contener estatores, que son hilos de cobre enrollados alrededor de un núcleo. Los fabricantes utilizan máquinas de bobinado manuales, automáticas o controladas por CNC para fabricar estatores. El devanado de cables es útil en la industria electrónica y en la fabricación de transformadores elevadores o reductores. Los estatores y artículos similares pueden tener un núcleo sólido o una base toroidal, lo que significa que tienen una base en forma

de rosquilla con un agujero en el centro. Algunas máquinas pueden enrollar cualquier estilo, pero la mayoría de los enrolladores hacen uno u otro.[1]

2.2.1Tipos de bobinadoras

2.2.1.1Bobinadoras manuales

En este proceso se cuenta con la intervención directa del operario, quien guía el alambre en el molde y debe dar también movimiento rotacional a la bobinadora de banco manual, el operario lleva la cuenta del número de espiras de cada bobina y su respectivo paso. [2]



Figura 2.2.1 Bobinadora Manual

Fuente:<https://sites.google.com/site/399montajebobinados/proceso-para-rebobinar-un-motor-electrico-de-induccion/BOBINADORA.jpg?attredirects=0>

2.2.1.2 Bobinadoras semiautomáticas

Para este proceso el aporte del operario para la construcción de la bobina es mínima, debido a que cuenta con una máquina eléctrica dispuesta con un control semiautomático lo cual facilita al momento de maniobrar con los arrollamientos de las bobinas, en este proceso se incorporan parámetros a la máquina como número de espiras, la velocidad a la cual se realiza el proceso, con lo cual se obtiene un mejor bobinado en comparación al proceso manual. [2]

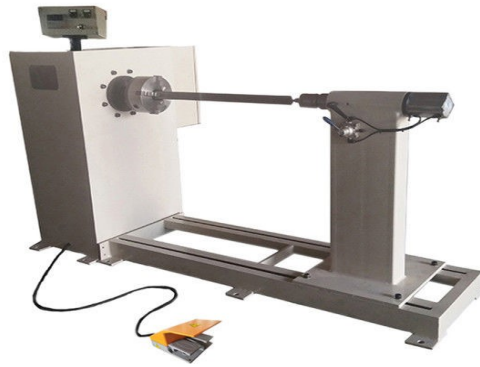


Figura 2.2.1.2 Bobinadora Semiautomática

Fuente:http://spanish.foilcoilwindingmachine.com/photo/pl23104093-flat_wire_semi_automatic_coil_winding_machine_for_lv_oil_immersed_transformer.jpg

2.2.1.3 Bobinado automático

En este caso se cuenta con una maquina bobinadora completamente automática la cual se encarga de todo el proceso de fabricación de las bobinas, utilizando diferentes dispositivos de control que reduce de manera significativa la intervención de un operario.

Las especificaciones de fabricación de las bobinas están dadas mediante la programación el cual controla los dispositivos externos como ser: teclado externo, display LCD, motores sensores, etc. El cual permite parametrizar las diferentes características para el diseño del bobinado.[2]

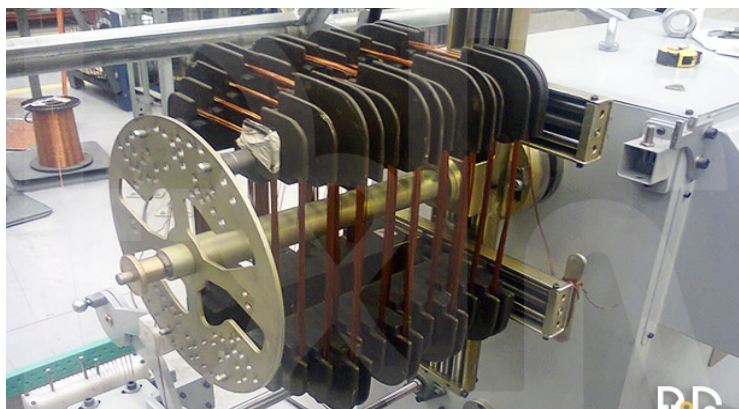


Figura 2.2.1.3 Bobinadora automática

Fuente:<https://iser-br.com.co/wp-content/uploads/2019/05/02-2.jpg>

2.3 MOTORES ELÉCTRICOS

Los motores eléctricos son máquinas eléctricas rotatorias que transforman la energía eléctrica en energía mecánica. Debido a sus múltiples ventajas, entre las que cabe citar su economía, limpieza, comodidad y seguridad de funcionamiento, el motor eléctrico ha reemplazado en gran parte a otras fuentes de energía, tanto en la industria como en el transporte, las minas, el comercio, o el hogar. Los motores eléctricos satisfacen una amplia gama de necesidades de servicio, desde arrancar, acelerar, mover, o frenar, hasta sostener y detener una carga. Estos motores se fabrican en potencias que varían desde una pequeña fracción de caballo hasta varios miles, y con una amplia variedad de velocidades, que pueden ser fijas, ajustables o variables. [3]

2.3.1 Motores de Corriente Alterna

La corriente alterna es la energía eléctrica en que la magnitud y el sentido cambian de manera cíclica. Es utilizada en muchos procesos industriales y también es la que recibimos en nuestros hogares. En el caso de la industria son los motores los que se encargan de convertir la energía.

Un motor de corriente alterna (CA) es un motor eléctrico que se alimenta mediante corriente alterna. Los motores eléctricos convierten la energía eléctrica en energía mecánica de rotación mediante la interacción de los campos magnéticos del estator y el rotor.[4]

2.3.1.1 Clasificación de Motores de Corriente Alterna

2.3.1.1.1 Motor Síncrono

Es un dispositivo que tiene una velocidad de giro permanente y depende de la frecuencia de la tensión de la red eléctrica a la que está conectado, así como del número de pares de polos del motor.[5]

2.3.1.1.2 Motor Asíncrono

El motor de asíncrono tiene la característica que la velocidad de giro del rotor es inferior a la velocidad con la que gira el campo magnético giratorio provocado por la corriente eléctrica que circula por la bobina del estator. Este tipo de motor también se conoce con el nombre de motor de inducción debido a que puede funcionar como alternador. Si aplicamos una fuerza externa al rotor de forma que éste adquiera una velocidad de giro más alta que la del campo magnético del estator, el motor funciona como si fuera un generador eléctrico asíncrono. [6]

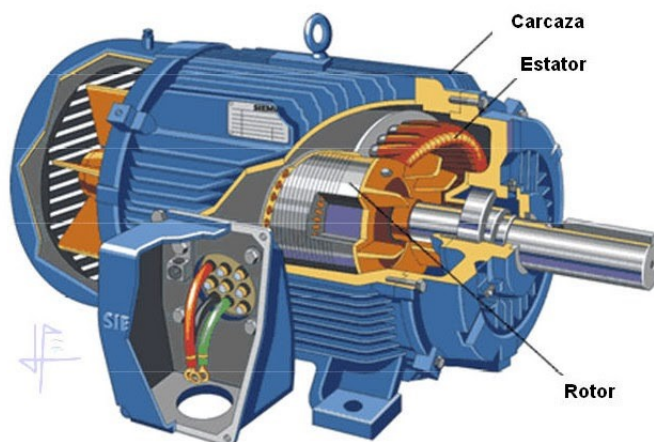


Figura 2.3.2.2 Motor Asíncrono

Fuente:<https://acdcmotorygenerator.blogspot.com/2009/05/partes-motor-corriente-alterna.html>

2.3.2 Motores de corriente continua

En los motores de corriente continua (c.c.) concurren una serie de características que les hace especialmente indicados para ciertas aplicaciones, industriales. La amplia gama de velocidad que ofrecen, su fácil control y la gran flexibilidad de las curvas par-velocidad de este tipo de motores, así como el que presenten un alto rendimiento para un amplio margen de velocidades, junto a su elevada capacidad de sobrecarga, los hace más apropiados que los motores de corriente alterna para algunas aplicaciones. La idoneidad de este tipo de motores para arrastrar máquinas que precisen una amplia gama de regímenes de velocidad con un preciso y ajustado control de las mismas, han provocado que últimamente, estos motores tengan más presencia en diversos procesos industriales que requieren de esta característica. Igualmente son los motores de elección en el ámbito de la juguetería, del tipo de imanes permanentes se pueden conseguir potencias desde algún watio a hasta cientos de watios. Así como en los equipos lectores de CD, y en las unidades de almacenamiento magnético, donde se utilizan motores de imán fijo y sin escobillas, estos motores proporcionan un eficaz control de la velocidad y un elevado par de arranque.[7]

2.3.2.1 Clasificación de motores de corriente continua

Los motores de corriente directa se pueden clasificar de acuerdo con la forma en que crean los campos magnéticos del estator.

2.3.2.1.1 Motores de Imán Permanente

En este tipo de motores, los campos del estator son generados mediante imanes permanentes que no requieren fuente de alimentación externa y por lo tanto no producen un calentamiento. Los motores son más ligeros y pequeños en comparación con otros motores de

DC con algunas características equivalentes ya que la intensidad del campo del imán permanente es alta. También resulta sencillo invertir el sentido de giro al conmutar la dirección del voltaje aplicado, ya que la corriente y el campo cambian de dirección sólo en el rotor.[7]

2.3.2.1.2 Motores Shunt

Conformados por una armadura y devanados de campo conectados en paralelo que son activados mediante la misma fuente. Los motores shunt presentan velocidad casi constante sobre un gran rango de carga, cuentan con un torque de arranque de aproximadamente 1.5 veces el torque operativo nominal, tienen torque de arranque más bajo que cualquiera de los motores de CD y se puede convertir económicamente para permitir una velocidad ajustable al colocar un potenciómetro en serie con los devanados de campo. La corriente de carga total es la suma de las corrientes de armadura y campo.[7]

2.4 CONTROLADORES

2.4.1 Microcontroladores

Un microcontrolador (μC o uC) es un microordenador de chip único fabricado a partir de la fabricación de VLSI. Un microcontrolador también se conoce como controlador integrado. Actualmente, varios tipos de microcontroladores están disponibles en el mercado con diferentes longitudes de palabra, como microcontroladores de 4 bits, 8 bits, 64 bits y 128 bits. El microcontrolador es una microcomputadora comprimida fabricada para controlar las funciones de los sistemas integrados en máquinas de oficina, robots, electrodomésticos, vehículos de motor y otros dispositivos. Un microcontrolador está compuesto por componentes como memoria, periféricos y lo más importante, un procesador. Los microcontroladores se utilizan básicamente en dispositivos que necesitan un grado de control para ser aplicados por el usuario del dispositivo.[8]

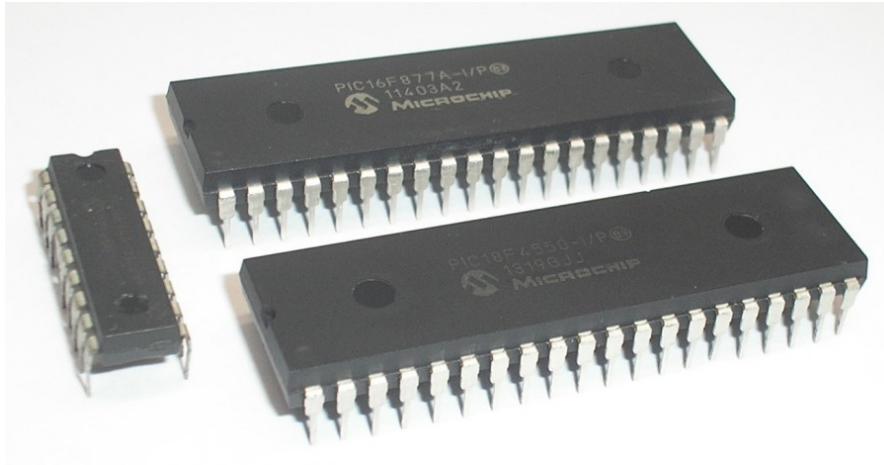


Figura 2.3.1 Microcontroladores

Fuente: [https://1.bp.blogspot.com/-](https://1.bp.blogspot.com/-DORtNUDvfZA/V9G1zZD8PeI/AAAAAAAAAGA/DJ_woLLqm18XpXBtUcVzPzfPQobZVvBaACK4B/w1200-h630-p-k-no-nu/fig-1.1-900x487.png)

[DORtNUDvfZA/V9G1zZD8PeI/AAAAAAAAAGA/DJ_woLLqm18XpXBtUcVzPzfPQobZVvBaACK4B/w1200-h630-p-k-no-nu/fig-1.1-900x487.png](https://1.bp.blogspot.com/-DORtNUDvfZA/V9G1zZD8PeI/AAAAAAAAAGA/DJ_woLLqm18XpXBtUcVzPzfPQobZVvBaACK4B/w1200-h630-p-k-no-nu/fig-1.1-900x487.png)

2.4.1.1 Microcontrolador Pic 16F877A

El microcontrolador PIC16F877A es un dispositivo programable que se compone de una computadora digital, una unidad de memoria de datos, una unidad de memoria de programa y puertos de entrada/salida en un circuito integrado, funciona como un controlador de periféricos en un sistema mínimo.

El microcontrolador depende de una alimentación de al menos 5V y 0V en sus entradas de Vdd y Vss respectivamente para su operación, requiere de una señal de reloj que le indique la frecuencia de trabajo, esta señal la introducimos a través de un oscilador de cristal de cuarzo, y una alimentación al pin MCLR, que es un pin de reset que activa al microcontrolador.

El funcionamiento del microcontrolador está determinado por un programa almacenado en su memoria Flash ROM y puede programarse más de una vez para cambiar su estado y su comportamiento, lo que lo convierte al microcontrolador en una pieza esencial en el rápido desarrollo de aplicaciones electrónicas.

Un microcontrolador es como un ordenador en pequeño: dispone de una memoria donde se guardan los programas, una memoria para almacenar datos, dispone de puertos de entrada y salida, etc. A menudo se incluyen puertos seriales (RS-232), conversores analógico/digital, generadores de pulsos PWM para el control de motores, bus I2C, y muchas cosas más. Por supuesto, no tienen ni teclado ni monitor, aunque podemos ver el estado de teclas individuales o utilizar pantallas LCD o LED para mostrar información.[9]

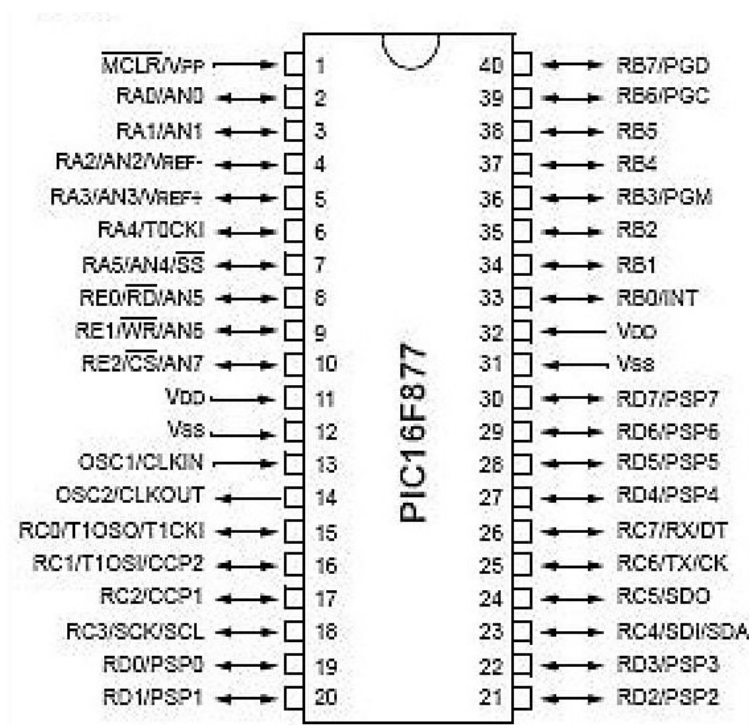


Figura 2.4.1.1 Microcontrolador Pic 16f877A

Fuente:http://www.newfroggy.com/images/detailed/1/PIC_16F877A_113336818674f7e5ecbccac6.jpg

2.4.1.2 Disposición y ubicación de pines

Los microcontroladores PIC16F877A dentro de sus 40 pines tienen disponibles 5 puertos, el puerto A, B, C, D y E. En el puerto A puedes encontrar los pines que pueden ser usados como entradas analógicas los cuales son el RA0, RA1 y el RA2.

El puerto A del microcontrolador PIC16F877A ocupa 6 de los 40 pines que este microcontrolador nos proporciona, es decir, va desde el A0 hasta el A5. El puerto B por otro lado hace uso de 8 pines, este puerto va desde el B0 hasta el B7 siendo B0 el puerto para el uso de las interrupciones programadas.[9]

Al igual que el puerto B en el puerto C nos encontramos con 8 pines, va desde C0 hasta C7. El puerto C es el que más se usa ya que es donde se encuentran los pines para el PWM y para la comunicación UART con sus pines de RX y TX. El D al igual que el C y B tiene 8 pines que podemos utilizar. Y para terminar, el puerto E que es donde se encuentran el resto de pines que aceptan entradas de tipo analógica posee solo 3 pines. Los pines restantes son los que se usan para la conexión del cristal externo y la alimentación del PIC16F877A.[9]

2.4.1.3 Software de Programación

MPLAB es una herramienta para escribir y desarrollar código en lenguaje ensamblador para los microcontroladores PIC. MPLAB incorpora todas las herramientas necesarias para la realización de cualquier proyecto, ya que además de un editor de textos cuenta con un simulador en el que se puede ejecutar el código paso a paso para ver así su evolución y el estado en el que se encuentran sus registros en cada momento. [10]

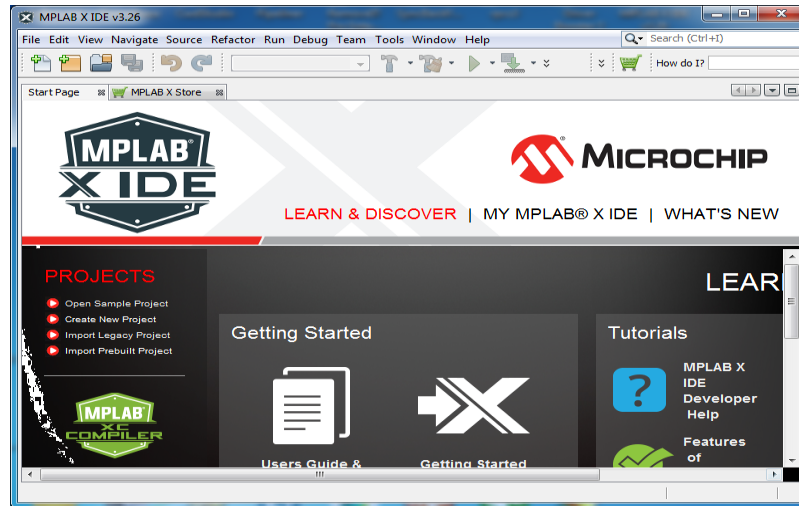


Figura 2.4.1.3 Software Mplab

Fuente: https://s.getwinpcsoft.com/screenshots/6374/6374309_1.jpg

2.4.2 Arduino

Arduino es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en una sencilla placa con entradas y salidas, en un entorno de desarrollo que está basado en el lenguaje de programación Processing. Es un dispositivo que conecta el mundo físico con el mundo virtual, o el mundo analógico con el digital.

El Arduino es una placa basada en un microcontrolador, específicamente un ATMEGA. Un microcontrolador es un circuito integrado (podríamos hablar de un microchip) en el cual se pueden grabar instrucciones. Estas instrucciones se escriben utilizando un lenguaje de programación que permite al usuario crear programas que interactúan con circuitos electrónicos.

Normalmente un microcontrolador posee entradas y salidas digitales, entradas y salidas analógicas y entradas y salidas para protocolos de comunicación. Un Arduino es una placa que cuenta con todos los elementos necesarios para conectar periféricos a las entradas y salidas del

microcontrolador. Se trata de una placa impresa con todos los componentes necesarios para el funcionamiento del micro y su comunicación con una computadora a través de comunicación serial.[11]

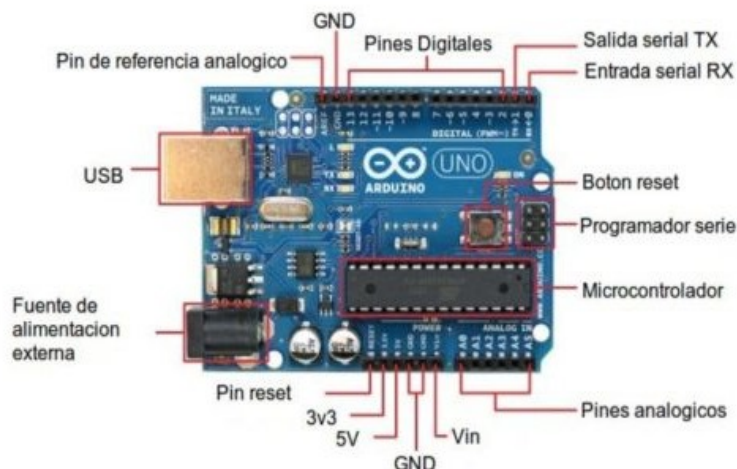


Figura 2.4.2. Placa de Arduino

https://www.ingmecafenix.com/electronica/arduino/#google_vignette

2.4.2.1 Disposición y ubicación de pines

Cada uno de los 14 pines digitales se puede usar como entrada o como salida. Funcionan a 5V, cada pin puede suministrar hasta 40 mA. La intensidad máxima de entrada también es de 40mA.

Cada uno de los pines digitales dispone de una resistencia de pull-up interna de entre 20K Ω y 50 K Ω que está desconectada, salvo que nosotros indiquemos lo contrario. Arduino también dispone de 6 pines de entrada analógicos que trasladan las señales a un conversor analógico/digital de 10 bits.

- RX y TX: Se usan para transmisiones serie de señales TTL.
- Interrupciones externas: Los pines 2 y 3 están configurados para generar una interrupción en el atmega. Las interrupciones pueden dispararse cuando se encuentra un

valor bajo en estas entradas y con flancos de subida o bajada de la entrada.

- PWM: Arduino dispone de 6 salidas destinadas a la generación de señales PWM de hasta 8bits.
- SPI: Los pines 10, 11, 12 y 13 pueden utilizarse para llevar a cabo comunicaciones SPI, que permiten trasladar información full dúplex en un entorno Maestro/Esclavo.
- I2C: Permite establecer comunicaciones a través de un bus I2C. El bus I2C es un producto de Phillips para interconexión de sistemas embebidos. Actualmente se puede encontrar una gran diversidad de dispositivos que utilizan esta interfaz, desde pantallas LCD, memorias EEPROM, sensores. [11]

2.4.2.2 Software de Programación

Arduino ofrece la plataforma Arduino IDE (Entorno de Desarrollo Integrado), que es un entorno de programación con el que cualquiera puede crear aplicaciones para las placas Arduino, de manera que se les puede dar todo tipo de utilidades.

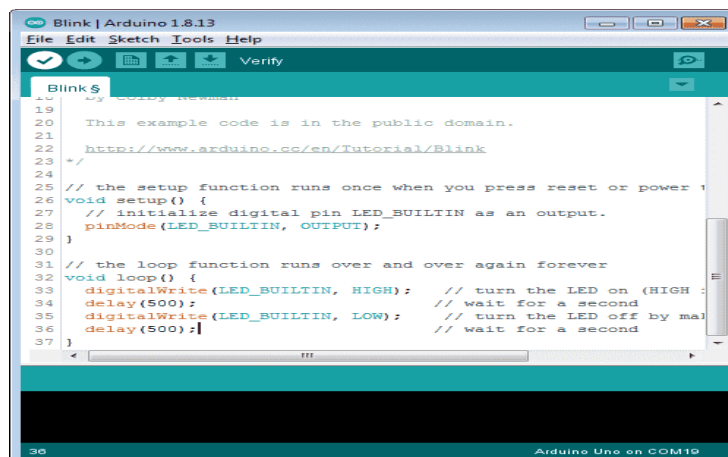


Figura 2.4.2.2 Software Arduino

<https://875062.smushcdn.com/1941775/wp-content/uploads/2020/11/Arduino-Uno-Software-Super-Starter-Kit-280-min.png?lossy=1&strip=1&webp=1>

2.5 SENSOR INFRARROJO TIPO ENCODER

Con este módulo sensor de velocidad IR con el comparador LM393 podemos calcular velocidad. Por ejemplo, la velocidad de rotación de las ruedas de un carro robot, si colocamos una corona dentada que gira unida a una rueda. También se podría usar como un interruptor óptico.

El funcionamiento básico de este sensor es el siguiente; Si se hace pasar cualquier cosa entre la ranura del sensor, este crea un pulso digital en el pin D0. Este pulso va de 0V a 5V y es una señal digital TTL. Luego con Arduino podemos leer este pulso.

Conocer la posición o velocidad de un motor es muy importante en robótica, para lo cual existen diversas alternativas, siendo una de las más comunes el uso de encoders de tipo óptico. Los encoders en general son dispositivos que se encargan de convertir el movimiento angular o lineal en pulsos eléctricos que puedan ser interpretados por el controlador del sistema. Los encoders incrementales ópticos realizan la medición de movimiento con el uso de un haz de luz infrarrojo que se ve interrumpido por las ranuras de un disco acoplado al eje. La cantidad de ranuras por vuelta determinará la precisión del encoder.

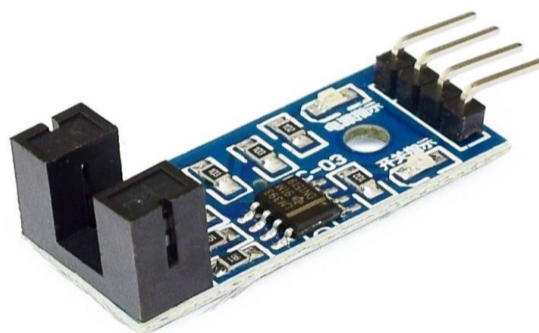


Figura 2.5 Sensor infrarrojo tipo encoder

Fuente: [https://www.makeelectronico.com/wp-content/uploads/2017/06/Sensor-infrarrojo-tipo-encoder-](https://www.makeelectronico.com/wp-content/uploads/2017/06/Sensor-infrarrojo-tipo-encoder-3.jpg)

[3.jpg](#)

Este sensor para encoder óptico utiliza el opto interruptor infrarrojo MOCH22A. El Dispositivo MOCH22A cuenta con dos partes: Un n emisor IR y un receptor o sensor IR. Entre el emisor y receptor IR existe un espacio para las ranuras del disco. Los pulsos son digitalizados en un opamp LM393 entregando pulsos TTL que pueden ser interpretados por un microcontrolador como Arduino o Pic. Se recomienda utilizar interrupciones por flancos de subida/bajada para detectar los pulsos. En Arduino Uno los pines de interrupción por flanco son: 2 y 3. Se recomienda agregar un capacitor de 100nF entre la línea de salida D0 y tierra a modo de filtro pasa bajo y así evitar falsos disparos en la interrupción. Otra recomendación es alimentar el módulo con 3.3V. Este modelo de encoder ha sido diseñado para trabajar con plataformas de robótica móvil: seguidores de línea, sumos, laberinto. También son utilizados en contadores de RPM (Revoluciones por minuto) en motores DC/AC o como sensor de final de carrera.[12]

A continuación, veremos sus especificaciones técnicas:

Descripción	Características
Voltaje de Operación	3.3V - 5V DC
Salidas	Analógica y Digital TTL
Sensor	MOCH22A
Modelo Placa	FC-03 / FZ0888
Tipo de emisor	Fotodiodo IR
Tipo de detector	fototransistor
Longitud de onda del emisor	950 nm (infrarrojo)
Peso	8 gramos
Dimensiones	3.2*1.4*0.7 cm
Comparador Opam	LM393
Salida TTL ON	Sensor bloqueado
Salida TTL OFF	Sensor sin bloquear

1.1 Tabla Especificaciones técnicas del sensor infrarrojo tipo encoder

2.6 DISPLAY ALFANUMÉRICO LCD 20X4

Los sistemas digitales embebidos como Arduino, Pic u otros trabajan únicamente con lógica binaria (0 y 1), es por eso que para "leer" los datos empleamos pantallas o displays alfanuméricos LCD. Esta pantalla te puede servir para hacer debugging o correcciones en tus distintos proyectos, sobretodo en el manejo de sensores y procesamiento de datos. El LCD 2004 posee 4 filas y 20 columnas de dígitos alfanuméricos, funciona con el controlador interno HD44780, que es un integrado muy utilizado y para el cual existe amplia documentación. Para conectar la pantalla LCD a nuestro Arduino/PIC se necesitan 6 pines: 2 de control y 4 de datos. En cuanto a la programación en Arduino ya se incluye por defecto la librería LiquidCrystal, que incluye ejemplos de prueba. Si bien es posible conectar directamente la pantalla LCD a nuestro Arduino, es una buena opción utilizar un y de esa forma ahorrar pines, trabajando con solo 2 pines del puerto.[13]



Figura: 2.6 Display lcd 20x4

Fuente : Propia

Descripción	Características
Voltaje de Operación	5V
Interface de comunicación	Paralelo 4 u 8 bits
Color Texto	Blanco
Backlight	Azul
Filas	4
Columnas	20

1.2 Tabla Especificaciones técnicas display alfanumerico Lcd 20x4

2.7 PWM (PULSE WIDTH MODULATION)

PWM son las siglas de Pulse Width Modulation (Modulación por ancho de pulso). Para transmitir una señal, ya sea analógica o digital, se debe modular para que sea transmitida sin perder potencia o sufrir distorsión por interferencias.

PWM es una técnica que se usa para transmitir señales analógicas cuya señal portadora será digital. En esta técnica se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica (una senoidal o una cuadrada, por ejemplo), ya sea para transmitir información a través de un canal de comunicaciones o para controlar la cantidad de energía que se envía a una carga. El ciclo de trabajo (duty cycle) de una señal periódica es el ancho de su parte positiva, en relación con el período. Está expresado en porcentaje, por tanto, un duty cycle de 10% indica que está 10 de 100 a nivel alto.

Básicamente, consiste en activar una salida digital durante un tiempo y mantenerla apagada durante el resto, generando así pulsos positivos que se repiten de manera constante. Por tanto, la frecuencia es constante (es decir, el tiempo entre disparo de pulsos), mientras que se hace variar la anchura del pulso, el duty cycle. El promedio de esta tensión de salida, a lo largo del tiempo, será igual al valor analógico deseado.

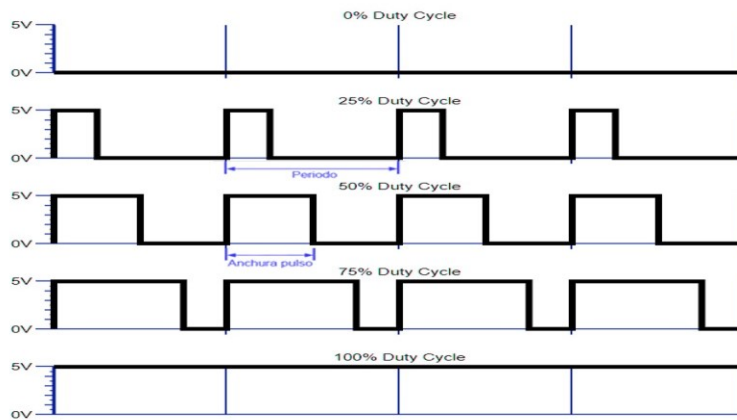


Figura 2.7 Señal PWM

Fuente: https://solectroshop.com/img/cms/PWM/Analogico_descado.jpg

Esta modulación es muy usada para controlar la cantidad de energía que se envía a una carga, es una técnica utilizada para regular la velocidad de giro de los motores, regulación de intensidad luminosa, controles de elementos termoelectrónicos o controlar fuentes conmutadas entre otros usos.

La mayoría de los automatismos, incluido Arduino, no son capaces de proporcionar una señal analógica. Sólo pueden proporcionar una salida digital de $-V_{cc}$ o V_{cc} . (por ejemplo, 0V y 5V). Entonces, para conseguir una señal analógica, la mayoría de los automatismos usan PWM. Se usa esta técnica porque como se ve en los ejemplos anteriores, no siempre quieres un valor digital de la señal (ON/OFF), si no que necesitaremos proporcionar un valor analógico de tensión que usarán para las aplicaciones deseadas.[15]

CAPITULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describe la función de los dispositivos involucrados, en la maquina bobinadora semiautomática. Dentro de las cuales están: el microcontrolador, motor, display LCD, teclado.

3.2 REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO

El taller eléctrico Fernández requiere una máquina bobinadora el cual debe realizar el conteo de las espiras programadas, visualización mediante el display LCD y la velocidad a la cual se la realiza.

Una vez configurado todos los parámetros se colocará el molde de bobina en el eje del motor, posterior a esto se presionará el pulsador de marcha dando inicio al proceso, así mismo se deberá guiar el alambre para que salga de manera uniforme.

3.3 DIAGRAMA SOLUCIÓN

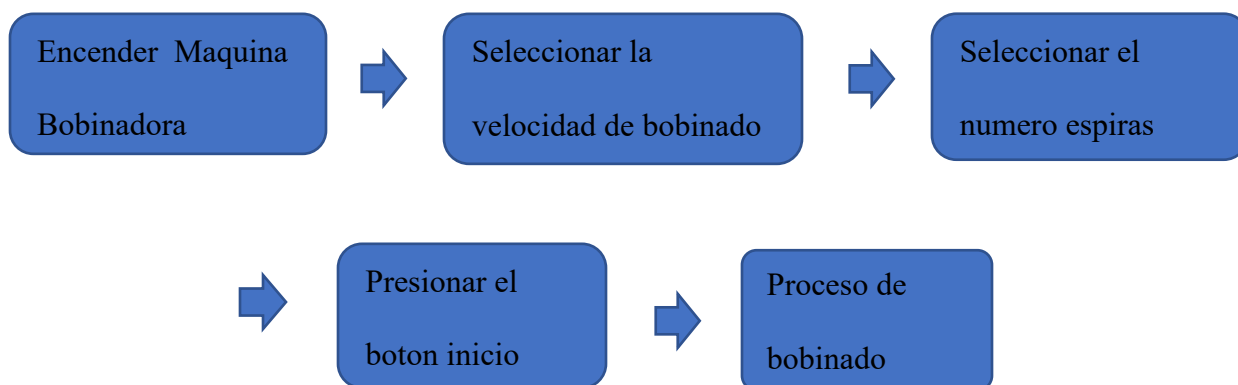


Figura 3.3 Diagrama de secuencia del proceso de bobinado

Fuente: Propia

3.4 MOTOR DC

La máquina bobinadora cuenta con un motor DC de corriente continua de 20 v 406 rpm, el cual es el encargado de la rotación para el enrollado de las bobinas. Este motor posee una fuerza y precisión que permite que la máquina acepte diferentes calibres de cables.

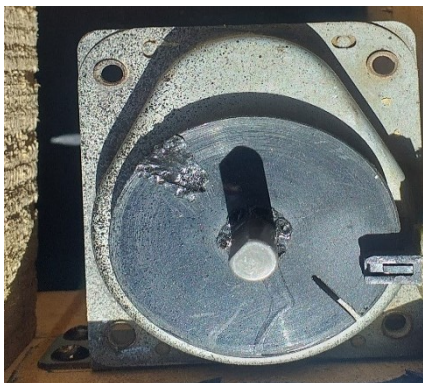


Figura 3.4 Motor DC

Fuente: propia

Motor	Matsushita Electric
Voltaje DC	20 V
Velocidad	406 rpm

Tabla 1.3 Características motor DC



Figura 3.4 Motor DC

Fuente: <http://www.2hg.eu/images/Used%20spare%20parts/Motors/3@>.

Motor	Matsushita Electric
Voltaje DC	18 V
Velocidad	340 rpm

Tabla 1.4 Características motor DC

3.4.1 Control de Velocidad del Motor

El control del motor es fundamental para la maquina bobinadora por eso se obtuvo una placa electrónica desechada, el cual nos servirá para controlar la velocidad del motor y la potencia. De esta manera nos facilita realizar las bobinas a la velocidad que deseamos.

Esta tarjeta fue reciclada de una fotocopiadora antigua el cual fue adaptado a la maquina bobinadora para cumplir una función.

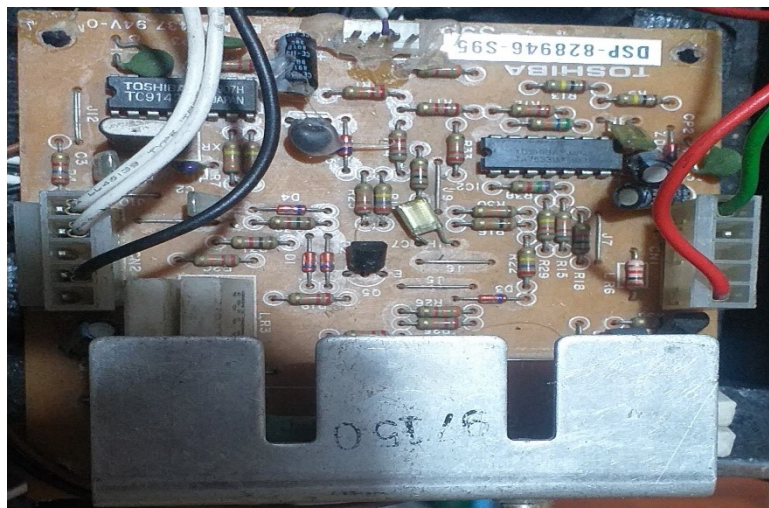


Figura 3.4.1 Placa de control del motor

Fuente: Propia

3.5 PUERTOS DE GRABACIÓN HACIA EL MICROCONTROLADOR

PIC 16F877A

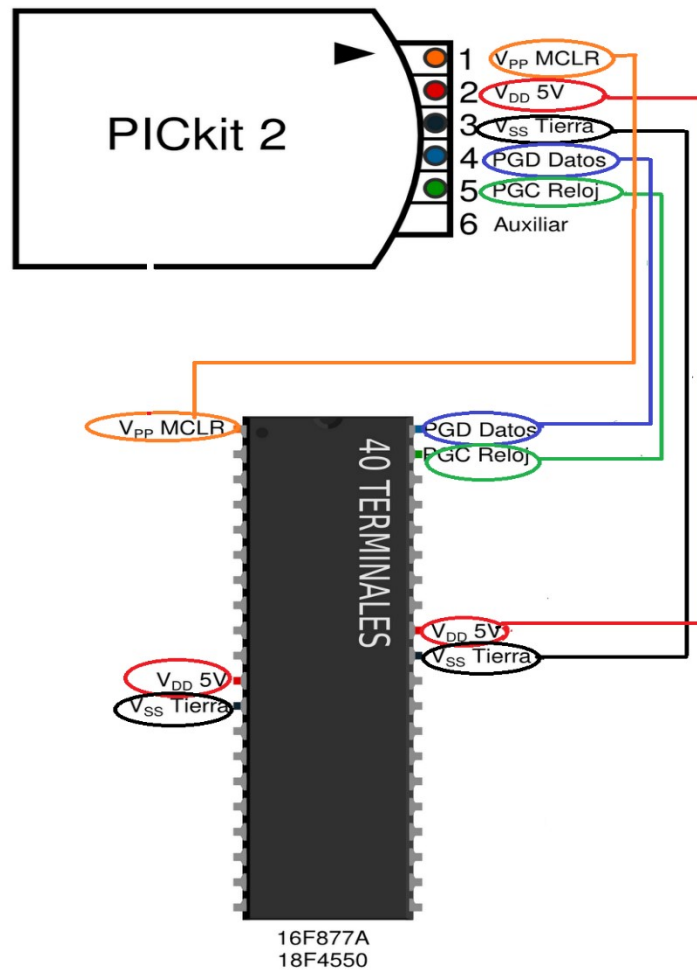


Figura 3.5 Conexión del microcontrolador hacia el grabador pickit 2

Fuente: <http://1.bp.blogspot.com/-GANbXqH->

Uhs/UEpM5GDXYWI/AAAAAAAAAOM/WmqAqy65_dE/s1600/terminales+pickit2.png

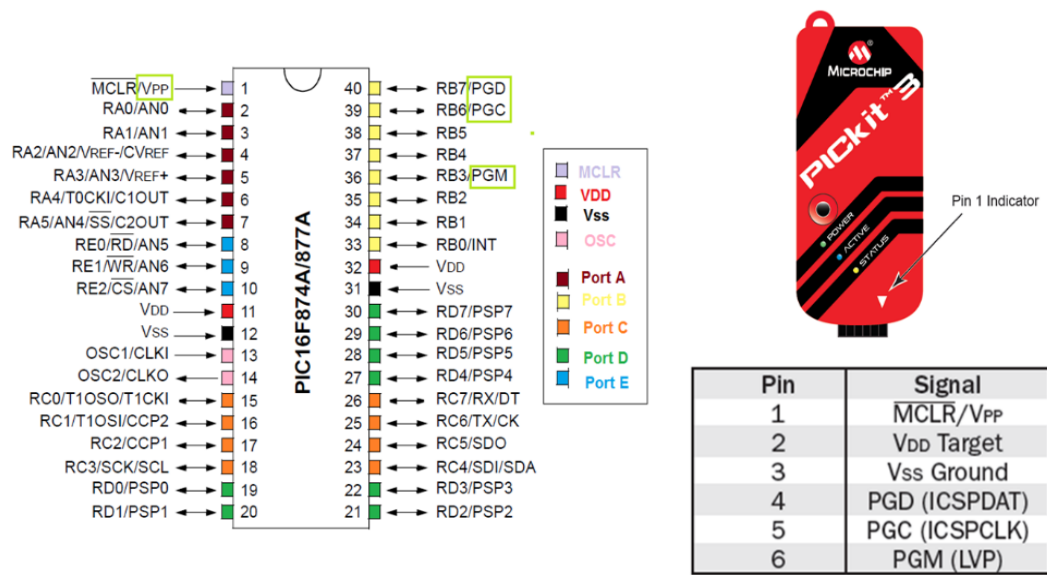


Figura 3.5 Conexión del microcontrolador hacia el grabador pickit 3

Fuente: <https://3.bp.blogspot.com/-WM->

[oMu5udus/Vnprxsw6mzI/AAAAAAAAAAtQ/SiR9MCtcCsQ/s1600/cover.png](https://3.bp.blogspot.com/-WM-oMu5udus/Vnprxsw6mzI/AAAAAAAAAAtQ/SiR9MCtcCsQ/s1600/cover.png)

3.6 DISPLAY ALFANUMÉRICO LCD 20X4

Para visualizar los datos se utiliza una LCD 20x4 encargada de registrar el número de vueltas, velocidad y los diferentes menús añadidos para el funcionamiento del proceso de bobinado. Esta pantalla permite aprovechar más funciones debido a que tiene 20 columnas y cuatro filas.

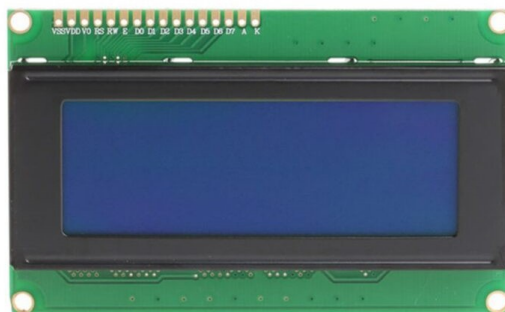


Figura3.6 Pantalla LCD 20x4

Fuente: <https://technicalhands.com.co/wp-content/uploads/2020/06/TH023-788x1024.jpg>

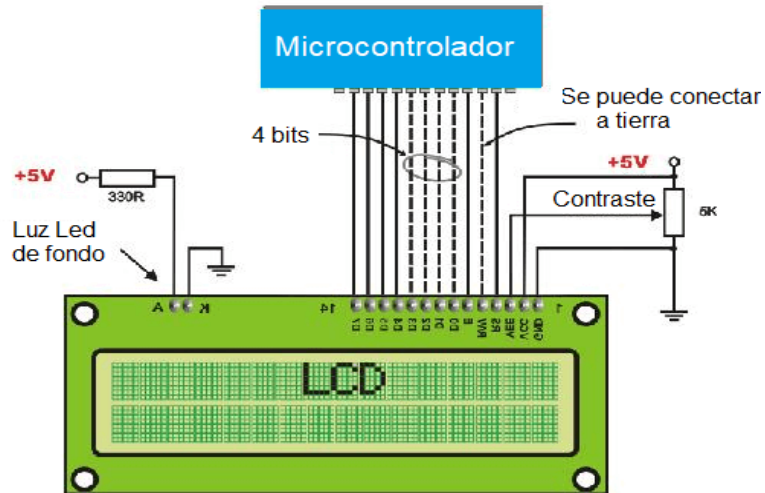


Figura 3.6 Conexión básica de la pantalla LCD hacia el microcontrolador

Fuente: <https://cdn.mikroe.com/ebooks/img/38/2016/02/al-mundo-de-los-microcontroladores-basic-chapter-04-fig4-44.gif>

3.7 SENSOR INFRARROJO TIPO ENCODER

La máquina bobinadora cuenta con un sensor infrarrojo de tipo encoder MOCH22A. El funcionamiento básico de este sensor es el siguiente; Si se hace pasar cualquier cosa entre la ranura del sensor, este crea un pulso digital en el pin RB0. Este pulso va de 0V a 5V y es una señal digital TTL. Luego con el microcontrolador podemos leer este pulso.

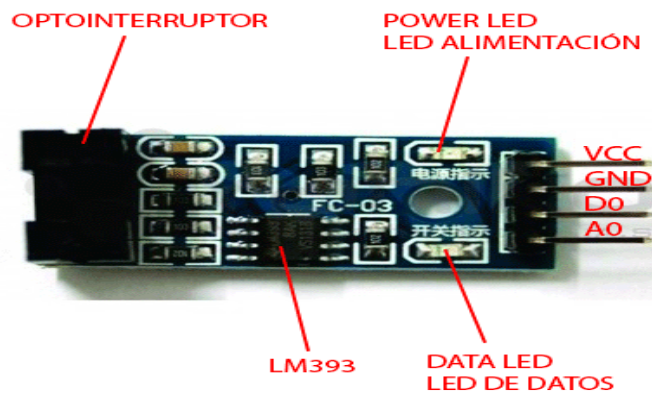


Figura 3.7 Sensor Infrarrojo tipo encoder componente físico

Fuente: <https://www.makeelectronico.com/wp-content/uploads/2017/06/Sensor-infrarrojo-tipo-encoder-3.jpg>

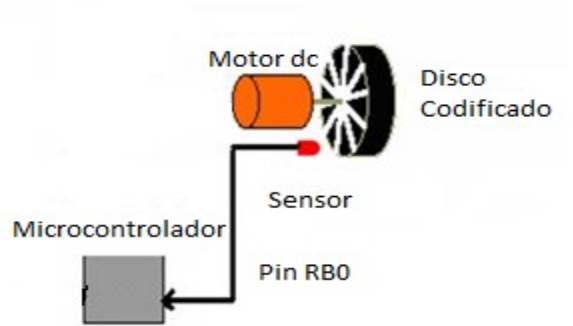
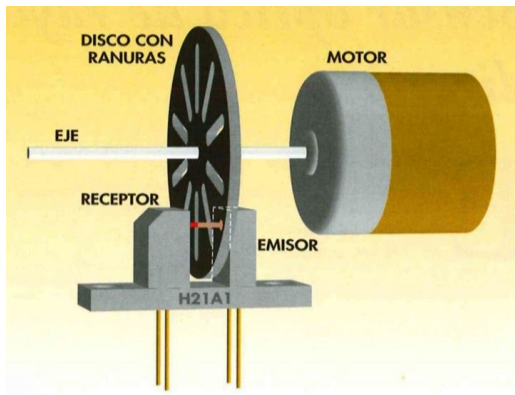


Figura 3.7 Sensor Infrarrojo tipo encoder conexión a microcontrolador

Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos82/control-velocidad-motor-dc/image006.jpg>

3.8 TECLADO

El teclado permite seleccionar y presionar las configuraciones que se debe realizar al momento de bobinar. El cual cuenta con 6 pulsadores a continuación mencionaremos la función de cada uno de ellos.



Figura 3.8 Teclado de control

Fuente: Propia

Pulsador	Función
S1	Interruptor de encendido
P1	Pulsador de marcha
P2	Pulsador de parada de emergencia
P3	Selecciona el menú
P4	Resetea poniendo el valor a cero
P5	Incrementa valor designado
P6	decrementa valor designado

1.3 Tabla Descripción de teclado

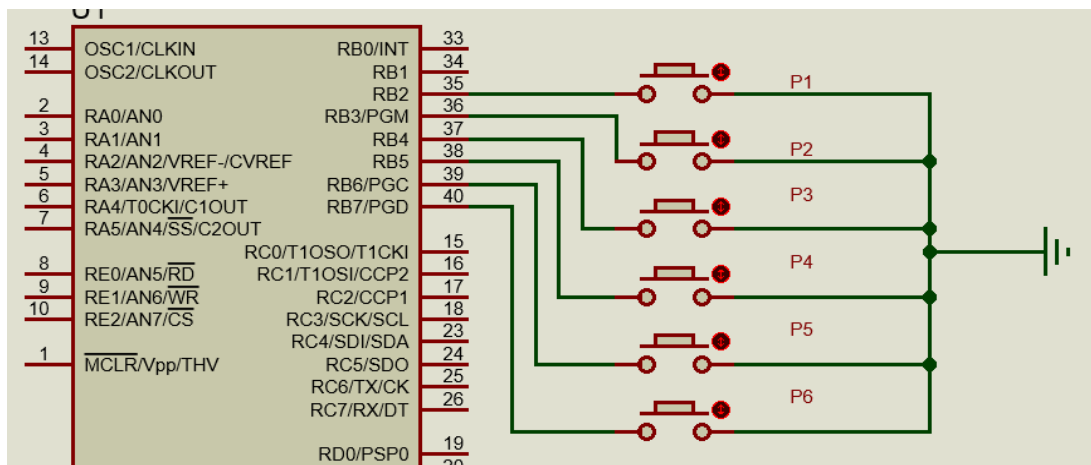


Figura3.8 Conexión del teclado casero hacia el microcontrolador

Fuente: <https://1.bp.blogspot.com/>

<https://1.bp.blogspot.com/-NtyMfmjE50Q/UpBBxOJwBaI/AAAAAAAAADg/PWxiPSgbT2E/s1600/8.png>

3.9 FUENTE DE ALIMENTACIÓN

La fuente de alimentación es la encargada de proporcionar el voltaje con la que trabajara la máquina. Se opto por elegir esta fuente ya que es la adecuada para realizar el trabajo de la maquina bobinadora, tiene un voltaje de operación de 24Vdc y una corriente de 10A.



Figura 3.9 Fuente de Alimentación Conmutada

Fuente: Creación propia

3.10 DISEÑO DEL MENÚ DE LA PANTALLA LCD

El diseño de todas las configuraciones de menú para una facilidad de navegación, se diseñó mediante algoritmos, filas por columnas mostrando todas las opciones de menú en un arreglo de STRING (cadena de caracteres cuando se trabaja con grandes cantidades de texto).

Llamando mediante un vector, la principal pantalla muestra las lecturas la velocidad para el bobinado, el siguiente menú muestra el número de espiras a realizar posterior a eso se da inicio al proceso de bobinado una vez ejecutado los parámetros indicados.

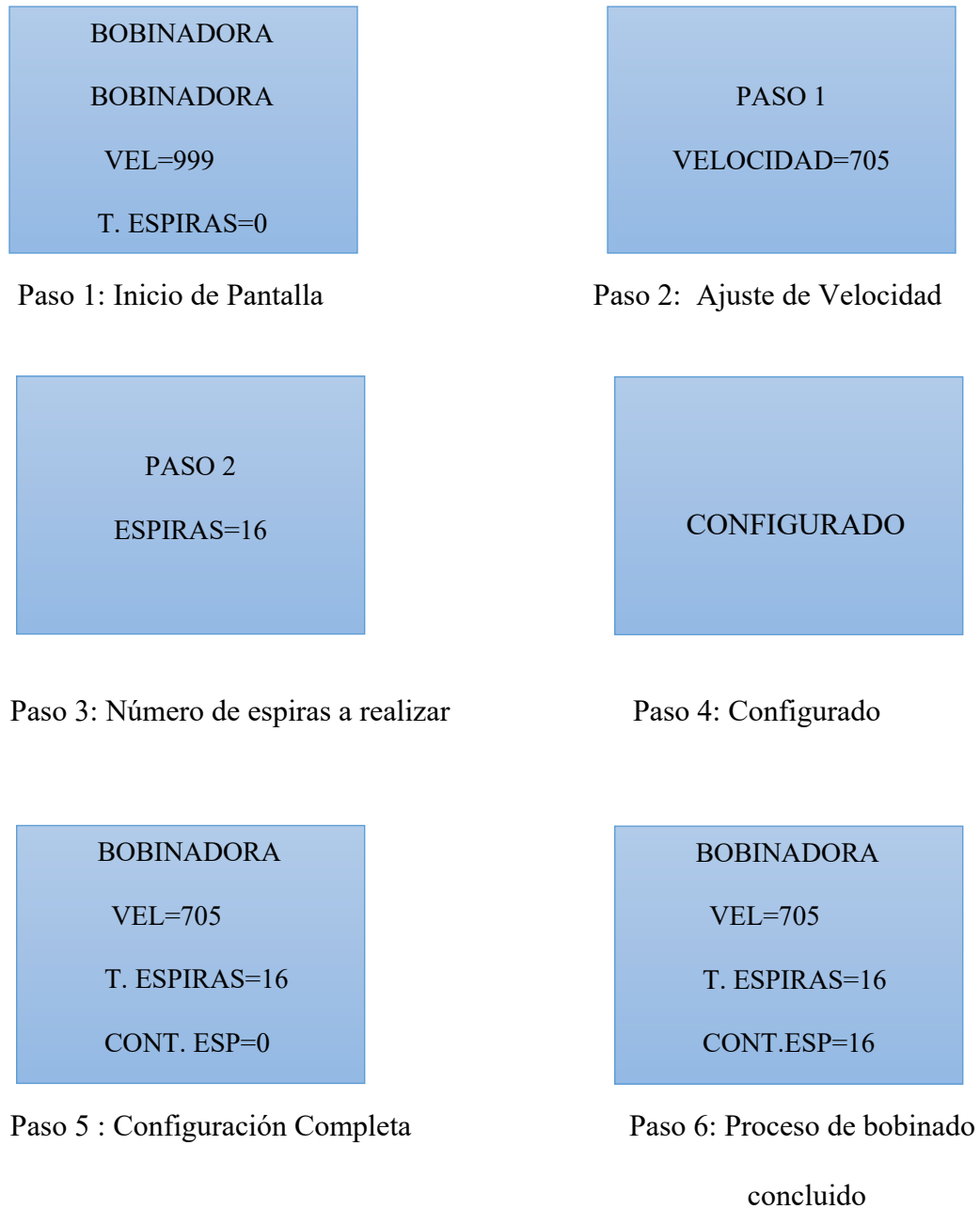


Figura 3.10 Diagrama descriptivo menú de configuración

Fuente: Creación Propia

3.11 PROGRAMA DEL PROTOTIPO

```
#define _XTAL_FREQ 4000000
```

```
#include <xc.h>
```

```
#include "flex_lcd.h"
```

```
#include "ADC.h"
```

```
#include <stdio.h>
```

CONFIGURACION DE BITS

```
#pragma config FOSC = XT
```

```
#pragma config WDTE = OFF
```

```
#pragma config PWRTE = OFF
```

```
#pragma config BOREN = OFF
```

```
#pragma config LVP = OFF
```

```
#pragma config CPD = OFF
```

```
#pragma config WRT = OFF
```

```
#pragma config CP = OFF
```

DEFINICION DE ENTRADAS

```
#define P1 RB2 // pulsador P1 en RB2
```

```
#define P2 RB3 // pulsador P2 en RB3
```

```
#define P3 RB4 // pulsador P3 en RB4
```

```
#define P4 RB5 // pulsador P4 en RB5
```

```
#define P5 RB6 // pulsador P5 en RB6
```

```
#define P6 RB7 // pulsador P6 en RB7
```

DEFINICION DE SALIDAS

```
#define R_ISQ RC0 // Definición relé izquierdo en RC0
```

```
#define R_DER RC1 // Definición relé derecho en RC1
```

```
#define PMW RC2 // Definición Entrada PWM en RC0
```

```
#define LED_R RD0 // Definición led rojo en RD0
```

```
#define LED_V RD1 // Definición led rojo en RD1
```

```

#define LED_A RD2 // Definición led rojo en RD2

DEFINIENDO VARIABLES

__bit INVERSA=0;

char bloqueo,ref=0;

char buffer1[20];

int cont=0;          // Variable entera cont
int esp_total=0;    // Variable entera esp_cont
int men,espiras=0; // Variable entera men, espiras
int vel=999;        // Variable entera vel

uint8_t dato[15];

INTERRUPCIONES

void __interrupt() Interrupcion(void){ //Interrupciones

    if(INTCONbits.INTF == 1){

        if(INVERSA==1){

            cont--;

                }

            if(INVERSA==0){

                cont++;

                    }

            INTCONbits.INTF = 0;

                }

        }

CREACION DE MENUS DEL DISPLAY

void menu3(){

    while(men==3){

        Lcd_Out(2,5,"CONFIGURADO");

        if(P1==1){bloqueo=1;}

    }

}

```

```

if(P1==0&&bloqueo==1){ref=1;bloqueo=0;Lcd_Cmd(LCD_CLEAR);men=0;break;}

    }

}

void menu2(){
    while(men==2){
        Lcd_Out(1,7,"PASO 2");
        if(P1==1){bloqueo=1;}

if(P1==0&&bloqueo==1){bloqueo=0;Lcd_Cmd(LCD_CLEAR);men=3;menu3();}
if(P2==0){__delay_ms(5);espiras++; }
if(P4==0){__delay_ms(5);espiras--; }
sprintf(buffer1,"    ESPIRAS=%2d  ",espiras); Lcd_Out(3,0,buffer1);
    }
}

void menu(){
    while(men==1){
        if(P1==1){bloqueo=1;}
        if(P1==0&&bloqueo==1){bloqueo=0;Lcd_Cmd(LCD_CLEAR);men=2;menu2();}
        if(P2==0){__delay_ms(5);vel=++vel+20;}
        if(P4==0){__delay_ms(5);vel=--vel-20; }
        Lcd_Out(1,7,"PASO 1");
        sprintf(buffer1,"    VELOCIDAD=%2d  ",vel); Lcd_Out(3,0,buffer1);
        // sprintf(buffer1,"ESPIRAS=%2d",espiras); Lcd_Out(4,0,buffer1);
        if(vel>999){vel=999;}
        if(vel<0){vel=0;}
    }
}
}

```

```

void TIMER2_init(void)
{
    TMR2 = 0;

    PR2 = 249;

    T2CONbits.TOUTPS = 0b1111;    //POSTSCALER 1:16
    T2CONbits.T2CKPS = 0b00;     //Prescaler 1:16
    T2CONbits.TMR2ON = 1;        //tmr2 on
}

void pwm_(int VELOCIDAD){
    unsigned int dc = vel;
    if(dc>1000) dc =1000;

    CCP1CONbits.CCP1Y = dc & (1<<0);
    CCP1CONbits.CCP1X = dc & (1<<1);
    CCPR1L = dc>>2;
}

void main(void) {
    OPTION_REGbits.nRBPU=0;

    INTCONbits.GIE = 1;
    INTCONbits.PEIE = 1;
    INTCONbits.INTE = 1;

    PIE1bits.RCIE = 1;

    OPTION_REGbits.INTEDG = 0; //Flanco de subida

    TRISB=255;
}

```

```

TRISC=0;

TRISD=0;

PORTC=0;

PORTD=0;

R_ISQ=1;R_DER=1;

Lcd_Init();

Lcd_Cmd(LCD_CLEAR);

Lcd_Cmd(LCD_CURSOR_OFF);

LED_R=0; LED_V=1;LED_A=1;

TRISCbits.TRISC2 = 0;

TIMER2_init();

ADC_init();

CCP1CON = 0B00001100;

Lcd_Out(1,5,"BOBINADORA  ");

while(1){

pwm_(vel);

if(ref==1){Lcd_Cmd(LCD_CLEAR);ref=0;}

if(P1==0){

Lcd_Cmd(LCD_CLEAR);men=1;menu();

}

if(P4==0){

Lcd_Out(1,5,"BOBINADORA  ISQ");

INVERSA=1;

}

if(P2==0){

Lcd_Out(1,5,"BOBINADORA  DER");

INVERSA=0; }

if(cont>9999){cont=9999;}

```

```

if(cont<0){cont=0;}

Lcd_Out(1,5,"BOBINADORA");

sprintf(buffer1,"VEL=%2d  ",vel); Lcd_Out(2,0,buffer1);

sprintf(buffer1,"T.ESPIRAS=%2d  ",espiras); Lcd_Out(3,0,buffer1);

sprintf(buffer1,"CONT.ESP=%2d  ",cont); Lcd_Out(4,0,buffer1);

if(P6==0){

if(INVERSA==1){

R_DER=1;R_ISQ=0;    // ACTIVAMOS EL ISQUIERDA

LED_R=1;LED_V=0;LED_A=1; }

if(INVERSA==0){

R_DER=0;R_ISQ=1;    // ACTIVAMOS EL RDEREHA

LED_R=1;LED_V=0;LED_A=1; }

        }

if(P5==0){

R_DER=1;R_ISQ=1;    // ACTIVAMOS EL RELAY

LED_R=0;LED_V=1;LED_A=1; }

if(cont>espiras-20){

pwm_(700);

if(cont>espiras){

R_DER=1;    // ACTIVAMOS EL RELAY

LED_R=1;LED_V=0;LED_A=1; }

        }

if(P3==0){

cont=0;espiras=0;

        }

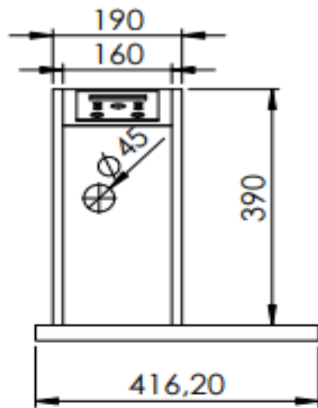
    }

return;

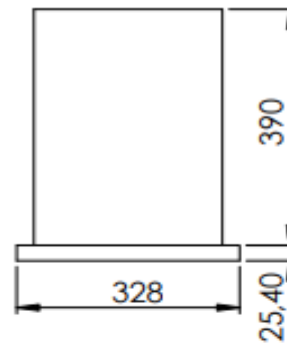
}

```

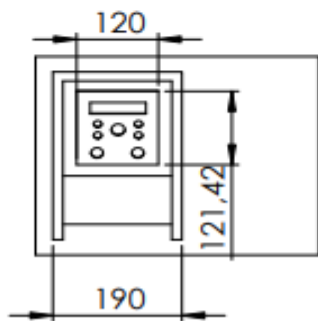
3.13 PLANO DE ESTRUCTURA DE PROTOTIPO



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR

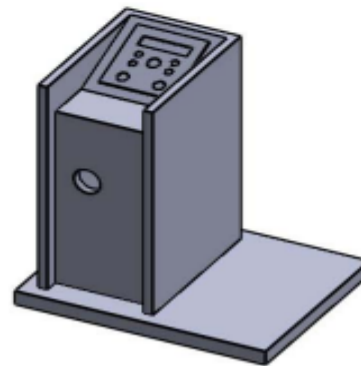


Figura 3.13 Plano de estructura de prototipo

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV

ANALISIS ECONOMICO DEL PROYECTO

4.1 CALCULO DE COSTOS DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

Descripción	Tiempo
Construcción de prototipo	2880Min
Pintado de prototipo	30Min
Cableado dentro prototipo	30 Min
Diseño del circuito de la maquina bobinadora en el software de proteus 8 professional	120 Min
Compilación de la programación	5Min
Lenguaje Programación Software Mplab x ide	2880 Min
Simulación en proteus	15Min
Soldadura de componentes electrónicos utilizados	180Min
Pruebas del prototipo	30 Min
Molde de bobina	60Min
Tiempo total del proceso del proyecto	6230Min

1.4 Tabla: Elaboración propia

4.1.1 Salario Mínimo Nacional

2000Bs/30Dias = 66Bs	
66/8horas	= 8,25
8,25/60min	= 0,13
0,13*6230min	= 809,9
Total	= 809,9 Bs

1.5 Tabla: Elaboración propia

4.1.2 Costos Indirectos

a) Energía Eléctrica

45 Bs/30días	= 1,5
1,5/8horas	= 0,1875
0,1875/60min	= 0,0031
0,0031*6230min	= 19,47 Bs

1.6 Tabla: Elaboración propia

b) Agua Potable

25Bs/30días	= 0,83
0,83/8horas	= 0,10
0,013/60min	= 0,002
0,002*6230min	= 12,46 Bs

1.7 Tabla: Elaboración propia

c) Gas Domiciliario

15Bs/30días	= 0,5
0,5/8horas	= 0,0625
0,0625/60min	= 0,001
0,001*6230min	= 6,48Bs

Total	= 38,41 Bs
-------	------------

1.8 Tabla: Elaboración propia

4.1.3 Costos Fijos

a) Teléfono

30Bs/30días	= 1
1/8horas	= 0,125
0,125/60min	= 0,002
0.002*6230min	= 12,97Bs

1.9 Tabla: Elaboración propia

b) Alquiler

200Bs/30días	= 6,67
6,67/8horas	= 0,83
0,83/60min	= 0,014
0,014*6230min	87,22= Bs

Total	= 100,19 Bs
-------	-------------

1.10 Tabla: Elaboración propia

4.1.4 Depreciaciones

4.1.4.1 Desgaste

- Herramientas 25% en 4 años = 0,25
- Equipo 12,5% en 8 años = 0,125
- Maquinas 12,5% en 8 años = 0,125
- Mobiliario 10% en 10 años = 0,10

4.1.4 .1 .1 Herramientas

N°	Detalles	Cantidad	Precio
1	Alicates	1 juego	45 Bs
2	Martillo	1	30 Bs
3	Multímetro	1	150 Bs
4	Destornillador	1 juego	50 Bs
5	Formón	1	25 Bs
6	SERRUCHO	1	35 Bs
TOTAL (Bs)			335 Bs

1.11 Tabla: Elaboración propia

$335Bs * 0,25\% = 83,75/12 \text{ meses} = 6,97$	
6,97/30 días	= 0,23
0,23/8 horas	=0,03
0,03/60min	=0,0005
0,0005*6230	= 3,12 Bs

1.12 Tabla: Elaboración propia

4.1.4 .1 .2 Equipos

N°	Detalles	Cantidad	Precio
1	Cautín	1	80 Bs
2	Taladro	1	350 Bs
3	Pistola de silicona	1	50 Bs
TOTAL (Bs)			480 Bs

1.13 Tabla: Elaboración propia

$480Bs * 0,125\% = 60/12 \text{ meses} = 5$	
5/30 días	= 0,17
0,17/8 horas	=0,02
0,02/60min	=0,0003
0,0003*6230	= 1,87 Bs

1.14 Tabla: Elaboración propia

4.1.4 .1 .3 Maquinas

N°	Detalles	Cantidad	Precio
1	Computadora	1	3000 Bs
2	Impresora	1	1500 Bs
TOTAL (Bs)			4500 Bs

1.15 Tabla: Elaboración propia

$4500Bs * 0,125\% = 562,5/12 \text{ meses} = 46,87$	
46,87/30 días	= 1,56
1,56/8 horas	=0,195
0,195/60min	=0,003
0,003*6230	= 18,69 Bs

1.16 Tabla: Elaboración propia

4.1.4 .1 .4 Mobiliario

N°	Detalles	Cantidad	Precio
1	Asiento	1	100 Bs
2	Mesa	1	250 Bs
TOTAL (Bs)			350 Bs

1.17 Tabla: Elaboración propia

$350Bs * 0,10\% = 35/12 \text{ meses} = 2,92$	
2,92/30 días	= 0,097
0,097/8 horas	=0,012
0,012/60min	=0,0002
0,0002*6230	= 1,26 Bs

1.18 Tabla: Elaboración propia

4.1.4 Materia Prima

4.1.5.1 Componentes electrónicos

N°	Descripción	Cantidad	Precio (Bs)
1	Microcontrolador Pic 16f877a	1	30 Bs
2	Fuente de alimentación 24V DC-10 ^a	1	150Bs
3	Motor 24V DC	1	50Bs
4	Interruptor	1	2Bs
5	Pulsadores	6	12Bs
6	Led Multicolor	1	4Bs
7	Display LCD 20x4	1	35Bs
8	Placa de control de motor	1	50Bs
9	Relé electromecánico	2	12Bs
			345 Bs

1.19 Tabla: Elaboración propia

4.1.5.2 Material de aporte

N°	Descripción	Cantidad	Precio
1	Placa Perforada 7x6cm	1	10 Bs
2	Estaño	3m	10 Bs
3	Pasta para soldar	1	10 Bs
		TOTAL	30 Bs

1.20 Tabla: Elaboración propia

4.1.5.3 Material de ferretería

Descripción	Cantidad	Precio
Tablas de madera	5 piezas	40 Bs
Tornillos hexagonales de 4 pulgadas Φ 5mm	2	6Bs
Tubos pequeños	2	Reciclado
Mandril	1	20Bs
	Total (Bs)	66 Bs

1.21 Tabla: Elaboración propia

4.1.6 Costo Total del proyecto

Descripción	Cantidad	Costo Bs
Salario mínimo nacional	1	809,9 Bs
Costos directos	1	38,41 Bs
Costos indirectos	1	100,19 Bs
Depreciaciones	1	24,94 Bs
Materia prima	1	441Bs
	TOTAL	1414,44 Bs

1.22 Tabla: Elaboración propia

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se determino las condiciones de funcionamiento de la maquina bobinadora de acuerdo al requerimiento.
- Se selecciono el sensor MOCH22A y la visualización mediante el display LCD 20x4.
- Se diseño el menú de configuración del display LCD 20X4
- Se realizo el circuito completo del prototipo de la maquina bobinadora en el software PROTEUS 8.12
- Se realizo la programación mediante el software MPLAB 4.00
- Se realizo los planos de estructura de la maquina bobinadora
- Se realizo las pruebas correspondientes del prototipo de la bobinadora

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda estudiar sobre el protocolo de comunicación i2c
- Se recomienda realizar un estudio sobre la inercia del motor dentro de la programación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Que es una maquina bobinadora May 29 Fuente: <https://www.prucommercialre.com/>
- [2] Automatización de maquina manual fabricadora de bobinas Autores Achig Quishpe y Juan Carlos Pazmiño hidalgo Ángel Fernando Quito agosto 2018.
- [3] Área Tecnológica Fuente: <https://www.areatecnologia.com/EL%20MOTOR%20ELECTRICO.htm>
- [4] Motores de corriente alterna Fuente: <https://www.areatecnologia.com/electricidad/motores-de-corriente-alterna.html>
- [5] Motor síncrono Fuente: <https://riverglennapt.com/es/synchronous-motor/833-synchronous-motors-applications-and-working-principle.html>
- [6] Motor asíncrono Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Motor_as%C3%ADncrono
- [7] Motores de corriente continua Fuente: <https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/motor/motores-electricos/motor-de-corriente-continua/>
- [8] Microcontroladores Fuente: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/microcontrolador/>
- [9] Microcontroladores Pic 16f877A Fuente: <https://microcontroladoress.com/pic16f877a/>
- [10] Software de programación <https://es.wikipedia.org/wiki/MPLAB>
- [11] Arduino Fuente: <https://www.geeknetic.es/Arduino/que-es-y-para-que-sirve>
- [12] Sensor Infrarrojo Fuente: <https://www.makerelectronico.com/producto/sensor-infrarrojo-tipo-encoder/>
- [13] Display LCD 20x4 Fuente: <http://www.electronica.com.py/producto/lcd-display-20x04-azul/>
- [14] Fuente: <https://microcontroladoress.com/pic16f877a/>
- [15] Que es un PWM <https://solectroshop.com/es/blog/que-es-pwm-y-como-usarlo--n38>

ANEXOS
“IMPLEMENTACION DE UNA MAQUINA BOBINADORA
SEMIAUTOMATICA”

ANEXO A

DATASHEET DE COMPONENTES **ELECTRONICOS**

ANEXO B

CATALOGOS DE SOFTWARES DE PROGRAMACION