



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

ARTÍCULO CIENTÍFICO

TEMA:

**“MÁQUINA AUTOMÁTICA DE ESCALADA
DEPORTIVA PARA OPTIMIZAR Y MEJORAR EL
RENDIMIENTO DE LOS DEPORTISTAS”**

AUTOR: Adriana Alexandra Mejía Jaramillo

DIRECTOR: Ing. Octavio Arias

Ibarra – Ecuador

2014

RESUMEN

El desarrollo del presente proyecto tiene como finalidad el ofrecer a los deportistas una máquina que les permita entrenar escalada deportiva sin la necesidad de una pared convencional.

El proyecto consiste en implementar una máquina que permita al escalador mantenerse escalando por un tiempo indefinido en un área relativamente pequeña en comparación con un muro convencional sin contar con la presencia de un asegurador.

El deportista podrá establecer los parámetros de su entrenamiento como son velocidad y tiempo a través de la pantalla táctil, y estos se podrán ir modificando de acuerdo a la intensidad del entrenamiento.

El escalador contará con todas las seguridades necesarias ya que cuenta con sensores de posición que no permiten que el escalador llegue a los extremos de la máquina para de esta manera evitar accidentes.

La dificultad del entrenamiento se puede variar armando vías de diferente grado lo que se logra al cambiar la posición o la forma de las presas en los tableros giratorios.

ABSTRACT

The development of this work is aimed to offer athletes a machine to allow them to train sport climbing without the need for a conventional wall. The project is to implement a machine to allow the climber kept climbing indefinitely in an area relatively small in comparison with a conventional wall without the presence of a bilayer. The athlete may establish their training parameters such as speed and time through the touch screen, and they may go by modifying according to the intensity of the training. The climber had all the necessary assurances it has with position sensors that do not allow the climber reaches the ends of the machine to thus avoid accidents. The difficulty of the training may vary doing routes of different degree that is changing the position or shape of holds in revolving panels.

CAPITULO I

GENERALIDADES Y FUNDAMENTOS TEORICOS

1.1 LA ESCALADA

La escalada es una actividad que consiste en realizar ascensos sobre paredes de fuerte pendiente valiéndose de la fuerza física y mental propia.¹

1.2 TIPOS DE ESCALADA

Existen diversas formas de escalada dependiendo del medio en el que se escale, el equipo que se utilice y otros factores. En cuanto al medio en que se escala tenemos varios tipos:²

Escalada en interior

Escalada en exterior

Escalada libre

Escalada clásica

Escalada deportiva

Escalada artificial

Solo integral

Escalada en solitario

1.3 ELEMENTOS BASICOS

1.3.1 VARIADOR DE VELOCIDAD

¹http://es.wikipedia.org/wiki/Escalada_wiki/Escalada.mw-head

² http://www.ifsc-climbing.org/?category_id=224

Es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor. Un variador de frecuencia es un caso especial de un variador de velocidad.

1.3.2 MICROCONTROLADORES

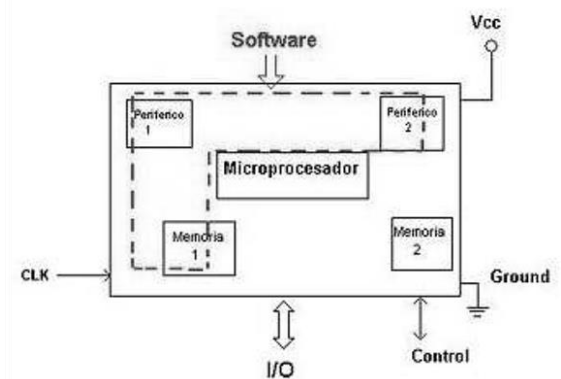


Figura.1.1 Esquema de un microcontrolador
Fuente: Wikipedia

Los Microcontroladores son Circuitos Programables que contienen todos los componentes de un Computador. Se emplean para controlar el funcionamiento de una tarea determinada y, debido a su reducido tamaño, suelen ir incorporados en el propio dispositivo que lo gobierna, por lo tanto, el microcontrolador es un Computador dedicado.

1.3.2.1 Características del microcontrolador PIC 18F4550³

- Son procesadores de 8 bits RISC Segmentado
- Con arquitectura HARVARD
- Relación precio/prestaciones muy competitiva.
- Integran la mayoría de recursos de las series 16F y 12F con mayor rendimiento y complejidad.
- Posee Conversores y Comparadores Análogos/Digitales y viceversa
- Comunicación con otros Microcontroladores.
- Modulación PWM
- Comunicación SPI
- Comunicación I²C
- Comunicación USB

1.3.3 PANTALLA GRÁFICA DE CRISTAL LÍQUIDA (GLCD)⁴

- La pantalla GLCD proporciona mucha flexibilidad. Está compuesta de pixeles dispuestos en filas y columnas. Cada pixel puede manejarse individualmente y permite mostrar texto, gráficos o una

combinación de ambos. Se emplea en aquellos casos en los que es necesario tener un control total del área de la pantalla. Sin embargo, la flexibilidad implica una mayor dificultad en el diseño del circuito de control.

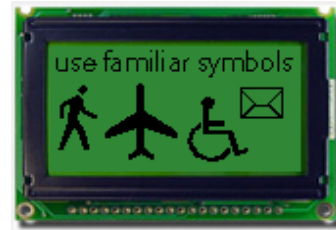


Figura.1.2 Pantalla GLCD
Fuente: Wikipedia

1.3.4 Características de una GLCD 128x64

- Conformado por una matriz de puntos de visualización de 128 pixeles de largo por 64 pixeles de alto.
- Su iluminación de fondo está entre verde-amarillo cuando se enciende.
- Fácil manejo con microprocesadores de 8-Bits.
- Bajo poder de consumo.
- Contiene dos controladores internos un KS0108B y KS0107B.

³ Microchip, Datasheet
PIC18F2455/2550/4455/4550

⁴ <http://es.wikipedia.org/wiki/GLCD>

1.3.5 TOUCH SCREEN



Figura.1.3 Touch Screen
Fuente: Wikipedia

Un Touch Screen o Pantalla Táctil es una lámina resistiva transparente que puede detectar una pulsación dentro de un área determinada, esta pulsación puede estar dada por la mano o comúnmente por un Lápiz óptico⁵.

Touch Screen Resistivo

Esta tipología es la más común y por lo tanto la más utilizada debido a su fortaleza y confianza al momento de realizar alguna aplicación. Podemos encontrar Touch Screen de 4, 5, 6, 7, 8 Hilos.

El funcionamiento de este tipo de pantallas básicamente consta de un divisor de tensión de acuerdo a cuatro posiciones X, Y, -X, -Y, como se puede ver en la figura de la Touch Screen de cuatro hilos.

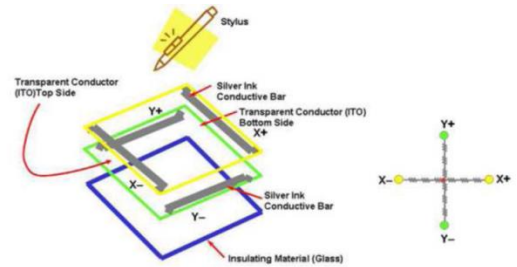


Figura.1.4 Touch Screen Resistivo
Fuente: <http://sergio-hdz.blogspot.com/2012/04/touchscreen-resistivo-vs-capacitivo.html>

1.3.6 REGULADOR DE VOLTAJE L7805

Es un regulador de tensión positiva de 5 Volts a 1A, la tensión justa y mucho más corriente de la que recitan nuestros PIC's para funcionar, se sabe que el buen funcionamiento del firmware que grabemos en el PIC está sujeto no sólo a la buena programación que se haya realizado a la hora de diseñarlo sino que también a una alimentación fija, constante y regulada a la hora de ejecutarlo, entonces la manera más segura, económica y sencilla de obtener ese voltaje, es la utilización de un integrado regulador de voltaje, y el 7805 es uno de los más indicados ya que mantendrá fija la tensión en 5V siempre y cuando en su entrada reciba al menos 6V. Por lo tanto a la entrada podremos despreocuparnos de la alimentación superando por mucho el voltaje de trabajo del PIC.

⁵<http://www.mbcestore.com.mx/cats/monitor-es-touchscreens/>

1.3.7 MOTORES

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.

1.3.8 ELEMENTOS MECANICOS FLEXIBLES

Los elementos mecánicos elásticos o flexibles como bandas y cadenas se emplean en los sistemas de transporte y para transmitir potencia a distancias comparativamente largas. Con frecuencia estos elementos se usan en reemplazos de engranes, ejes, cojinetes y otros dispositivos de transmisión de potencia relativamente rígidos. Puesto que estos elementos son elásticos tienen una función importante en la absorción de cargas de impacto, en el amortiguamiento y aislamiento de los efectos de las vibraciones, o que

es una ventaja importante para la vida de la maquina⁶

CAPITULO II

DISEÑO MECÁNICO

En este capítulo se presenta el diseño de los elementos mecánicos del sistema y los componentes necesarios para su construcción. Los mismos que cumplen con los requerimientos para diseñar e implementar el sistema de modo que este tenga un buen funcionamiento.

2.1 SISTEMAS DE TRANSMISION

2.1.1 DISPOSICIÓN Y APLICACIÓN DE LAS CADENAS DE RODILLOS

Las cadenas de rodillos están formadas por cilindros huecos (rodillos exteriores), montados entre placas o mallas, rodillos interiores o ejes, limitándose la posición de las placas por medio de pasadores situados sobre los rodillos interiores.

⁶ Diseño en ingeniería mecánica de Shigley.

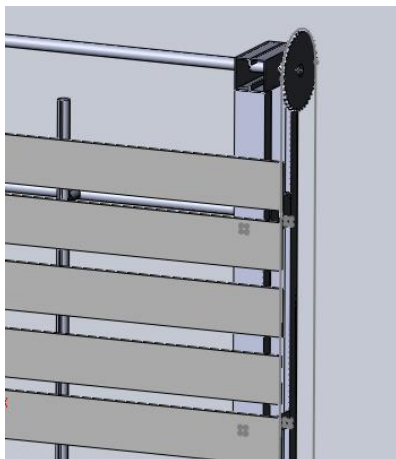


Figura.2.1 Sistema cadena – engrane
Fuente: Autor

Se usó una cadena, con un engrane, como se muestra en la figura para la transmisión y sujeción de las tablas, el motivo es la gran resistencia y flexibilidad que cuentan estos tipos de elementos.

Ordenadamente están ubicadas las tablas sobre ella, sujetadas por un perno que a su vez está sujeto a un pequeño soporte soldado en los eslabones correspondientes a cada centro de las tablas.

La máquina para escalar comprende de 2 juegos de cadenas movidas por 2 piñones c catalinas de 52 dientes, cada cadena en su parte lateral va soldado una montura de acero a 36 de 19x19x3 mm con agujero de 7mm lugar donde encaja las tablas de plywood por medio de tornillos de $\frac{1}{4}$ x $\frac{5}{8}$ y tuercas y reforzada con platina de 2"x118 calidad A36.

Todo el conjunto, cadena / tablas giran sobre los perfiles g sobre un plano vertical cuyo coeficiente de rozamiento estático en seco es 0.15

	Simbología	Dimensión en cm	#
Paso	P	1.20	
Ancho	H	1.20	
∅ Rodillo	D	0.80	
Grueso de malla	S	0.20	
Luz interior	W	0.12	
Eslabones	Z		476

Tabla2.1 Dimensiones Básicas de la cadena
Fuente: Autor

2.1.2 Engranaje

Es un conjunto de ruedas dentadas y otras piezas que encajan entre sí y sirven generalmente para transmitir un movimiento giratorio.⁷

Se utilizó 4 catalinas para cadena de rodillos paso 15 mm $\frac{5}{8}$, 56 dientes

	Simbología	Dimensión en cm	#
Paso	P	1.50	
Ancho del diente	H	0.70	
∅ Agujero	D	2.55	
∅ de la Manzana	S	22.74	
∅ Primitivo	W	0.24	
Dientes	Z		56

Tabla 2.2 Dimensiones básicas del engranaje
Fuente: Autor

⁷ <http://es.thefreedictionary.com/engranaje>

CAPÍTULO 3

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA

3.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA

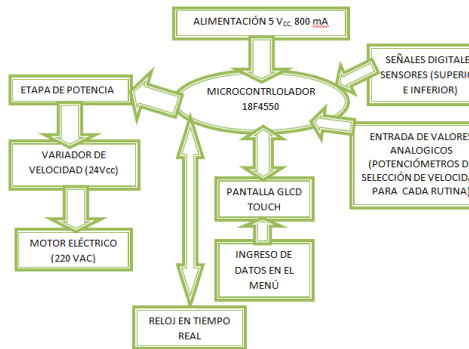


Fig. 3.1 Diagrama general de bloques del sistema
Fuente: Autor

3.2 DIAGRAMAS DE CONEXIONES DEL SISTEMA

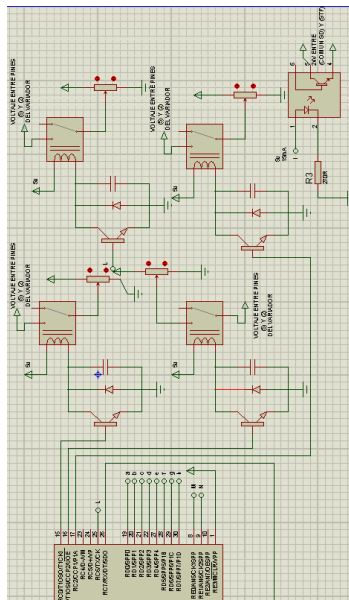


Fig. 3.2 Conexión del microcontrolador con el variador de velocidad
Fuente: Autor

3.3 CONEXIÓN DEL MICROCONTROLADOR CON PERIFERICOS

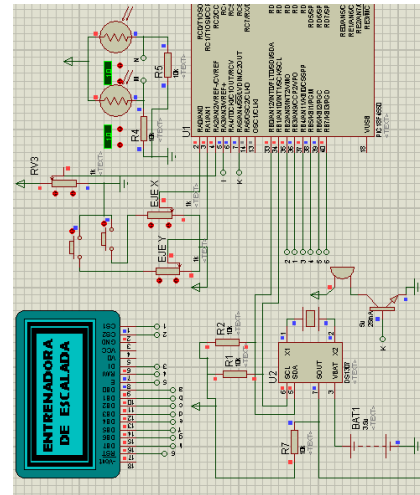
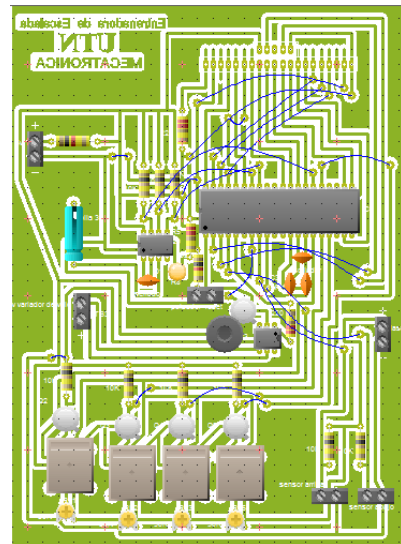


Fig. 3.3 Conexión del microcontrolador con periféricos
Fuente: Autor

3.4 DISEÑO DEL CIRCUITO IMPRESO



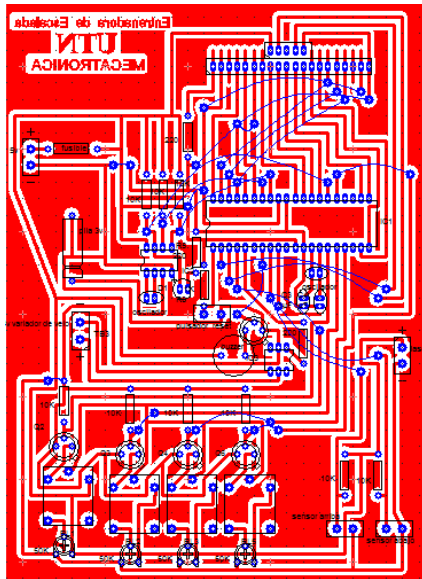
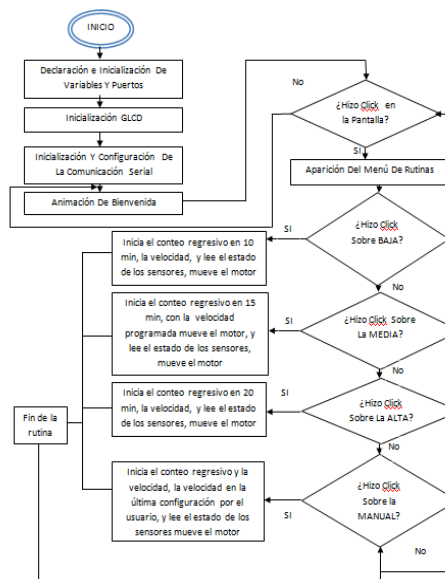


Fig. 3.4 Diseño del circuito impreso

Fuente: Autor

3.5 DISEÑO DEL SOFTWARE DE CONTROL



CAPITULO 4 IMPLEMENTACION Y PRUEBAS

El primer paso que se realizó es la sujeción de las patas y soportes de la base los cuales sirven de sustento para soportar el peso y las

vibraciones de toda la máquina. En este paso la nivelación de la estructura de la base juega un papel trascendental en el correcto funcionamiento de la misma. Seguidamente se arma los parantes verticales que se sujetarán en los lados más largos de la base, estos servirán de soporte para las correderas por las que se deslizan las tablas, de igual manera que la base estos soportes deberán estar armados de forma perpendicular a la misma. El siguiente paso es colocar las correderas de deslizamiento para las tablas.

Teniendo ya armada la base de soporte, se procede a colocar los elementos móviles, es decir los ejes, los piñones, y las cadenas. A continuación se coloca el tubo con ranura vertical que servirá de guía central para las tablas, e inmediatamente se arman ordenadamente las tablas que son sujetadas en los extremos con la cadena, y en el centro con la corredera central con un perno deslizante. El siguiente paso es colocar los soportes diagonales traseros. Quedando armada en su totalidad la estructura metálica de la máquina de entrenamiento de escalada.

El sistema de impulsión consiste en un motor, un sistema de reducción mecánica de velocidad, y un sistema de transmisión. El primer paso para este montaje es sobreponer las piezas en sus posiciones estimadas, a continuación se colocó la banda entre la polea de la caja de transmisión y la del eje inferior de la rampa de giro de las tablas, se usó una banda en V, con su parte interior dentada para mejorar el agarre sobre las dos poleas. La caja reductora de velocidad se la fijó en la base posterior de la máquina en una armazón con correderas que permiten regular la posición de la misma y así asegurar una buena tensión en la banda de transmisión. El motor fue acoplado de tal manera que se encuentre nivelado y alineado con el eje de rotación de la caja reductora, esto reducirá la fricción y por lo tanto la cantidad de vibraciones.

El motor es Trifásico, cada uno de los cables que se observa en la figura se los conectó a las salidas trifásicas del variador de velocidad. Para evitar el maltrato de los tres cables antes mencionados, se utilizó el interior del soporte diagonal como conducto de protección para los

mismos hasta su destino, es decir hasta los terminales del variador, ubicado dentro de la caja de control.

El variador de velocidad se lo colocó en la parte frontal de la máquina con el objetivo de ahorrar cableado, sobre un pedestal fijo y dentro de una caja protectora. Este variador de frecuencia marca Mitsubishi se lo conectó a una alimentación bifásica de 220 Vac.



Figura 4.1 Montaje del variador de Velocidad y botones de encendido y apagado

Fuente: Autor

Como se puede ver en la figura anterior se montaron dos botones sobre una caja de protección, cada botón activa un contactor el cual

activa o desactiva el sistema de anclaje de energización para todo el sistema de control. El pulsador verde correspondiente al encendido es normalmente abierto, y el pulsador rojo sirve para desactivar todo el sistema, este último es normalmente cerrado.

El circuito de control está diseñado sobre una placa electrónica con terminales de entrada o salida de datos y de alimentación. Los terminales de entrada de datos se los conectó a los sensores láser superior e inferior, los cuales se encargan de detectar cuando el deportista se encuentra en las posiciones extremas superior e inferior. En los terminales de salida fueron conectados los cables de comunicación con el variador de frecuencia, para regular la velocidad del motor. Este circuito de control fue alimentado con 5 Vcc, para lo cual se usó una fuente de voltaje externa, que se alimenta de 120 Vac.

El control se lo realiza a través de una interfaz gráfica con una pantalla táctil la cual está conectada a la misma placa electrónica, como se muestra en la siguiente imagen.

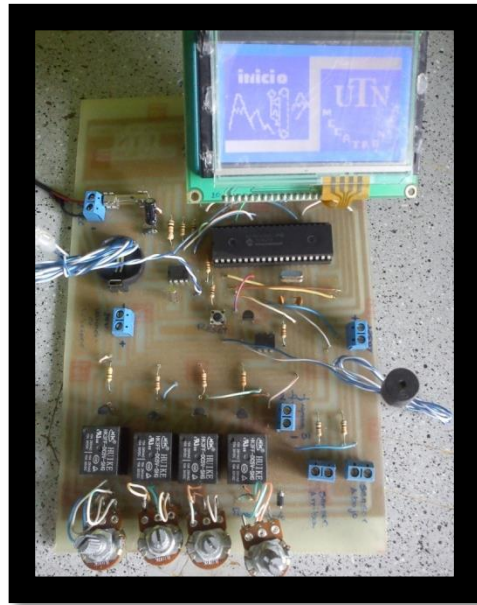


Figura.4.2 Montaje de los elementos sobre la placa impresa
Fuente: Autor

En la parte inferior de la placa electrónica se encuentran los relés de interfaz entre la placa de control y el variador de frecuencia, los cuatro potenciómetros que se ubican junto a cada relé sirven para calibrar las velocidades que serán predeterminadas para cada rutina de entrenamiento, baja, media, alta y manual, de izquierda a derecha respectivamente.

En la máquina se encuentran ubicadas cuatro cavidades que fueron diseñadas y usadas para el montaje de los sensores láser superior e inferior.

Se utilizó sensores láser tipo barrera, en las cavidades superior e inferior derechas se colocaron los

emisores láser, y en las cavidades superior e inferior izquierdas se instalaron los respectivos receptores, tanto los emisores como los receptores fueron conectados a los terminales de salida y entrada de la placa electrónica.

La máquina viene con cuatro rutinas, tres de ellas tienen velocidades y tiempos preestablecidos, y la otra es manipulable manualmente.

Se realizaron las pruebas de tiempo y velocidad para cada rutina pre programado, BAJA, MEDIA Y ALTA.



Figura. 4.3 Pantallas de elección de rutinas pre programadas
Fuente: Autor

CAPÍTULO 5

5.1 CONCLUSIONES

- La máquina cumple todas las especificaciones necesarias para que el escalador realice un buena sesión de resistencia como son: la programación, el tiempo de funcionamiento y la posibilidad de armar rutas de

diferente dificultad, controlada con el microcontrolador 18F4550 que significa un ahorro en los costos de fabricación ya que las mismas aplicaciones pudieron haberse hecho con elementos que constituyen grandes inversiones y conexiones más complejas como con un plc.

- A través de las rutinas programadas y de la pantalla táctil la utilización de la máquina de escalada deportiva es fácil y accesible y permite optimizar y mejorar el rendimiento de los deportistas ya que un deportista puede realizar diariamente sesiones de resistencia que se ejecutarán en la máquina de escalada en un 100%.
- La máquina de escalada construida da solución al problema planteado al contar con la parada de emergencia y los sensores de posición en la parte superior y en la inferior eliminando la necesidad de un asegurador por lo que el escalador puede planificar su sesión de entrenamiento incluso estando solo sin esto significar ningún peligro para el escalador.

- La máquina de escalada deportiva no trabaja a altas velocidades por lo que mediante el sistema de transmisión de banda reductora utilizado se eleva la fuerza del motor y se disminuye la frecuencia.
- Los sensores laser de barrera LDR utilizados son la mejor opción ya que estos detectan cualquier interrupción sin importar la posición de cualquier parte del cuerpo que los atraviese brindando las seguridades necesarias al escalador, la alineación en el montaje de los emisores con respecto de sus receptores es indispensable para el correcto funcionamiento de la máquina de escalada automática y para la seguridad del escalador.
- Para mejorar el sistema se podría implementar una memoria externa que guarde el tiempo y la velocidad de cada sesión de entrenamiento realizada o que se imprima directamente cambiando el microcontrolador por un plc.
- Para evitar que los deportistas se agarren de los tableros en lugar de las presas se podría sustituir los espacios existentes entre cada tablero aumentando la cantidad de tableros.
- En caso de necesitar variar las presas a posiciones en las que no se encuentren las tuercas se podrá perforar el tablero y colocar tinuts en cualquier lugar del tablero que no se encuentre en la posición de la platina.
- Para mejorar el rendimiento competitivo del deportista es recomendable empezar a conocer la máquina usando las rutinas preestablecidas.
- Es importante que los agujeros donde están instalados los sensores no se encuentren obstruidos por ningún objeto para que exista una línea de vista directa.

5.2 RECOMENDACIONES

- Antes de usar el la máquina de entrenamiento es recomendable en primera instancia leer el manual del usuario que se encuentra adjuntado en el Anexo A para así asegurar el buen funcionamiento de la misma.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

ARTÍCULO CIENTÍFICO

TEMA:

**“MÁQUINA AUTOMÁTICA DE ESCALADA
DEPORTIVA PARA OPTIMIZAR Y MEJORAR EL
RENDIMIENTO DE LOS DEPORTISTAS”**

AUTOR: Adriana Alexandra Mejía Jaramillo

DIRECTOR: Ing. Octavio Arias

Ibarra – Ecuador

2014

CHAPTER I

GENERAL AND THEORETICAL FOUNDATIONS

1.1 CLIMBING

Climbing is an activity that involves making ascents on steep walls using one's own physical and mental strength.

1.2 TYPES OF CLIMBING

There are various forms of climbing depending on the medium in which the equipment used and other factors scale. As the environment in which scales have several types:

- Climbing inside
- Outdoor Climbing
- free climbing
- Classic Climbing
- sport Climbing
- artificial climbing
- only comprehensive
- Soloing

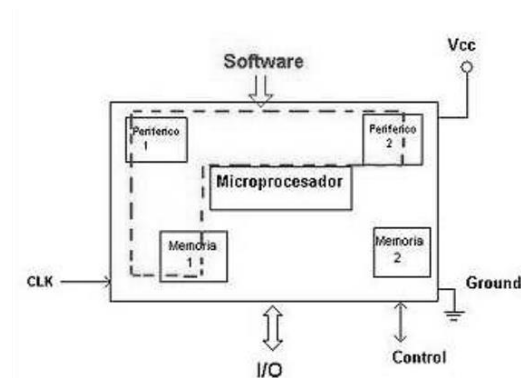
1.3 ELEMENTS BASIC

1.3.1 VARIABLE SPEED

It is a system for controlling the rotational speed of an alternating current motor (AC) by controlling the

frequency of power supplied to the motor. An inverter is a special case of a variable speed drive.

1.3.2 MICROCONTROLLERS



Picture.1.1 diagram microcontroller

Source: Wikipedia

Microcontrollers are

Programmable ICs containing all the components of a Computer. Are used to control operation of a certain task because of their small size, are usually incorporated in the device itself that rules, therefore, the microcontroller is a computer dedicated.

1.3.2.1 PIC 18F4550

microcontroller features

- They are 8-bit RISC processors

Segmented

- With HARVARD architecture
- Very competitive price /

performance ratio.

- Integrate the most resources of 16F and 12F series with higher performance and complexity.

- Has Converters and

Comparators Analog / Digital.

- Communication with other microcontrollers.

- Modulation PWM
- SPI Communication
- I2C Communication
- USB Communication

1.3.3 DISPLAY GRAPHICS

(GLCD)

- The GLCD screen provides a lot of flexibility. It is composed of pixels arranged in rows and columns. Each pixel may be operated individually and can display text, graphics or a

combination of both. It is used in cases where it is necessary to have full control of the screen area.

However, the flexibility implies greater difficulty in the design of the control circuit.



Picture.1.2 GLCD Display

Source: Wikipedia

1.3.4GLCD 128x64

• Composed of a dot matrix display 128 pixels long by 64 pixels high.

• The backlight is between green-yellow when lit.

• Easy Operation with 8-Bit microprocessors.

• Low power consumption.

• Contains two internal controllers and one KS0108B KS0107B.

1.3.5 TOUCH SCREEN



Picture.1.3 Touch Screen

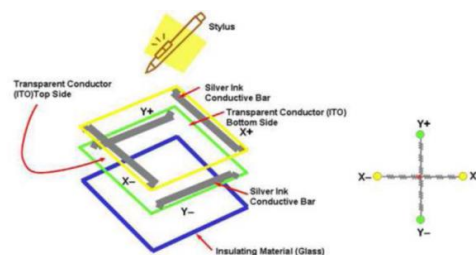
Source: Wikipedia

A Touch Screen or Touch Screen is a transparent resistive sheet that can detect a pulse within a given area, the combination may be given by hand or commonly for Stylus.

Resistive Touch Screen

This type is the most common and therefore the most commonly used because of their strength and confidence when making an application. We can find Touch Screen 4, 5, 6, 7, 8 Threads.

The operation of this type of display basically consists of a voltage divider according to four positions X, Y, -X, -Y, as shown in the figure on the four-wire Touch Screen.



Picture1.4 Resistive Touch Screen

Source: [http://sergio-](http://sergio-hdz.blogspot.com/2012/04/touchscreen-resistivo-vs-capacitivo.html)

[hdz.blogspot.com/2012/04/touchscreen-resistivo-vs-capacitivo.html](http://sergio-hdz.blogspot.com/2012/04/touchscreen-resistivo-vs-capacitivo.html)

1.3.6 L7805 VOLTAGE

REGULATOR

Is a regulator of positive voltage of 5 volts at 1A, the right tension and more current than recite our PIC's to run, it is known that the proper functioning of the firmware that we recorded in the PIC is subject not only to good programming has been made when designing but also to a fixed supply, regulated constant when run, then the safest, economical and simple to get that voltage, so is the use of an integrated controller for voltage, and 7805 is one of the most suitable as they remain fixed at 5V voltage provided at its input receives

at least 6V. Therefore the entry can we stop worrying about food far exceeding the voltage of the PIC.

1.3.7 ENGINES

Electric motors are rotating electric machines that convert electrical energy into mechanical energy. Due to its many advantages, among which include the economy, cleanliness, comfort and safety of operation, the electric motor has largely replaced other sources of energy, both in industry and in transportation, mining, trade, or home.

1.3.8 FLEXIBLE MECHANICAL ELEMENT

The elastic or flexible as belts and chains are used in mechanical transmission systems for transmitting power and a comparatively long distance. Often these elements are used in replacement of gears, shafts, bearings and other transmission

devices relatively rigid power. Since these elements are resilient have an important role in absorbing shock loads on damping and isolation of the effects of vibration, or which is an important advantage for the life of the machine

CHAPTER II

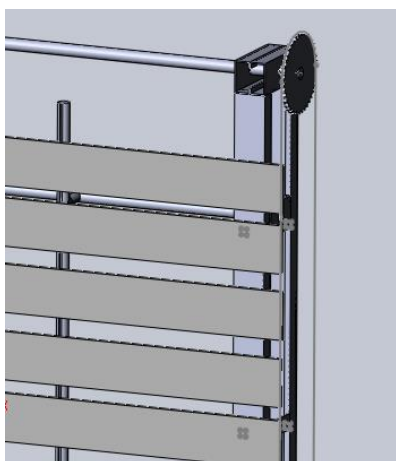
MECHANICAL DESIGN

In this chapter the design of the mechanical elements of the system and the components necessary for its construction is presented. The same people who meet the requirements for designing and implementing the system so that it has a good performance.

2.1 TRANSMISSION SYSTEMS

2.1.1 PROVISION AND APPLICATION OF ROLLER CHAINS

The roller chains are formed by hollow cylinders (outer rollers) mounted between plates or meshes, inner rollers or shafts, limiting the position of the plates by means of pins located on the inner rollers.



Picture.2.1 chain system - gear

Source: Author

A chain was used, with a gear, as shown in the figure to the transmission and securing tables, the reason is the high strength and flexibility that have these types of items.

Tables are located orderly thereon, fastened by a pin which in turn is attached to a small bracket

welded links for each center of the boards.

The climbing machine includes 2 sets of chains driven by sprocket c 2 gears of 52 teeth each side chain in a frame is welded steel with 36 of 19x19x3 mm hole where 7mm plywood tables by fits bolt 1/4 x 5/8 nuts and reinforced deck 2 "x118 quality A36.

All together, chain / tables turn on the profiles g on a vertical plane whose coefficient of static friction is 0.15 dry

	Simbología	Dimensión en cm	#
Paso	P	1.20	
Ancho	H	1.20	
∅ Rodillo	D	0.80	
Grueso de malla	S	0.20	
Luz interior	W	0.12	
Eslabones	Z		476

Diagram2.1 Basic Dimensions chain

Source: Author

2.1.2 Gear

It is a set of gears and other parts that fit together and generally serve to transmit rotary motion.

Roller Chain Sprockets step 15 mm

5/8, 56 teeth were used

	Simbología	Dimensión en cm	#
Paso	P	1.50	
Ancho del diente	H	0.70	
Ø de la Manzana	S	22.74	
Ø Primitivo	W	0.24	
Dientes	Z		56

Table 2.2 Basic dimensions Gear

Source: Author

CHAPTER 3

SYSTEM DESIGN AND CONSTRUCTION

3.1 SYSTEM BLOCK DIAGRAM

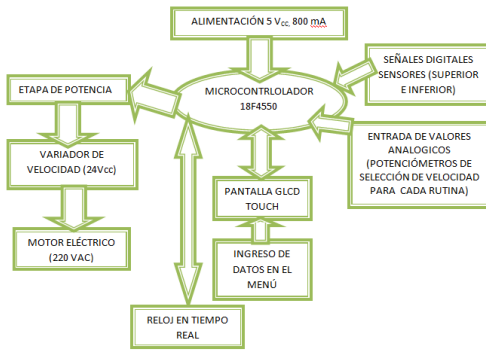
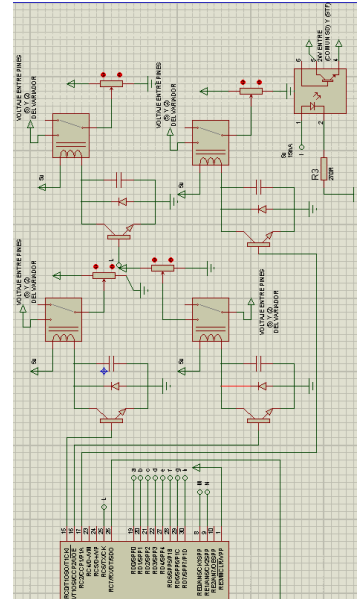


Fig. 3.1 Diagrama general de bloques del sistema
Fuente: Autor

3.2 SYSTEM WIRING

DIAGRAMS



Picture 3.2 Connecting the microcontroller with the VSD

Source: Author

3.3 MICROCONTROLLER PERIPHERAL CONNECTION

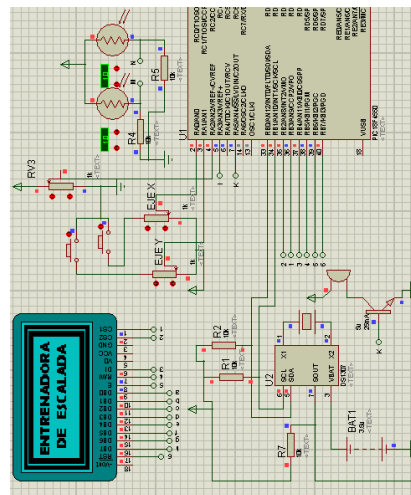


Figure 3.3 Connecting the microcontroller peripherals

Source: Author

3.4 PRINTED CIRCUIT DESIGN

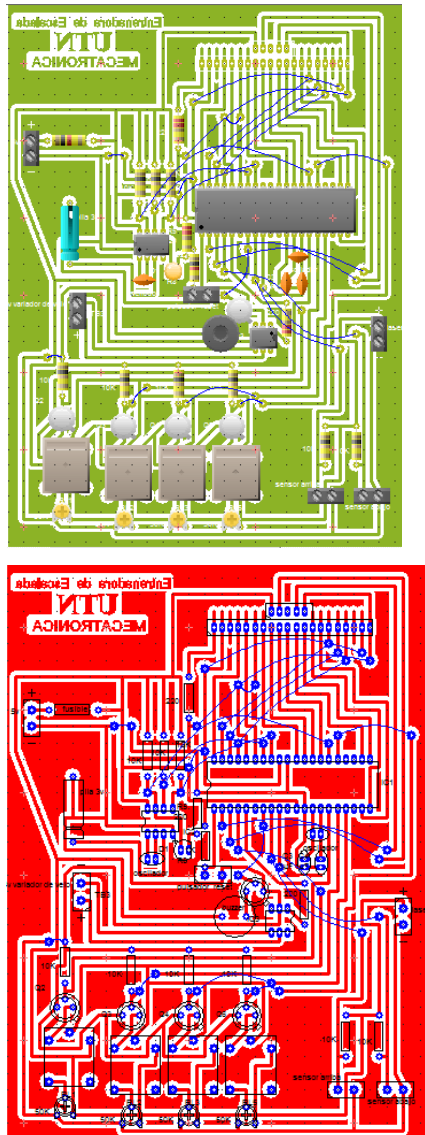
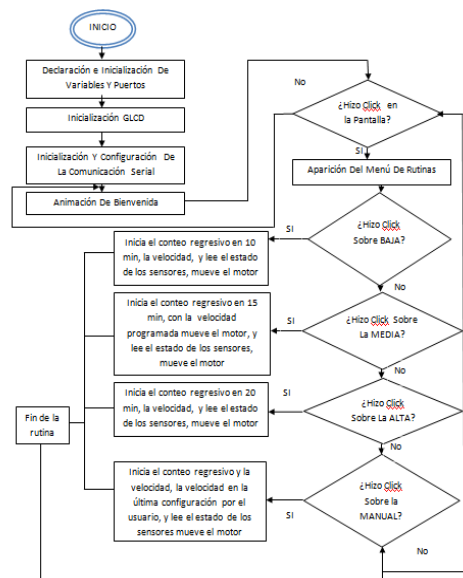


Figure 3.4 PCB Design

Source: Author

3.5 CONTROL SOFTWARE

DESIGN



CHAPTER 4

IMPLEMENTATION AND

TESTING

The first step performed is the subject of the legs and base supports which provide sustenance to bear the weight and vibration of the entire machine. In this step leveling base structure plays a crucial role in the proper functioning of the same. Then the vertical studs that are secured in the longer sides of the base weapon, these will serve as support for the runners by the tables, just as the base

armed these supports must be perpendicular to the same slide . The next step is to place the sliders to slide the boards.

Having already armed support base, proceed to place the mobile elements, ie shafts, sprockets, and chains. The tube with vertical slot to serve as a central guide for the boards are placed neatly assembled and immediately the tables are fastened at the ends with string, and in the center with the center slider with a sliding bolt. The next step is to place the rear diagonal supports. Being fully armed in the metal structure of the climbing training machine.

The drive system consists of a motor, a mechanical speed reduction, and a transmission system. The first step in this assembly is to superimpose the pieces in their estimated positions, then the band between the pulley of the transmission was placed and the

lower edge of the ramp turn of the tables, a band was used in V, with your gear inside to improve grip on the two pulleys. The gearbox is the speed set at the rear base of the machine in a sliding frame for adjusting the position thereof and ensure good tension in the transmission band. The engine was coupled so as to be level and aligned with the axis of rotation of the gearbox, this will reduce friction and thus the amount of vibration.

The motor is three phase, each of the cables shown in the figure are connected to the outputs of the three phase AC drive. To prevent abuse of the three wires above, inside the diagonal duct support and protection for the same was used to its destination, to the drive terminals located inside the control box.

The VSD is placed in the front of the machine in order to save wiring, on a fixed pedestal inside a protective

box. This Mitsubishi inverter is connected it to a two-phase 220 Vac power.



Figure 4.1 Mounting the drive and speed buttons on and off

Source: Author

As you can see in the figure above two buttons on a mounted enclosure, each button activates a contactor which toggles the anchoring system for energizing the whole system of control. The power for the green button is normally open, and the red

button is used to disable the entire system, the latter is normally closed.

The control circuit is designed on an electronic board with terminal input and output data and power. The data input terminals are connected to the upper and lower laser sensors, which are responsible for detecting when the athlete is in the upper and lower end positions. In the output terminals were connected communication cables to the inverter to regulate engine speed. This control circuit was fed 5 Vdc, for which an external voltage, which feeds 120 Vac was used.

The control is performed through a graphical interface with a touch screen which is connected to the same circuit board as shown in the following image.



Picture.4.2 mounting elements on the printed board

Source: Author

In the bottom of the circuit board interface relays are between the control board and the inverter, the four potentiometers that are located next to each relay used to calibrate the speed to be preset for each workout routine, low , medium, high and manual, from left to right respectively.

In the machine are located four chambers that were designed and used for the assembly of the upper and lower laser sensors.

Barrier type laser sensors in the upper and lower right chambers laser emitters were placed, and the upper and lower chambers was used lefts respective receivers were installed, both senders and receivers were connected to the output terminals and input the electronic board.

The machine comes with four routines, three of which have preset speeds and times, and the other is manually manipulable.

Testing time and speed for each pre programmed routine, LOW, MEDIUM, HIGH were performed.



Figure. 4.3 Screens choice of pre-programmed routines

Source: Author

CHAPTER 5

5.1 CONCLUSIONS

- The machine meets all necessary specifications for the climber make a good session of resistance such as:

scheduling, time of operation and the possibility to set up routes of varying difficulty, checked with the 18F4550 microcontroller which means savings in cost manufacturing applications since they could have done with items that are large investments and complex connections as a plc.

- Through scheduled routines and use the touch screen machine climbing is easy and accessible and allows to optimize and improve the performance of athletes and an athlete can perform endurance sessions that will run on the machine daily climbing by 100%.

- The machine climbing built gives solution to the to have the emergency stop and the position

sensors at the top and bottom eliminating the need for an insurer so the climber can plan your training session problem even being alone without this mean no danger to the climber.

- The machine does not work climbing at high speeds so by reducing transmission system bandwidth used engine power rises and the frequency is decreased.

- The laser beam sensors LDR used are the best option as these detect any interruption regardless of the position of any part of the body to pass through providing the necessary assurances climber, alignment in the assembly of issuers with respect to its receptors is essential to the correct operation of the machine for automatic escalation and safety of the climber.

5.2 SUGGESTIONS

- Before using the machine training is recommended in the first instance read the user which is attached as Annex A Manual so as to ensure the smooth functioning of the same.

- To improve the system could be implemented external memory to save the time and speed of each training session or print on directly changing the microcontroller through a plc.

- When using the machine in outdoor environments with high brightness sensors should be replaced by more sensitive or industrial type.

- To prevent athletes grab boards instead of dams could replace the spaces between each board increasing the amount of boards.

- If you need to vary the dams positions where the nuts are not found it may perforate the board and place

tinuts board anywhere that is not in the position of the stage.

- To improve the competitive performance of the athlete is advisable to get to know the machine using the preset routines.

- It is important that the holes where the sensors are installed are not obstructed by any object for which there is a direct line of sight.

