



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERA EN MECATRÓNICA**

**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**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA**  
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La UNIVERSIDAD TÉCNICA DE NORTE dentro del proyecto Repositorio Digital determina la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DEL CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD	1002936779
APELLIDOS Y NOMBRES	ADRIANA ALEXANDRA MEJIA JARAMILLO
DIRECCION	JUAN FRANCISCO BONILLA 16-27
EMAIL	ana_karen_mejia@hotmail.com
TELÉFONO FIJO	062585217
TELÉFONO MÓVIL	0991161768
DATOS DE LA OBRA	
TITULO	MAQUINA AUTOMATICA DE ESCALADA DEPORTIVA PARA OPTIMIZAR Y MEJORAR EL RENDIMIENTO DE LOS DEPORTISTAS
AUTOR	ADRIANA ALEXANDRA MEJIA JARAMILLO
FECHA	2014-06-26
PROGRAMA	PREGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA	INGENIERÍA EN MECATRÓNICA
DIRECTOR	ING. OCTAVIO ARIAS

Firma \_\_\_\_\_

Nombre: Adriana Alexandra Mejía Jaramillo

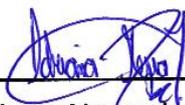
Cedula: 1002936779

Ibarra, Julio 20 del 2014

## 2. AUTORIZACIÓN USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Adriana Alexandra Mejía Jaramillo, con cedula de Identidad N°. 1002936779, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad de material y como apoyo a la educación, investigación y extensión en concordancia con la ley de educación Superior Artículo 144.

Firma \_\_\_\_\_



Nombre: Adriana Alexandra Mejía Jaramillo

Cedula: 1002936779

Ibarra, Julio 20 del 2014



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A**  
**FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, **Adriana Alexandra Mejía Jaramillo**, con cedula de identidad N° 1002936779, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, Artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor del trabajo de grado denominado : "MAQUINA AUTOMATICA DE ESCALADA DEPORTIVA PARA OPTIMIZAR Y MEJORAR EL RENDIMIENTO DE LOS DEPORTISTAS", que ha sido desarrollado para optar por el título de **Ingeniera en Mecatrónica**, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi calidad de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada, en concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en el formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Firma \_\_\_\_\_

Nombre: Adriana Alexandra Mejía Jaramillo

Cedula: 1002936779

Ibarra, Julio 20 del 2014



V

V

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CERTIFICACIÓN DEL ASESOR**

Certifico que bajo mi dirección el trabajo " **MÁQUINA AUTOMÁTICA DE ESCALADA DEPORTIVA PARA OPTIMIZAR Y MEJORAR EL RENDIMIENTO DE LOS DEPORTISTAS** " fue desarrollado en su totalidad por Adriana Alexandra Mejía Jaramillo, siendo un trabajo inédito.

En la ciudad de Ibarra, Julio 20 del 2014

**ING. OCTAVIO ARIAS**

**DIRECTOR DEL PROYECTO**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CONSTANCIAS**

Yo, Adriana Alexandra Mejía Jaramillo, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo el derecho de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por las Leyes de Propiedad Intelectual, Reglamentos y Normatividad vigente de la Universidad Técnica del Norte.

Firma \_\_\_\_\_

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Adriana Mejía', is written over a horizontal line.

Nombre: Adriana Alexandra Mejía Jaramillo

Cedula: 1002936779

Ibarra, Julio 20 del 2014



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS**

**AGRADECIMIENTO**

Expreso mi más sentido agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte, institución que me ha dado la oportunidad de superarme, a cada uno de los ingenieros que formaron parte de mi instrucción ya que compartieron sus conocimientos para poder llegar a cumplir este objetivo y todas las personas que colaboraron con la elaboración de este trabajo de grado y que me han acompañado y apoyado en el transcurso de mi formación académica.

Adriana Mejía Jaramillo



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS**

**DEDICATORIA**

A Dios que es quien dirige mi vida ya que nada en este mundo sucede, nada se mueve, ni siquiera el pétalo de una rosa sino es la voluntad de Él.

A mi familia: mis padres Robinson Alexander Mejía Arroyo y Adriana Del Carmen Jaramillo Albán, mis hermanas Priscila Goretti y Nicole Agustina Mejía Jaramillo que han sido mi pilar, mi fuerza en todo momento, mi apoyo, el aliento para seguir adelante a pesar de cualquier adversidad y por ser la representación del amor, cariño, confianza, constancia, ternura, bondad y tenacidad.

Adriana Mejía Jaramillo

## CONTENIDO

RESUMEN.....	XIX
ABSTRACT.....	XI
<b>CAPÍTULO 1. GENERALIDADES Y FUNDAMENTOS TEÓRICOS... 1</b>	
1.1 ESCALADA.....	1
1.1.1 DEFINICIÓN.....	1
1.1.2 TIPOS DE ESCALADA .....	1
1.1.2.1 Escalada en interior.....	1
1.1.2.2 Escalada en exterior.....	2
1.1.2.3 Escalada libre.....	2
1.1.2.4 Escalada clásica.....	3
1.1.2.5 Escalada deportiva.....	3
1.1.2.6 Escalada artificial.....	4
1.1.2.7 Solo integral.....	4
1.1.2.8 Escalada en solitario.....	4
1.1.3 MUROS DE ESCALADA EN ECUADOR.....	5
1.1.3.1 Ambato.....	5
1.1.3.2 Azogues.....	5
1.1.3.3 Cuenca.....	5
1.1.3.4 Guaranda.....	6
1.1.3.5 Guayaquil.....	6
1.1.3.6 Ibarra.....	6
1.1.3.7 Quito.....	6
1.1.3.8 Portoviejo.....	7
1.1.3.9 Riobamba.....	7

1.2 ELEMENTOS BÁSICOS.....	8
1.2.1 VARIADOR DE VELOCIDAD.....	8
1.2.1.1 Partes de un variador de frecuencia.....	8
1.2.1.2 Acoplamiento del sistema de control.....	11
1.2.2 MICROCONTROLADORES.....	12
1.2.2.1 Arquitectura central.....	13
1.2.2.2 Espacio de datos RAM .....	14
1.2.3 PANTALLA GRÁFICA DE CRISTAL LÍQUIDO.....	14
1.2.3.1 Controlador KS 108 .....	15
1.2.3.2 Características de una GLCD 128*64 .....	15
1.2.4 TOUCH SCREEN.....	16
1.2.4.1 Tipos de touch screen.....	16
1.2.4.1.1 Touch screen capacitiva.....	16
1.2.4.1.2 Touch de superficie de onda acústica.....	17
1.2.4.1.3 Touch screen infrarojo.....	17
1.2.4.1.4 Touch screen resistivo.....	17
1.2.4.2 Funcionamiento.....	17
1.2.5 REGULADOR DE VOLTAJE L7805 .....	18
1.2.6 MOTORES .....	19
1.2.6.1 Fuentes de energía .....	20
1.2.6.1.1 Corriente.....	20
1.2.6.1.2 Voltaje .....	20
1.2.6.2 Factor de potencia .....	21
1.2.6.3 Partes fundamentales de un motor eléctrico .....	21
1.2.7 ELEMENTOS MECÁNICOS FLEXIBLES.....	22
1.2.7.1 Bandas .....	22
1.2.7.2 Bandas de sincronización.....	23
1.2.7.3 Mecanismo cadena – piñón.....	24
1.2.7.3.1 Cadena de rodillos .....	25

1.2.7.3.2 Piñón .....	26
1.2.7.3.3 Relación de velocidades.....	27
1.2.7.3.4 Posibilidades del multiplicador de velocidades..	27

## **CAPÍTULO 2. DISEÑO MECÁNICO.....29**

2.1 MOTOR.....	29
2.2 MOTOREDUCTOR.....	29
2.3 SISTEMAS DE TRANSMISIÓN.....	31
2.3.1 BANDA.....	31
2.3.2 CADENA.....	36
2.3.3 CATARINA.....	40
2.3.4 ANÁLISIS DEL EJE.....	41
2.3.4.1 Plano X-Y.....	43
2.3.4.2 Plano X-Z.....	44
2.3.5 RODAMIENTOS.....	46
2.4 ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA .....	51
2.5 SOLDADURA.....	53

## **CAPÍTULO 3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.....54**

3.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA .....	54
3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS USADOS EN EL SISTEMA.....	55
3.2.1 MICROCONTROLADOR PIC 18F4550 .....	55
3.2.2 PANTALLA GRÁFICA DE CRISTAL LÍQUIDO .....	56

3.2.3 TOUCH SCREEN RESISTIVO.....	57
3.2.4 RELOJ EN TIEMPO REAL DS1307 .....	57
3.2.4.1 Descripción de pines del RTC DS1307 .....	58
3.2.4.2 Diagrama de conexión para comunicación serial Con el microprocesador.....	58
3.2.5 ETAPA DE POTENCIA .....	59
3.2.6 SENSORES.....	60
3.2.7 BUZZER .....	61
3.2.8 VARIADOR DE VELOCIDAD .....	62
3.3 DIAGRAMA DE CONEXIONES DEL SISTEMA.....	63
3.3.1 CONEXIÓN DEL MICROCONTROLADOR CON EL VARIADOR DE VELOCIDAD ... ..	64
3.3.2 CONEXIÓN DEL MICROCONTROLADOR CON PERIFÉRICOS .....	65
3.4 DISEÑO DEL CIRCUITO IMPRESO .....	66
3.5 DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE CONTROL.....	68
<b>CAPÍTULO 4. IMPLEMENTACION Y PRUEBAS .....</b>	<b>69</b>
4.1 IMPLEMENTACIÓN.....	69
4.1.1 ARMAZON MECÁNICO.....	69
4.1.2 MONTAJE DEL SISTEMA DE IMPULSION.....	70
4.1.3 MONTAJE DEL VARIADOR DE VELOCIDAD.....	71
4.1.4 MONTAJE DE LOS INTERRUPTORES DE ENCENDIDO Y APAGADO DE LA MAQUINA.....	72
4.1.5 MONTAJE DEL CIRCUITO DE CONTROL .....	72
4.1.6 MONTAJE DE LOS SENSORES LASER TIPO BARRERA.....	74
4.2 PRUEBAS.....	75

4.2.1 CONDICIONES DE AMBIENTE.....	75
4.2.2 PRUEBAS DEL SISTEMA DE IMPULSION.....	76
4.2.3 PRUEBA DE SENSORES .....	77
4.2.4 PRUEBA DEL SOFTWARE Y HARDWARE DE CONTROL...78	
4.2.4.1 Pruebas de ensayo.....	78
4.2.4.2 Pruebas con el circuito impreso .....	79
4.2.5 PRUEBA DE LA RUTINAS PROGRAMADAS.....	80
<b>CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>82</b>
5.1 CONCLUSIONES.....	82
5.2 RECOMENDACIONES.....	85
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
ANEXOS.....	90

## INDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

Fig.1.1 Diagrama de bloques de un variador de frecuencia....	10
Fig.1.2 Conversor AC/DC.....	10
Fig.1.3 Conversor DC/AC .....	11
Fig.1.4 Grafica de la onda a obtener con el conversor DC/AC .....	11
Fig. 1.5 Acoplamiento del sistema de control .....	12
Fig.1.6 Esquema de un microcontrolador .....	12
Fig.1.7 Pantalla GLCD.....	15
Fig.1.8 Touch screen .....	16
Fig.1.9 Conexión de un L7805 a una batería.....	19
Fig.1.10 L7805 conectada a una fuente de alimentación regulada o estabilizada a una tensión superior.....	19
Fig.1.11 Partes de un motor de C.A.....	22
Fig.1.12 Tipos comunes de bandas .....	23
Fig.1.13 Bandas de sincronización.....	24
Fig.1.14 Mecanismo Cadena-Piñón.....	25
Fig.1.15 Cadena de rodillos.....	25

### CAPÍTULO 2

Fig.2.1 Especificaciones del motoreductor.....	30
Fig.2.2 Sistema de poleas y banda.....	31
Fig.2.3 Cadena.....	36
Fig.2.4 Sistema cadena – engrane.....	37
Fig.2.5 Dimensiones básicas de la cadena.....	40
Fig.2.6 Diagrama de corte y momentos en el plano X-Z.....	41
Fig.2.7 Diagrama de corte y momentos en el plano X-Y .....	42

Fig.2.8 Especificaciones del rodamiento seleccionado.....	50
Fig.2.9 Tensión de Von Misses.....	51
Fig.2.10 Coeficiente de seguridad.....	52

### **CAPÍTULO 3**

Fig.3.1 Diagrama general de bloques del sistema .....	54
Fig.3.2 Diagrama de pines PIC 18 F4550 .....	55
Fig.3.3 Pantalla GLCD .....	56
Fig.3.4 Touch screen resistivo .....	57
Fig.3.5 Diagrama de pines del RTC DS 1307 .....	58
Fig.3.6 Conexión de la comunicación serial con el microprocesador.....	58
Fig.3.7 Optoacoplador con salida de transistor .....	59
Fig.3.8 Circuito de conexión de un relé .....	60
Fig.3.9 Sensor laser de barrera .....	60
Fig.3.10 Pared de escalada con los respectivos sensores.....	61
Fig.3.11 Buzzer.....	61
Fig.3.12 Estructura física del variador de velocidad .....	62
Fig.3.13 Conexiones para manejo del variador de velocidad con señales externas.....	63
Fig.3.14 Conexión del microcontrolador con el variador de velocidad.....	64
Fig.3.15 Conexión del microcontrolador con periféricos.....	65
Fig.3.16 Diseño del circuito impreso.....	67

### **CAPÍTULO 4**

Fig.4.1 Vista frontal de la maquina.....	70
Fig.4.2 Piñón inferior derecho.....	70
Fig.4.3 Motor y sistema de transmisión.....	71

Fig.4.4 Montaje del variador de velocidad y botones de encendido y apagado.....	72
Fig.4.5 Montaje de los elementos sobre la placa impresa.....	73
Fig.4.6 Sensor de luminosidad .....	74
Fig.4.7 Emisor laser .....	74
Fig.4.8 Protoboard en pruebas de laboratorio.....	79
Fig.4.9 Circuito impreso de los datos .....	80
Fig.4.10 Pantallas de elección de rutinas programadas.....	80
Fig.4.11 Pantalla de configuración manual .....	81

## INDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO 1

Tabla 1.1 Pasos estándares de bandas de sincronización.....	24
Tabla 1.2 Dimensiones de cadenas estándares de rodillos.....	26
Tabla 1.3 Posibilidades del multiplicador de velocidades.....	28

### CAPÍTULO 2

Tabla 2.1 Factor de corrección del ángulo de cobertura.....	32
Tabla 2.2 Especificaciones de la banda.....	36
Tabla 2.3 Dimensiones básicas de la cadena.....	40
Tabla 2.4 Dimensiones básicas de la Catarina.....	41
Tabla 2.5 Vida $L_h$ y factor de velocidad $f_n$ para rodamientos de bola.....	48
Tabla 2.6 Tabla de rodamientos rígidos de bola de una hilera.....	50
Tabla 2.7 Clasificación de los electrodos según sus 2 primeros dígitos.....	52
Tabla 2.8 Clasificación de los electrodos según su penúltimo dígito.....	53
Tabla 2.9 Clasificación de los electrodos según su Revestimiento.....	53
Tabla 2.10 Clasificación de los electrodos según su polaridad.....	54
Tabla 2.11 Dimensiones de la maquina.....	55

### CAPÍTULO 3

Tabla 3.1 Características del variador de frecuencia del Mitsubishi Inverter FR UI20 1.5 K.....	62
Tabla 3.2 Nomenclatura del Mitsubishi Inverter	

FR UI20 1.5 K.....	63
--------------------	----

## **CAPÍTULO 4**

Tabla 4.1 Funcionamiento en función de factores Ambientales.....	75
Tabla 4.2 Funcionamiento en función de la carga.....	77
Tabla 4.3 Prueba de sensores.....	78

## **ANEXOS**

ANEXO A: MANUAL DE USUARIO

ANEXO B: CODIGO DEL MICROCONTROLADOR PIC  
18F4550

ANEXO C: PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL PROYECTO

ANEXO D: INFORME DEL ANÁLISIS DE TENSIÓN

ANEXO E: PLANOS

## 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.

# CAPÍTULO I

## GENERALIDADES Y FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 1.1 LA ESCALADA

#### 1.1.1 DEFINICIÓN

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

Se considera escalada todo ascenso que siendo difícil o imposible de realizar sólo con las extremidades inferiores (pies y piernas), requiere utilizar las extremidades superiores (brazos y manos).

En la escalada hay alturas de peligro considerable y con el objetivo de tener seguridad se utiliza equipo de protección.

#### 1.1.2 TIPOS DE ESCALADA<sup>2</sup>

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:

##### 1.1.2.1 Escalada en interior

Se ejecuta en paredes artificiales. Se les denominan rocódromos (ideal para entrenamientos de técnica de escalada).

- a) Escalada en rocódromo usando cuerda

---

<sup>1</sup>[http://es.wikipedia.org/wiki/Escalada\\_wiki/Escalada.mw-head](http://es.wikipedia.org/wiki/Escalada_wiki/Escalada.mw-head)

<sup>2</sup>[http://www.ifsc-climbing.org/?category\\_id=224](http://www.ifsc-climbing.org/?category_id=224)

- b) Escalada en salas de Boulder.

### **1.1.2.1 Escalada en exterior**

Según la fisonomía de la roca se subdivide en:

- a) Escalada en roca
- b) Escalada alpina. Es la escalada llevada a cabo en Alta Montaña, con todas las implicaciones del medio (clima, altitud,...)
- c) Escalada en hielo
- d) BigWall o Grandes Paredes.
- e) Escalada mixta (roca y hielo).
- f) Psicobloc. Escalada sin cuerda en acantilados sobre agua (mar o lagos)
- g) Escalada urbana. Se practica en los grandes edificios de las ciudades. Suele hacerse en solitario y suele ser ilegal en muchos países.
- h) Escalada de adherencia. Se realiza en las paredes no completamente verticales que no disponen de presas de pie y de mano. La diferencia principal entre esta técnica y la escalada normal de pared es la posición del cuerpo, hay que separar en mayor medida la cadera de la pared, de forma que el cuerpo quede lo más aplomado posible en relación con la pared. La escalada de adherencia también se emplea para superar canales y diedros resbaladizos desprovistos de presas de mano y de pie. Casi siempre es imposible volver atrás. La tranquilidad y el equilibrio interno son las principales condiciones psíquicas para poder practicar con seguridad y placer la escalada de adherencia.

### **1.1.2.2 Escalada libre**

Se emplean únicamente las manos y los pies como elementos de progresión. Hay que mencionar que un elemento recomendable es el casco. Suelen utilizarse los denominados pies de gato. Éstos son un tipo de calzado que se

adapta muy bien a los pies. La suela de los pies de gato es lo suficientemente gruesa para que no sea perforada por ningún objeto, y está fabricada en goma cocida, lo que proporciona adherencia, siempre que la roca no esté húmeda. Es por esta razón por lo que no conviene la escalada en ciertos lugares por la mañana, debido al rocío que humedece la pared. En esta modalidad de escalada libre está "prohibido" hacer descansos colgándose de los seguros entre reunión y reunión y si el escalador se cae tiene que repetir el largo desde el principio.

### **1.1.2.3 Escalada clásica**

La escalada clásica persigue hacerse de la manera tradicional alpina, es decir, subir una vía por la que el primero de la cordada va instalando los seguros, ya sea en anclajes naturales (árboles, puentes de roca, puntas de roca) o en anclajes artificiales recuperables (clavos, nudos empotrados, fisureros, friends, etc. ). Las fijaciones para escalada clásica se instalan generalmente en grietas (mayor sencillez).

### **1.1.2.4 Escalada deportiva**

Estilo que utiliza anclajes fijos a la pared previamente (generalmente en roca compacta y alejados de aristas o fisuras, mediante sistemas mecánicos -de expansión- o químicos -resinas epoxi-) colocados estratégicamente en la vía, sirven para asegurar a los escaladores. Esta modalidad generalmente busca zonas relativamente accesibles y con paredes que no necesariamente altas, en las que se equipan vías de diferentes grados de dificultad.

El tipo de escalada deportivo es idéntico al desarrollado en rocódromos, salvo que estos últimos utilizan presas para conformar los agarres que la roca provee de modo natural. Las presas están hechas de resinas sintéticas, con buena adherencia e imitando formas naturales según la dificultad que se quiera lograr, aunque tienen el inconveniente de gastarse paulatinamente, volviéndose lisas. Este problema se acentúa si no se utiliza un calzado apropiado. Se suele aducir a motivos éticos para prohibir o censurar la alteración del medio natural con el fin

de facilitar la ascensión, de modo que, en caso de no tener suficiente nivel para escalar determinada roca, se recomienda buscar otra de menor nivel en lugar de alterarla artificialmente.

#### **1.1.2.5 Escalada artificial**

En la escalada artificial se emplean todo tipo de material como fisureros y pitones para ayudar a subir y no sólo como protección; es decir, el material puede usarse también para progresar. En el caso de ausencia de presas naturales, se colocan fijaciones (del tipo adecuado a la carga y condiciones de la roca) a las que se sujetan estribos escalonados que servirán al escalador para ir ascendiendo. Es un tipo de escalada lento y laborioso, donde además es necesario usar mucho material. Constituye la única forma de alcanzar determinados lugares, siendo muy usado -por ejemplo- por los espeleólogos para explorar ventanas colgadas en paredes y techos de las cuevas.

#### **1.1.2.6 Solo integral**

Solo integral (también se le conoce por escalada natural). La famosa escalada sin cuerda ni seguros ni ningún tipo de protección que pueda salvar al escalador si comete un error y se cae. Conviene precisar que en la casi totalidad de casos en los que el escalador o escaladora realiza un solo integral, lo hace en vías bien conocidas por él o ella. Además son escogidas habitualmente para este tipo de ascensiones rutas muy por debajo del nivel de dificultad del escalador en cuestión, a pesar de lo espectacular que pueden parecer al profano. De esta manera se minimiza el riesgo de caída.

#### **1.1.2.7 Escalada en solitario**

Se denomina escalada en solitario a escalar auto asegurado con una cuerda pero sin compañero. Existen distintas técnicas para auto asegurarse, desde la clásica de los nudos (en la que el escalador va atándose a nudos a medida que progresa), hasta los modernos aparatos de autoseguro.

### **1.1.3 MUROS DE ESCALADA EN ECUADOR**

A continuación se describe los lugares del Ecuador donde se encuentran los Muros de escalada en lo que se puede practicar este deporte y son<sup>3</sup>:

#### **1.1.3.1 Ambato**

1. Iguana  
Avenida Los Chasquis Y Cervantes  
  
Ciudadela del Consejo Provincial  
Ambato, Tungurahua, Ecuador

Tiene 3 paredes de 8 metros con gran variedad de presas y diferentes grados de desplome.

#### **1.1.3.2 Azogues**

1. Muro de escalada en Azogues  
  
24 de Mayo y Tenemaza  
Azogues, Azogues, Ecuador

Muro de escalada en Azogues, Cuentas con tres paredes para hacer dificultad y velocidad de 14 metros aproximadamente, con una inclinación aproximada entre 20 y 35 grados, también cuentas con un campus board de 4,80, también 6 paredes de para hacer bloque. A unos 20 minutos encontramos el sector de Jatunpamba lugar exquisito para hacer boulder en roca, y a 25 minutos encontramos el cerro del Cojitambo donde puedes hacer escalada de dificultad, en modalidades: deportiva, técnica y para principiantes y aventureros.

#### **1.1.3.3 Cuenca**

1. Muro de Escalada de la Federación Deportiva del Azuay

---

<sup>3</sup> <http://www.fedan.org/historia/filiales/>

12 de Abril y Unidad Nacional Explanada del Coliseo Mayor  
Cuenca, Azuay

Más de 200 metros cuadrados de escalada, para ir de primero como para hacer bloque

#### **1.1.3.4 Guaranda**

1. Federación Deportiva de Bolívar; Av. Guayaquil sector la humberdina

Provincia de Bolívar, Guaranda, Ecuador

Sitio de entrenamiento el 1ro en Ecuador bajo techo, 9 metros de altura más de 15 metros escalables desplomes, diedros, boulders.

#### **1.1.3.5 Guayaquil**

1. Federación Deportiva del Guayas

Av. de las Américas

Guayaquil, Ecuador

Características del muro. 19 metros verticales El más alto del país.

#### **1.1.3.6 Ibarra**

1. Complejo de Yacucalle

Avda. Rafael Sánchez

Ibarra, Imbabura, Ecuador

Tiene un campus de entrenamiento, una sala completa para bloque y un muro de 15 metros con diferentes grados de desplome, cuenta con más de 800 presas de escalada muchos desplomes varios módulos que hacen interesante la escalada ya sea por diversión o entrenamiento 30 metros cuadrados de pura escalada y 2 paredes de velocidad.

### **1.1.3.7 Quito**

#### **1. Complejo de Escalada Deportiva "Ciudad de Quito"**

Av. Ladrón de Guevara y Toledo

Quito, Pichincha Ecuador

Tiene 18 metros de altura, se pueden desarrollar recorridos superiores a los 20 metros. Posee extraplomos, techos, diedros, esquinas y verticales. Gran variedad y cantidad armada de agarres y presas. Dos conjuntos de bloques, para entrenamientos y competencias de boulder. Es posible armar simultáneamente 4 pistas de competencia en dificultad de diferente nivel; 2 pistas verticales de velocidad. Está dotado de colchonetas y demás aparejos de seguridad. En el escenario funciona una Escuela de Escalada, que es responsabilidad de la Asociación de Excursionismo y andinismo de Pichincha. Se encuentra ubicado en la Concentración Deportiva de Pichincha, en el sector La Vicentina, en el centro oriente de la ciudad, de fácil acceso.

### **1.1.3.8 Portoviejo**

#### **1. Complejo La California**

Coliseo la California, Portoviejo

Cuenta con 5 paredes de escalada y paredes de Boulder, con variedad de presas mide 20 metros de altitud totalmente desprendible y un muy agradable equipo de escalada.

### **1.1.3.9 Riobamba**

#### **1. Hugo Manceto**

Frente al Parque Infantil, Riobamba

Un muro de 15 metros (vertical y desplomable), sala de bloque, campus de entrenamiento, y un grupo de escaladores muy dinámico.

## 2. "TRIP" escuela de escalada

Espejo entre Olmedo y Guayaquil  
Riobamba, Chimborazo, Ecuador

El muro cuenta con 5 paredes de boulder de diferentes alturas y desplomes más una pequeña pared de dificultad desplomable con una amplia variedad de presas. Un campus board, tablas de entrenamiento, maquinas ejercitadoras y un amplio espacio para la comodidad de los escaladores

## 1.2 ELEMENTOS BASICOS

### 1.2.1 VARIADOR DE VELOCIDAD

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. Los variadores de frecuencia son también conocidos como drivers de frecuencia ajustable (AFD), drivers de CA, microdrivers o inversores. Dado que el voltaje es variado a la vez que la frecuencia, a veces son llamados drivers VVVF (variador de voltaje variador de frecuencia).<sup>4</sup>

El uso de variadores de frecuencia, es en realidad una pequeña trampa que hacemos para alimentar a un motor que en realidad (a no ser que esté diseñado para PWM) espera una señal sinusoidal de entre 50 y 60 Hz.<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup>FRAILE MORA, JESUS (2008). *MÁQUINAS ELÉCTRICAS (6ª Edición)*. MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE ESPAÑA

<sup>5</sup>[Motion Control, El Convertidor de Frecuencia \(I\)](#),

<http://www.infopl.net/blog4/2010/02/16/el-convertidor-de-frecuencia/>,

### 1.2.1.1. Partes de un variador de frecuencia<sup>6</sup>

Todos los variadores de frecuencia modernos cuentan con las siguientes partes principales:

- **Circuito Rectificador.** Recibe la tensión alterna y la convierte en continua por medio de un puente rectificador de diodos o tiristores.
- **Circuito intermedio.** Consiste en un circuito LC cuya función principal es suavizar el rizado de la tensión rectificadora y reducir la emisión de armónicos hacia la red.
- **Inversor.** Convierte el voltaje continuo del circuito intermedio en uno de tensión y frecuencia variable mediante la generación de pulsos. Los variadores modernos emplean IGBT (Isolated Gate Bipolar Transistor) para generar los pulsos de voltaje de manera controlada.
- **Circuito de control.** El circuito de control enciende y apaga los IGBT para generar los pulsos de tensión y frecuencia variables. Además, realiza las funciones de supervisión de funcionamiento monitoreando la corriente, voltaje, temperatura, etc. con teclados e interfaces amigables de fácil empleo.

Los variadores de frecuencia más empleados son los PWM (Modulación de Ancho de Pulsos) que emplean en el circuito de entrada puente de diodos rectificadores. En el circuito intermedio poseen condensadores y bobinas para disminuir el rizado del voltaje rectificado, además las bobinas ayudan a disminuir el contenido armónico de la corriente generada por el variador de frecuencia y por ende a mejorar el factor de potencia.

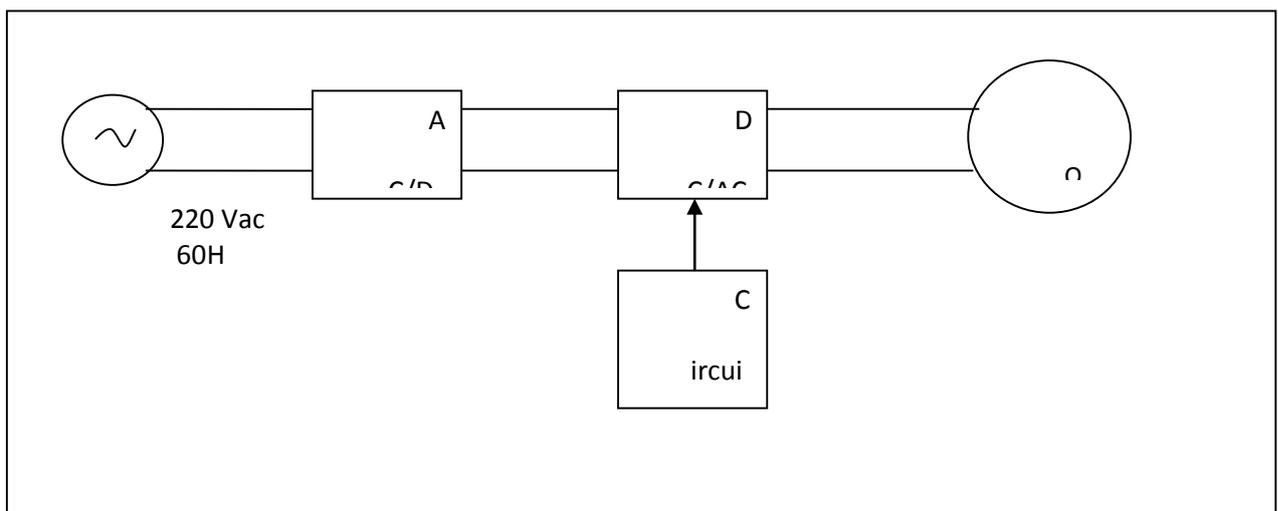
La sección del inversor utiliza los IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) para convertir la tensión continua del circuito intermedio en una tensión de salida con frecuencia variable. Los IGBT envían pulsos de duración variable hacia el motor y como respuesta se obtiene una corriente casi senoidal.

---

<sup>6</sup> Centro de enseñanza técnica Industrial, (nd), Variador de Velocidad, obtenido de <http://konnann2001.galeon.com/VARIADOR.HTML>.

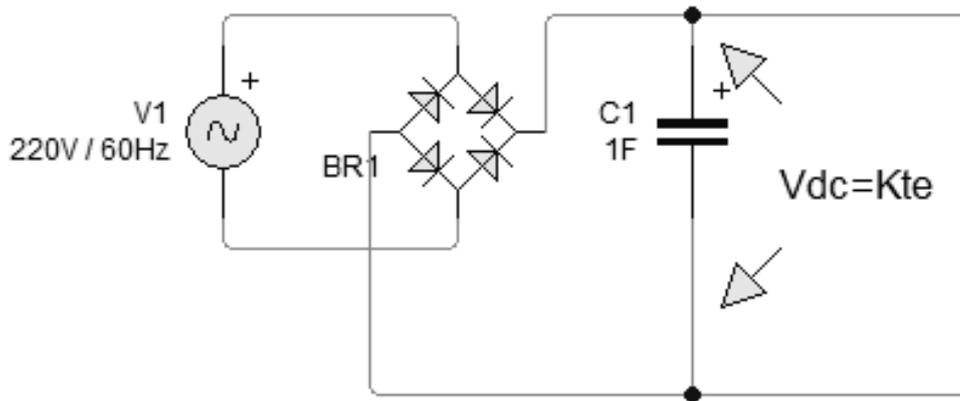
Los IGBT conmutan a una frecuencia entre 2 a 16kHz, llamada frecuencia portadora. Una frecuencia portadora alta reduce el ruido acústico del motor pero disminuye la eficiencia y la longitud permisible del cable hacia el motor. Además, los IGBT generan mayor calor a una frecuencia portadora más alta. Los IGBT pueden generar altos picos de voltaje que son potencialmente perjudiciales para el motor. Estos picos se producen por el fenómeno de reflexión que duplica el voltaje del circuito DC. Cuando mayor es la longitud de los cables, mayor el efecto de reflexión. Estos picos originan perforaciones en el aislamiento del motor y gradualmente lo van destruyendo. Es recomendable una longitud de 7m de cable hacia el motor. Para contrarrestar este efecto, se emplean las bobinas de motor, permitiendo en algunos casos una distancia de hasta 300m de cable al motor. Los nuevos IGBT de 3ra generación controlan mejor la generación de los pulsos de voltaje y por lo tanto el efecto de reflexión es menor.

Los variadores requieren de señales de control para su arranque, parada y variación de velocidad; así como enviar señales de referencia a otros dispositivos como PLC u otros variadores. Es importante que estas señales estén aisladas galvánicamente para evitar daños en los sensores o controles y evitar la introducción de ruido en el sistema de control.



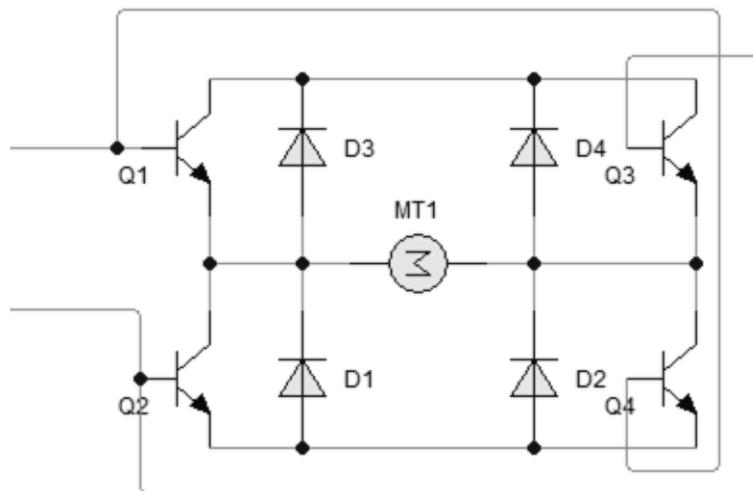
**Figura. 1.1** Diagrama de bloques de un variador de velocidad

**Fuente:** Autor



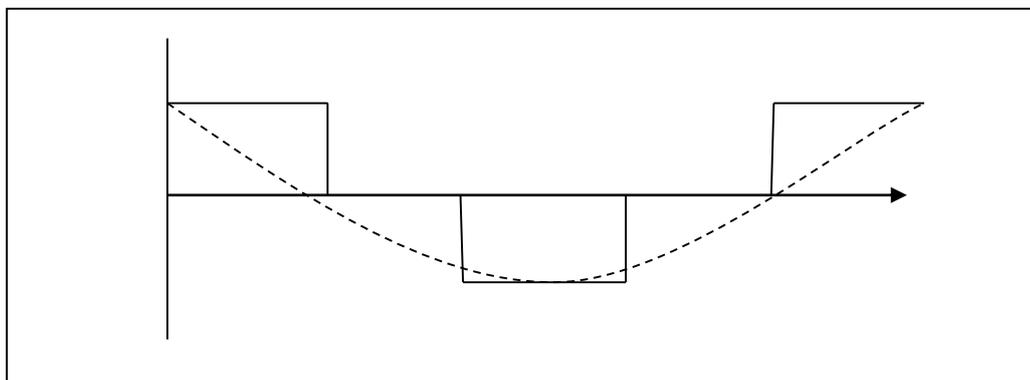
**Figura. 1.2** Conversor AC/DC

**Fuente:** [http://www.gte.us.es/~leopoldo/Store/tsp\\_12.pdf](http://www.gte.us.es/~leopoldo/Store/tsp_12.pdf)



**Figura.1.3** Conversor DC/AC

**Fuente:** [http://www.gte.us.es/~leopoldo/Store/tsp\\_16.pdf](http://www.gte.us.es/~leopoldo/Store/tsp_16.pdf)



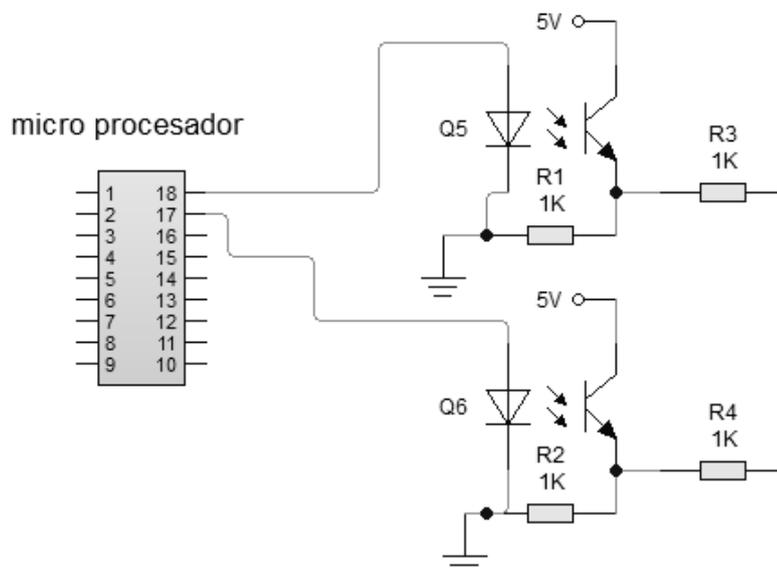
**Figura.1.4** Gráfica de la onda a obtener con el conversor DC / AC

**Fuente:** Autor

La onda de línea entrecortada es la de una onda ideal, pero la obtenida es muy aproximada, haciendo que el motor gire con normalidad.

### 1.2.1.2 Acoplamiento del sistema de control.

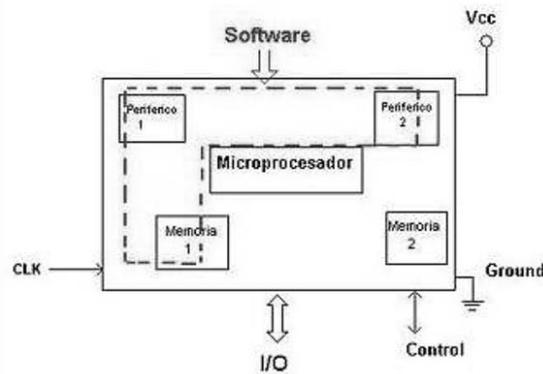
Se usa este medio de interfaz de potencia ya que la corriente máxima que un microprocesador soporta por cada pin es de 50 [mA], y para saturar un transistor de potencia será necesaria más corriente, además que aísla eléctricamente al circuito del micro procesador, con el del conversor DC/AC, evitando así resets del microprocesador debido a ruido electromagnético.



**Figura.1.5** Acoplamiento del sistema de control

**Fuente:** <http://juancho9029.blogspot.com/2008/05/dispositivos-de-interfaz-de-potencia.html>

## 1.2.2 MICROCONTROLADORES



**Figura.1.6** 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.

En su memoria solo reside un programa destinado a gobernar una Aplicación determinada; sus líneas de Entrada/Salida aportan el conexionado de los Sensores y Actuadores del dispositivo a controlar y todos los recursos complementarios disponibles tienen como única finalidad atender sus requerimientos. Una vez programado y configurado, el microcontrolador solo sirve para gobernar la tarea asignada.

Son diseñados para reducir el costo económico y el consumo de energía de un sistema en particular. Por eso el tamaño de la unidad central de procesamiento, la cantidad de memoria y los periféricos incluidos dependerán de la aplicación.

### 1.2.2.1 Arquitectura central<sup>7</sup>

La arquitectura del PIC es sumamente minimalista. Está caracterizada por las siguientes prestaciones:

- Área de código y de datos separadas (Arquitectura Harvard).
- Un reducido número de instrucciones de largo fijo.

<sup>7</sup> Microchip, Data Sheet ,PIC18F2455/2550/4455/4550,versión Español

- La mayoría de las instrucciones se ejecutan en un solo ciclo de ejecución (4 ciclos de clock), con ciclos de único retraso en las bifurcaciones y saltos.
- Un solo acumulador (W), cuyo uso (como operador de origen) es implícito (no está especificado en la instrucción).
- Todas las posiciones de la RAM funcionan como registros de origen y/o de destino de operaciones matemáticas y otras funciones.<sup>1</sup>
- Una pila de hardware para almacenar instrucciones de regreso de funciones.
- Una relativamente pequeña cantidad de espacio de datos direccionable (típicamente, 256 bytes), extensible a través de manipulación de bancos de memoria.
- El espacio de datos está relacionado con el CPU, puertos, y los registros de los periféricos.
- El contador de programa está también relacionado dentro del espacio de datos, y es posible escribir en él (permitiendo saltos indirectos).

A diferencia de la mayoría de otros CPU, no hay distinción entre los espacios de memoria y los espacios de registros, ya que la RAM cumple ambas funciones, y esta es normalmente referida como "archivo de registros" o simplemente, registros.

#### **1.2.2.2 Espacio de datos (RAM)**

Los Microcontroladores PIC 18f4550 tienen una serie de registros que funcionan como una RAM de propósito general. Los registros de propósito específico para los recursos de hardware disponibles dentro del propio chip también están direccionados en la RAM. La direccionabilidad de la memoria varía dependiendo la línea de dispositivos, y todos los dispositivos PIC tienen algún tipo de mecanismo de manipulación de bancos de memoria que pueden ser usados para acceder memoria adicional. Las series más recientes de dispositivos disponen de funciones que pueden cubrir todo el espacio direccionable, independientemente del banco de memoria seleccionado.

### 1.2.3 PANTALLA GRÁFICA DE CRISTAL LÍQUIDA (GLCD)<sup>8</sup>

La pantalla GLCD proporciona mucha flexibilidad. Está compuesta de píxeles dispuestos en filas y columnas. Cada píxel 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. Afortunadamente existen controladores especiales para este propósito (el circuito integrado T6963C de Toshiba es uno de los más utilizados actualmente).



**Figura.1.7** Pantalla GLCD

Fuente: Wikipedia

#### 1.2.3.1 Controlador KS108

Un GLCD por sí mismo no se puede conectar directamente a un microcontrolador, para ello necesita de un chip driver, que se encarga de interpretar las señales recibidas. Los chip drivers más empleados son: KS0108 (A, B, y C), SED133x, T6963c, Noritake3900 y Ic7891. Cada chip requiere de un circuito específico que actúa como interfaz entre el microcontrolador y el LCD, posee 64 canales de salidas para la matriz de puntos para el sistema de visualización de la GLCD. Este dispositivo consiste en la RAM de pantalla, 64 bit de datos por latches, 64 bits de controladores y de decodificadores lógicos. Tiene una RAM interna para almacenar los datos de la pantalla que son transferidos desde un microcontrolador de 8-bits y luego genera las señales correspondientes de los datos almacenados a la matriz de puntos de la pantalla. El KS0108B está compuesto por el sistema de la pantalla de cristal líquido en combinación con el controlador KS0107B (64 controladores comunes).

<sup>8</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/GLCD>

### 1.2.3.2 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.

### 1.2.4 TOUCH SCREEN<sup>9</sup>



**Figura.1.8** Touch Screen

**Fuente:** <http://www.mbcestore.com.mx/cats/monitores-touchscreens/>

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 óptico. El dispositivo actúa como periférico de entrada y la acción ocurrida en este se transfiere a una pantalla GLCD (Pantalla Gráfica de cristal líquido).

#### 1.2.4.1 Tipos de Touch Screen<sup>10</sup>

En el desarrollo de los Touch Screen se utilizan varias tipologías como:

---

<sup>9</sup><http://www.mbcestore.com.mx/cats/monitores-touchscreens/>

<sup>10</sup> <http://www.mbcestore.com.mx/cats/monitores-touchscreens/>

#### *1.2.4.1.1 Touch Screen Capacitiva*

Recubierto con un material que almacena Cargas Eléctricas, cuando el panel es tocado, una pequeña cantidad de carga es atraída por el punto de contacto.

Circuitos ubicados en cada esquina del panel detectan la variación de corriente y envían información al controlador para su procesamiento.

Los Paneles de Pantalla Táctil Capacitiva se deben tocar con un dedo a diferencia de los paneles de resistencia y la onda de superficie que pueden utilizar los dedos y lápiz, además de que las pantallas táctiles capacitivas no se ven afectadas por elementos externos y tienen una gran claridad.

#### *1.2.4.1.2 Touch Screen de Superficie de Onda Acústica (SAW)*

La Tecnología Surface Acoustic Wave es uno de los tipos de Pantalla Táctil más avanzado y se basa en el envío de ondas acústicas a través de un panel de vidrio transparente con una serie de transductores y reflectores.

Cuando un dedo toca la pantalla, las ondas son absorbidas causando un evento táctil que se detecta en ese punto.

Debido a que el panel es enteramente de Cristal, no hay capas que se puede usar, dando a esta tecnología el mayor factor de durabilidad y también la mayor claridad.

#### *1.2.4.1.3 Touch Screen de Infrarrojo*

En una pantalla táctil de infrarrojos se utiliza una matriz de X, Y infrarrojos Led y una foto-detector pares alrededor de los bordes de la pantalla para detectar una alteración en el patrón del led.

Al momento de la pulsación, se interrumpe el Haz de luz infrarrojo desde el emisor hasta el detector, provocando en ambos ejes (X, Y) un punto “muerto” que es detectado y enviado al microcontrolador para su procesamiento.

Una ventaja importante de este sistema es que puede detectar prácticamente cualquier entrada incluyendo un dedo, dedo enguantado, lápiz o bolígrafo.

A diferencia de pantallas táctiles capacitivas, las pantallas táctiles de infrarrojos no requieren ningún patrón en el cristal que aumenta la durabilidad y la claridad óptica de todo el sistema.

#### 1.2.4.1.4 *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.

La diferencia entre uno y otro varía de acuerdo al tamaño de la pantalla táctil, puntos de sensibilidad, y sobre todo la aplicación.

#### 1.2.4.2 **Funcionamiento**

Existen diferentes tecnologías touch screen, que se basan en reconocimiento óptico, localización de pulsos de ondas, infrarrojos, o combinaciones eléctricas con cristal. Cada una de ellas debe ser activada con un objeto, dedo o uña. Una vez que el objeto envía el pulso, los sensores detectan las coordenadas y se las hacen llegar al traductor, que se encarga de interpretar la localización y convertir los pulsos eléctricos en digitales. Finalmente el controlador actualiza la posición del cursor en pantalla.

#### 1.2.5 **REGULADOR DE VOLTAJE L7805<sup>11</sup>**

La familia 78xx y 79xx son una gama de integrados dedicados a la regulación de voltaje, hay muchas variables: regulables, fijos, de tensión positiva o negativa.

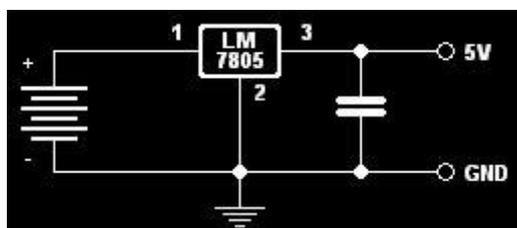
Pero el más común y el que mayormente se usa en el mundo de los PIC's es el famoso 7805 que es un regulador de tensión positiva de 5 Volts a 1A, la tensión justa y mucho más corriente de la que recitan nuestros PIC's para funcionar, se sabe que el buen funcionamiento del firmware que grabemos en el PIC 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

---

<sup>11</sup> <http://picrobot.blogspot.com/2009/06/reguladores-de-voltaje-7805.html>

podremos despreocuparnos de la alimentación superando por mucho el voltaje de trabajo del PIC.

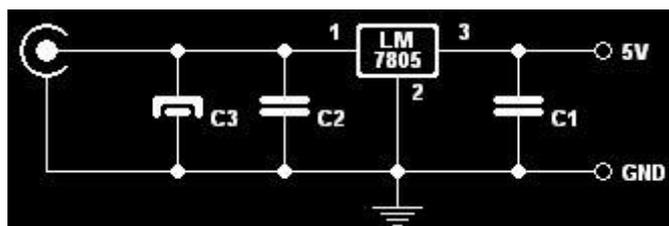
Para trabajar con baterías sólo basta con conectar la entrada del IC (PIN 1) al terminal positivo de la misma y el común (PIN 2) al negativo, a la salida tenemos 5V que es la tensión de trabajo del microcontrolador, podremos añadir un capacitor entre GND y la salida para eliminar cualquier fluctuación de voltaje que pueda ocurrir, pero esto es siempre recomendable hacerlo con el microcontrolador independientemente del origen que tenga la alimentación.



**Figura.1.9** Conexión de un L7805 a una batería.

**Fuente:** <http://picrobot.blogspot.com/2009/06/reguladores-de-voltaje-7805.html>

Si al IC se lo usa para regular la tensión proveniente de una fuente de alimentación, el filtrado debe hacerse más concienzudamente, a parte del capacitor luego de la regulación, necesitará dos más antes, en el diagrama de la figura 1.11 se ve el circuito para conectarlo a una fuente de alimentación regulada o estabilizada de más de 5 V.



**Figura.1.10** L7805 conectado a una fuente de alimentación regulada o estabilizada de una tensión superior.

**Fuente:** <http://picrobot.blogspot.com/2009/06/reguladores-de-voltaje-7805.html>

### **1.2.6. MOTORES<sup>12</sup>**

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.

Los motores eléctricos son los más ágiles de todos en lo que respecta a variación de potencia y pueden pasar instantáneamente desde la posición de reposo a la de funcionamiento al máximo. Su tamaño es más reducido y pueden desarrollarse sistemas para manejar las ruedas desde un único motor, como en los automóviles.

#### **1.2.6.1 Fuente de energía**

##### *1.2.6.1.1 Corriente*

La mayoría del servicio industrial utiliza energía trifásica de AC de 50 o 60 Hertz que es suministrada por una planta generadora.

La mayoría de los motores de AC tienen un régimen para 50 o 60Hz y, normalmente, operaran con la otra frecuencia en una emergencia, pero no la velocidad normal. Un motor de 60Hz accionado con 50Hz operara a la 5<sup>a</sup>/6<sup>a</sup> parte de su velocidad normal. Un motor de 50 Hz. operará más rápido de lo normal con 60Hz. En ambos casos, la salida de energía disponible será inferior

---

<sup>12</sup> <http://www.areatecnologia.com/EL%20MOTOR%20ELECTRICO.htm>

### 1.2.6.1.2 Voltaje

El voltaje DC de una batería o conjunto de motor y generador es perfectamente suave. Cuando se produce la DC rectificando la AC, la forma de onda es una burda. El voltaje sigue siendo de DC debido a que no se invierte, pero el voltaje real instantáneo varía entre 0 y el valor pico. La AC monofásica rectificada es más áspera que la trifásica rectificada, ambas clases de AC rectificada son a menudo filtradas con capacitores y/o inductores para suavizar la forma de onda.

### 1.2.6.2 Factor de potencia<sup>13</sup>

El factor de potencia de un motor AC, un número decimal entre 0 y 1, es una medida de la corriente del motor que está en fase con el voltaje que le llega.

- Si el factor de potencia es 1, el voltaje y la corriente están totalmente en fase. Toda la corriente multiplicada por el voltaje, produce vatios (w) que son convertidos en potencia (HP) o calor en el motor.
- Un factor de potencia de 0 significa que el voltaje y la corriente están a 90° fuera de la fase y que la corriente multiplicada por el voltaje no produce vatios (w), sino solo voltios-ampères. Aun cuando un motor pueda estar consumiendo alta corriente, no se le estarán suministrando vatios (w) si el factor de potencia es 0 y no puede producir salida de potencia y, ni siquiera, operar sin carga.
- El factor de potencia mencionado en las especificaciones del motor es el factor de potencia a la carga nominal. Normalmente fluctúa entre 0.6 y 1. El factor de potencia sin carga o cuando el motor es arrancado será menor.

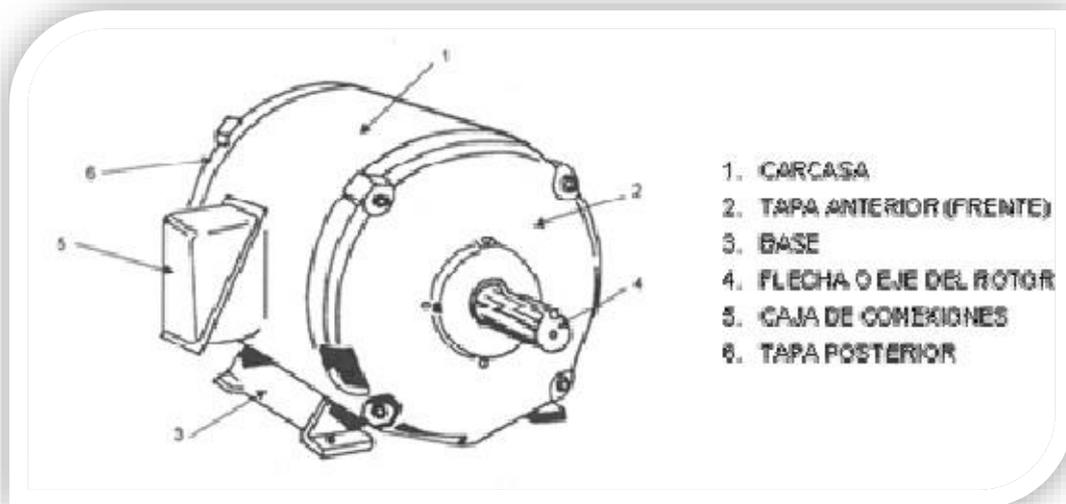
### 1.2.6.3 Partes fundamentales de un motor eléctrico

---

13

[http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ehxKXip1j6EC&oi=fnd&pg=PA3&dq=factor+de+potencia+de+un+motor+electrico&ots=5Slos8ilLh&sig=0RHNau24z\\_Z2MN1dilf3LpXYnZ8#v=onepage&q=motor%20electrico&f=false](http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ehxKXip1j6EC&oi=fnd&pg=PA3&dq=factor+de+potencia+de+un+motor+electrico&ots=5Slos8ilLh&sig=0RHNau24z_Z2MN1dilf3LpXYnZ8#v=onepage&q=motor%20electrico&f=false)

Dentro de las características fundamentales de los motores eléctricos, éstos se hallan formados por varios elementos, sin embargo, las partes principales son: el estator que es el elemento que opera como base, permitiendo que desde ese punto se lleve a cabo la rotación del motor. El estator no se mueve mecánicamente, pero si magnéticamente, la carcasa, la base, el rotor, la caja de conexiones, las tapas y los cojinetes. No obstante, un motor puede funcionar solo con el estator y el rotor. <sup>14</sup>



**Figura.1.11** Partes de un motor de C.A.

**Fuente:** Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley

### 1.2.7 ELEMENTOS MECANICOS FLEXIBLES<sup>15</sup>

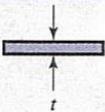
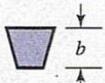
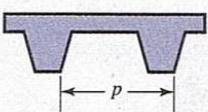
Los elementos mecánicos elásticos o flexibles como bandas y cadenas se emplean en los sistemas de transporte y para transmitir potencia a distancias comparativamente largas. Con frecuencia estos elementos se usan en reemplazos de engranes, ejes, cojinetes y otros dispositivos de transmisión de potencia 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 maquina

<sup>14</sup> Videla A,(nd),Manual de motores eléctricos,<http://es.scribd.com/doc/2448049/Manual-de-motores-electricos>

<sup>15</sup> Diseño en ingeniería mecánica de Shigley.

### 1.2.7.1 Bandas

Los cuatro tipos principales de bandas se muestran, con algunas de sus características, en el siguiente cuadro. Las poleas abombadas se emplean para bandas planas y las poleas ranuradas o acanaladas, para bandas redondas y en V. Las bandas de sincronización requieren ruedas dentadas o catarinas. En todos los casos, para que su operación resulte adecuada, los ejes de las poleas deben estar separadas por una cierta distancia mínima, que depende del tipo y tamaño de la banda.

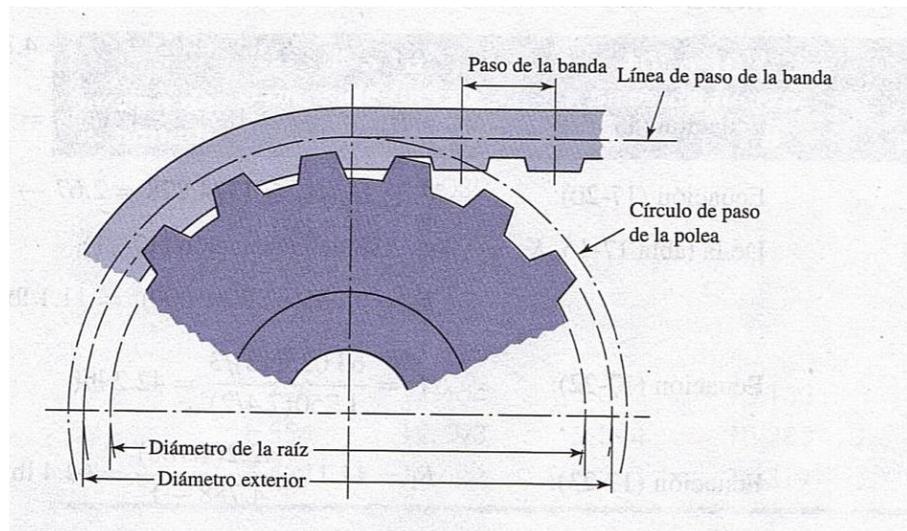
Tipo de banda	Figura	Unión	Intervalo de tamaños	Distancia entre centros
Plana		Sí	$t = \begin{cases} 0.03 \text{ a } 0.20 \text{ pulg} \\ 0.75 \text{ a } 5 \text{ mm} \end{cases}$	No hay límite superior
Redonda		Sí	$d = \frac{1}{8} \text{ a } \frac{3}{4} \text{ pulg}$	No hay límite superior
Tipo V		Ninguna	$b = \begin{cases} 0.31 \text{ a } 0.91 \text{ pulg} \\ 8 \text{ a } 19 \text{ mm} \end{cases}$	Limitada
De sincronización		Ninguna	$p = 2 \text{ mm y mayor}$	Limitada

**Figura.1.12** Tipos comunes de bandas

**Fuente:** Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley

### 1.2.7.2 Bandas de sincronización

Los mecanismos de correa dentada son positivos y ofrecen una sincronización precisa de velocidad, y a menudo permiten ahorrar en el diseño de una máquina, porque requieren menos espacio, especificación de rodamiento reducida y eliminan los mecanismos de tensión, sin embargo ofrecen un nivel de eficiencia inusualmente alto. Prácticamente cada tipo de industria ha probado y aprobado estos mecanismos de correa dentada. Han sido adoptados como un equipamiento estándar por una gran variedad de constructores de máquinas y fabricantes de equipos.



**Figura.1.13** Bandas de sincronización

**Fuente:** Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley

**Tabla.1.1** Pasos estándares de bandas de sincronización

Servicio	Designación	Paso $p$ , pulg
Extraligero	XL	$\frac{1}{5}$
Ligero	L	$\frac{3}{8}$
Pesado	H	$\frac{1}{2}$
Extrapesado	XH	$\frac{7}{8}$
Doble extrapesado	XXH	$1\frac{1}{4}$

**Fuente:** Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley

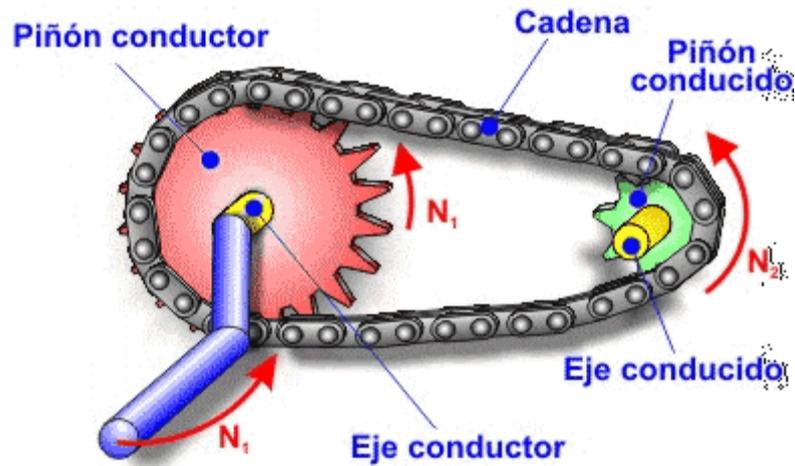
### 1.2.7.3 Mecanismo cadena – piñón

Este sistema consta de una cadena sin fin (cerrada) cuyos eslabones engranan con ruedas dentadas (piñones) que están unidas a los ejes de los mecanismos *conductor* y *conducido*.

Los ejes tienen que mantenerse en posición fija uno respecto a otro, por lo que suelen sujetarse mediante soportes, armaduras u horquillas

Las cadenas empleadas en esta transmisión suelen tener libertad de movimiento solo en una dirección y tienen que *engranar* de manera muy precisa con los

dientes de los piñones. Las partes básicas de las cadenas son: placa lateral, rodillo y pasador.

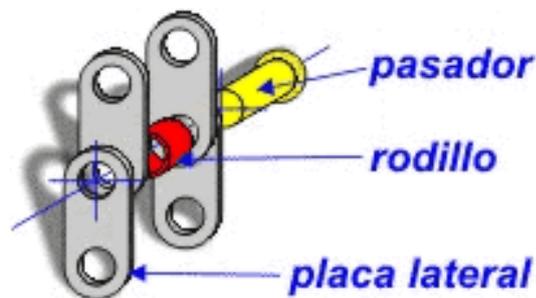


**Figura.1.14** Mecanismo Cadena-Piñón

**Fuente:** [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec\\_cadena-pinion.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_cadena-pinion.htm)

#### 1.2.7.3.1 Cadenas de rodillos

Las características básicas de las transmisiones de cadena incluyen una relación constante puesto que no se involucra al deslizamiento ni el arrastre, vida larga y capacidad para impulsar varios ejes a partir de una sola fuente de potencia.



**Figura.1.15** Cadena de rodillos

**Fuente:** [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec\\_cadena-pinion.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_cadena-pinion.htm)

**Tabla 1.2** Dimensiones de cadenas estándares de rodillos<sup>16</sup>

Número de cadena ANSI	Paso, pulg (mm)	Ancho, pulg (mm)	Resistencia mínima a la tensión, lbf (N)	Peso promedio, lbf/pie (N/m)	Diámetro del rodillo, pulg (mm)	Espaciamento de torones múltiples, pulg (mm)
25	0.250 (6.35)	0.125 (3.18)	780 (3 470)	0.09 (1.31)	0.130 (3.30)	0.252 (6.40)
35	0.375 (9.52)	0.188 (4.76)	1 760 (7 830)	0.21 (3.06)	0.200 (5.08)	0.399 (10.13)
41	0.500 (12.70)	0.25 (6.35)	1 500 (6 670)	0.25 (3.65)	0.306 (7.77)	— —
40	0.500 (12.70)	0.312 (7.94)	3 130 (13 920)	0.42 (6.13)	0.312 (7.92)	0.566 (14.38)
50	0.625 (15.88)	0.375 (9.52)	4 880 (21 700)	0.69 (10.1)	0.400 (10.16)	0.713 (18.11)
60	0.750 (19.05)	0.500 (12.7)	7 030 (31 300)	1.00 (14.6)	0.469 (11.91)	0.897 (22.78)
80	1.000 (25.40)	0.625 (15.88)	12 500 (55 600)	1.71 (25.0)	0.625 (15.87)	1.153 (29.29)
100	1.250 (31.75)	0.750 (19.05)	19 500 (86 700)	2.58 (37.7)	0.750 (19.05)	1.409 (35.76)
120	1.500 (38.10)	1.000 (25.40)	28 000 (124 500)	3.87 (56.5)	0.875 (22.22)	1.789 (45.44)
140	1.750 (44.45)	1.000 (25.40)	38 000 (169 000)	4.95 (72.2)	1.000 (25.40)	1.924 (48.87)
160	2.000 (50.80)	1.250 (31.75)	50 000 (222 000)	6.61 (96.5)	1.125 (28.57)	2.305 (58.55)
180	2.250 (57.15)	1.406 (35.71)	63 000 (280 000)	9.06 (132.2)	1.406 (35.71)	2.592 (65.84)
200	2.500 (63.50)	1.500 (38.10)	78 000 (347 000)	10.96 (159.9)	1.562 (39.67)	2.817 (71.55)
240	3.00 (76.70)	1.875 (47.63)	112 000 (498 000)	16.4 (239)	1.875 (47.62)	3.458 (87.83)

**Fuente:** Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley

### 1.2.7.3.2 Piñón

En mecánica, se denomina piñón a la rueda de un mecanismo de cremallera o a la rueda más pequeña de un par de ruedas dentadas, ya sea en una transmisión por engranaje, cadena de transmisión o correa de transmisión. También se

<sup>16</sup> Compilado de la norma ANSI B29. 1-1975.

denomina piñón tensor a la rueda dentada destinada a tensar una cadena o una correa dentada de una transmisión.

#### 1.2.7.3.3 Relación de velocidades <sup>17</sup>:

La transmisión de movimientos entre dos ejes mediante poleas está en función de los diámetros de estas, cumpliéndose en todo momento:

$$i = \frac{N2}{N1} = \frac{D1}{D2} \quad 18$$

Donde:

**D1** Diámetro de la polea conductora

**D2** Diámetro de la polea conducida

**N1** Velocidad de giro de la Polea Conductora

**N2** Velocidad de giro de la Polea Conducida

#### 1.2.7.3.4 Posibilidades del multiplicador de velocidades

Teniendo en cuenta la relación de velocidades que se establece en función de los diámetros de las poleas, con una adecuada *elección de diámetros* se podrá aumentar ( $D1 > D2$ ), disminuir ( $D1 < D2$ ) o mantener ( $D1 = D2$ ) la velocidad de giro del eje conductor en el conducido.

<sup>17</sup> [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec\\_cadena-pinon.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_cadena-pinon.htm)

<sup>18</sup> Hamrock, B.J., Jacobson, B.O., Schmid, S.R.; Elementos de Máquinas. McGraw-Hill, 2000. Pag.635

**Tabla1.3** Posibilidades del multiplicador de velocidades

<p><b>Disminuir de la velocidad de giro</b></p>	<p>Si la <i>Polea conductora</i> es menor que la <i>conducida</i>, la velocidad de giro del <i>eje conducido</i> será menor que la del <i>eje conductor</i>.</p>	$D1 < D2$ $N1 > N2$	
<p><b>Mantener la velocidad de giro</b></p>	<p>Si ambas poleas tienen igual diámetro, las velocidades de los ejes serán también iguales.</p>	$D1 = D2$ $N1 = N2$	
<p><b>Aumentar la velocidad de giro</b></p>	<p>Si la <i>Polea conductora</i> tiene mayor diámetro que la <i>conducida</i>, la velocidad de giro aumenta.</p>	$D1 > D2$ $N1 < N2$	
<p><b>Invertir el sentido de giro</b></p>	<p>Empleando poleas y correas también es posible invertir el sentido de giro de los dos ejes sin más que cruzar las correas.</p>		

## CAPITULO II

### DISEÑO MECÁNICO

En este capítulo se presenta el diseño y selección 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 siguiendo el siguiente esquema de diseño.

#### 2.1 MOTOR

El motor eléctrico utilizado en la máquina de escalada automática tiene las siguientes especificaciones tomadas de la placa:

$$P = 0.75 \text{ CV} = 0.74\text{hp}$$

$$n = 1680 \text{ rpm}$$

$$v = 220/380 \text{ V}$$

$$I = 2.6/1.5 \text{ A}$$

#### 2.2 MOTOREDUCTOR

Las especificaciones del motoreductor se obtienen a través de tablas de acuerdo a sus dimensiones:

$$\text{rpm de la polea conductor} = 28$$

$$\text{rpm de la polea conducida} = 16$$

$$\text{diámetro de la polea conductora } d1 = 8.84 \text{ cm}$$

$$\text{diámetro de la polea conducida } d2 = 15.30 \text{ cm}$$

Input RPM	Ratio	50	75	100	150	200	250	300	400	500	600	800	1000	1250
	Ratio Primary/Secondary	5 10	5 15	10 10	10 15	10 20	25 10	10 30	20 20	25 20	20 30	20 40	25 40	25 50
1750	Input HP	.79	.59	.45	.36	.28	.23	.23	.16	.15	.15	.11	.09	.06
	Output HP	.41	.41	.31	.22	.17	.13	.11	.08	.07	.06	.04	.03	.02
	Output Torque	1100	1100	1100	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1100	900
	Output RPM	35	23.3	17.5	11.7	8.8	7	5.8	4.4	3.5	2.9	2.2	1.8	1.4
1150	Input HP	.54	.41	.31	.26	.20	.18	.16	.13	.10	.11	.09	.06	.03
	Output HP	.40	.27	.20	.15	.11	.09	.07	.06	.04	.04	.03	.02	.01
	Output Torque	1100	1100	1100	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1100	900
	Output RPM	23	15.3	11.5	7.7	5.8	4.6	3.8	2.9	2.3	1.9	1.4	1.2	.92
870	Input HP	.41	.31	.24	.20	.15	.14	.14	.09	.08	.09	.07	.07	.03
	Output HP	.30	.20	.15	.11	.08	.07	.06	.04	.03	.03	.02	.02	.01
	Output Torque	1100	1100	1100	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1100	900
	Output RPM	17.4	11.6	8.7	5.8	4.4	3.5	2.9	2.2	1.7	1.5	1.1	.87	.70
690	Input HP	.34	.26	.19	.17	.14	.11	.10	.07	.07	.06	.05	.04	.03
	Output HP	.24	.16	.12	.09	.07	.05	.04	.03	.03	.02	.02	.01	.008
	Output Torque	1100	1100	1100	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1100	900
	Output RPM	13.8	9.2	6.9	4.6	3.5	2.8	2.3	1.7	1.4	1.2	.86	.99	.55
300	Input HP	.15	.12	.09	.08	.07	.05	.06	.03	.03	.04	.03	.02	.01
	Output HP	.10	.07	.05	.04	.03	.02	.02	.01	.01	.01	.007	.005	.003
	Output Torque	1100	1100	1100	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1100	900
	Output RPM	6	4	3	2	1.5	1.2	1.0	.75	.60	.50	.38	.30	.24
100	Input HP	.05	.04	.04	.02	.03	.02	.02	.01	.01	.01	.01	.01	.005
	Output HP	.03	.02	.02	.01	.01	.008	.006	.005	.004	.003	.002	.002	.001
	Output Torque	1100	1100	1100	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1100	900
	Output RPM	2	1.3	1.0	.67	.50	.40	.33	.25	.20	.17	.13	.10	.08

Figura.2.1 Especificaciones del motoreductor<sup>19</sup>

Fuente: [http://www.ohiogear.com/pdfs/dseries\\_ratings\\_3-4.pdf](http://www.ohiogear.com/pdfs/dseries_ratings_3-4.pdf)

Ratio 75

Input hp = 0.59

Output hp = 0.41

Output torque = 1100 lb-in

Output rpm = 23.3 rpm

(1)

La relación de velocidades nos da como resultado:

$$i = \frac{N1}{N2}$$

$$i = \frac{28}{16}$$

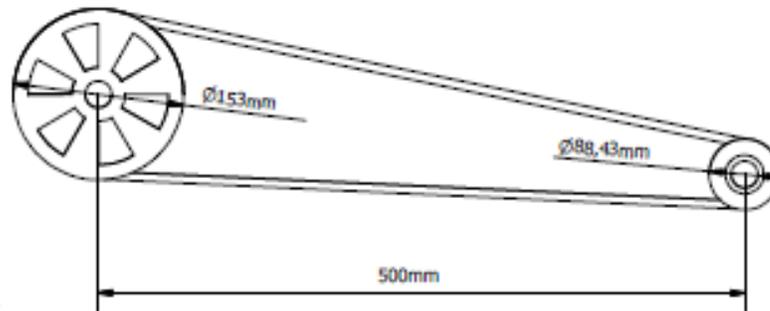
$$i = 1.75$$

## 2.3 SISTEMAS DE TRANSMISION

<sup>19</sup> [http://www.ohiogear.com/pdfs/dseries\\_ratings\\_3-4.pdf](http://www.ohiogear.com/pdfs/dseries_ratings_3-4.pdf)

### 2.3.1 BANDA

El sistema de banda utilizado disminuye la velocidad de giro proporcionada por el motoreductor, se procede al diseño de la banda tomando en cuenta los datos de las poleas del motoreductor.



**Fig.2.2** Sistema de poleas y banda

**Fuente:** Autor

$$d1 = 8.84\text{cm} = 3.48 \text{ plg}$$

$$d2 = 15.34\text{cm} = 6.04 \text{ plg}$$

$$n1 = 23.3 \text{ rpm}$$

$$i = \frac{n1}{n2} = \frac{d2}{d1}$$

$$n2 = \frac{d1}{d2} n1$$

$$n2 = \frac{8.84}{15.34} 23.3$$

$$\mathbf{n2 = 13.42}$$

Distancia entre centros

$$Cd = 50 \text{ cm}$$

$$\alpha = \text{sen}^{-1} \left( \frac{d2 - d1}{2Cd} \right)$$

$$\mathbf{\alpha = 3.15^\circ}$$

Longitud de la banda

$$L = \sqrt{2Cd^2 - (d2 - d1)^2} + \frac{\pi}{2}(d1 + d2) + \frac{\pi(d2 - d1)\alpha}{180}$$

$$L = \sqrt{2(50cm)^2 - (15.34cm - 8.84cm)^2} + \frac{\pi}{2}(8.84cm + 15.34cm) + \frac{\pi(15.34cm - 8.84cm)\alpha}{180}$$

$$L = 137.05 \text{ cm}$$

$$H_p \text{ entrada} = 0.41 \quad (1)$$

Factor de servicio  $f_1 = 1.4$  Tabla 18.1 pag.835 Hamrock

$$f_2 = 0.4$$

La potencia de entrada es 0.41 ya que se considera la potencia de salida del motoreductor, y el factor de servicio es 0.4 ya que se considera arranques y paradas frecuentes.

$$H_a = k_1 \cdot k_2 \cdot H_{tab}$$

Consideramos  $k_1$  como factor de corrección del ángulo de cobertura

**Tabla2.1** Factor de corrección del ángulo de cobertura<sup>20</sup>

$\frac{D - d}{Cd}$	$k_1$
0.1	0.76
0.12	$k_1$
0.2	0.78

**Fuente:** Joseph Edward Shigley. Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley (8va Edición) (pp. 882)

$$\frac{0.2 - 0.1}{0.12 - 0.1} = \frac{0.78 - 0.76}{k_1 - 0.76}$$

<sup>20</sup> <http://www.uclm.es/profesorado/porrasyoriano/elementos/Tema07.pdf>

$$\frac{0.1}{0.02} = \frac{0.02}{k_1 - 0.76}$$

$$k_1 = 0.764$$

El factor de corrección longitudinal de la banda  $k_2$  lo obtenemos de la tabla 17-9 de Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley (8va Edición) (pp. 879) ya que la banda es tipo B el factor de corrección longitudinal es 0.9.

Y la potencia tabulada  $H_{tab}$  la obtenemos de la tabla 17-12 de Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley (8va Edición) (pp. 881) que es 0.59 hp.

$$H_a = 0,77 \cdot 0,9 \cdot (0.59 \text{hp})$$

$$H_a = 0.41 \text{ hp}$$

Entonces la potencia admisible es 0.41 hp.

Numero de Bandas

$$N_b = \frac{H_d}{H_a}$$

$$H_d = H_{nom} \cdot K_s \cdot n_d$$

Tomamos como factor de servicio  $k_s$  igual a 1 y de acuerdo a las exigencias del trabajo  $n_d$  igual al 5% de la tabla 17-15 de Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley (8va Edición) (pp. 882)

$$H_d = (0,4)(1)(1,05)$$

$$H_d = 0,43$$

$$N_b = \frac{0,43}{0,41} \approx 1$$

Se utiliza una banda ya que se cumple la condición de diseño que el número de bandas tiene que ser mayor igual a la potencia de diseño sobre la potencia admisible.

$$Nb \geq \frac{Hd}{Ha}$$

Factor de seguridad

$$fs = \frac{Ha \cdot Nb}{Hnom \cdot ks}$$

$$fs = \frac{(0,41) \cdot (1)}{(0,41) \cdot (1)}$$

$$fs = 1$$

Nuestro factor de seguridad es 1

Fuerzas

Obtenemos las fuerzas que se aplican en la banda:

$$Fc = kc \left( \frac{V}{1000} \right)^2$$

El valor de  $kc=0.95$  lo obtenemos de tabla 17-16 Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley (8va Edición) (pp. 883) y reemplazamos los valores para obtener:

$$Fc = 0.965 \left( \frac{21.23}{1000} \right)^2$$

$$Fc = 4.34 \cdot 10^{-4} lb$$

$$F1 = Fc + \frac{\Delta F \cdot \exp(f\phi)}{\exp(f\phi) - 1}$$

$$\Delta F = \frac{63025 \cdot \left(\frac{Hd}{Nb}\right)}{n\left(\frac{d}{2}\right)}$$

Donde n es el número de revoluciones por minuto y d es el diámetro de la polea.

$$\Delta F = \frac{63025 \cdot \left(\frac{0.43}{1}\right)}{23.3 \cdot \left(\frac{3.48}{2}\right)}$$

$$\Delta F = 668.46 \text{ lbf}$$

$$\exp(f(\emptyset)) = \exp(0.5123 \cdot \emptyset)$$

$$\exp(0.5123(3.01 \text{ rad})) = 4.65$$

$$F1 = 4.34 \cdot 10^{-4} + \frac{(668.46) \cdot (4.65)}{4.65 - 1}$$

$$F1 = 851.6 \text{ lb}$$

$$F2 = F1 - \Delta F$$

$$F2 = (851.6 - 668.46) \text{ lb}$$

$$F2 = 183.14 \text{ lb}$$

Torque

$$T = \frac{F1 - F2}{2} \cdot d1 = \frac{\Delta F}{2} d1$$

$$T = \frac{183.14}{2} \cdot (3.5)$$

$$T = 320.49 \text{ lb} \cdot \text{in}$$

$$F = F1 + F2$$

$$F = (851.6 + 183.14) \text{ lbf}$$

$$F = 1034.74 \text{ lbf}$$

La banda utilizada es la banda en V dentada de caucho DAYCO 22540 ya que tiene un 22/32" de ancho nominal de la parte superior y 54" de longitud efectiva.

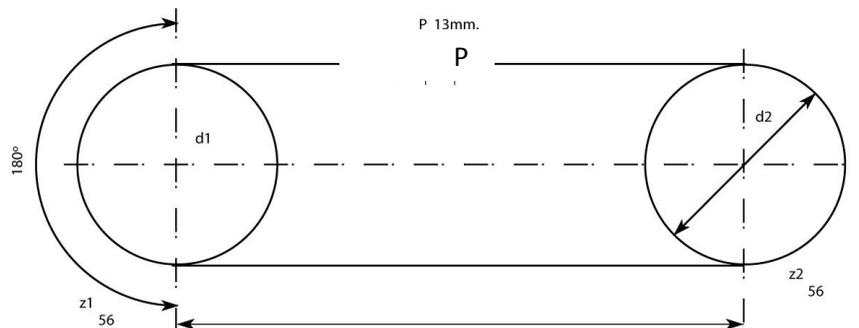
**Tabla 2.2** Especificaciones de la banda<sup>21</sup>

Dayco Número de pieza	22540
Número de pieza del sistema métrico	15A1370
Longitud efectiva	54 "
Fuera de la circunferencia	54.6 "
Ancho Arriba	22/32 "(0,69")
Ángulo	38 °

**Fuente:** [http://www.daycoaftermarket.com/download/area\\_argentina/catalogo\\_correas\\_industriales.pdf](http://www.daycoaftermarket.com/download/area_argentina/catalogo_correas_industriales.pdf)

### 2.3.2 CADENA

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.

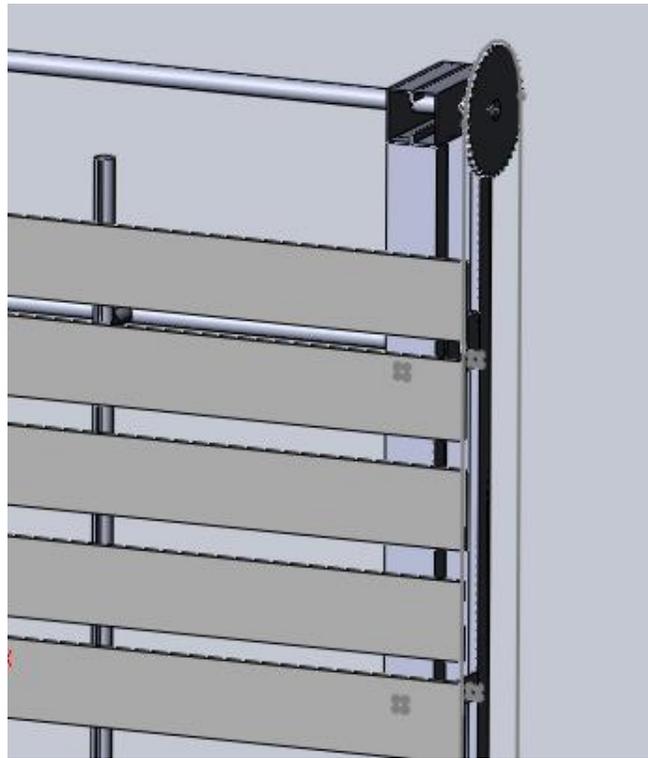


**Figura 2.3** Cadena<sup>22</sup>

**Fuente:** <http://www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema07.pdf>

<sup>21</sup> [http://www.daycoaftermarket.com/download/area\\_argentina/catalogo\\_correas\\_industriales.pdf](http://www.daycoaftermarket.com/download/area_argentina/catalogo_correas_industriales.pdf)

<sup>22</sup> <http://www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema07.pdf>



**Figura 2.4** 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.

$$d1=22.92\text{cm} = 9\text{in}$$

$$d2=22.92\text{cm} = 9\text{in}$$

$$i=1$$

Velocidad de la cadena

$$u = \frac{\pi}{12} n_1 \cdot d_1$$

$$n = \# \text{ rev de la polea} = 13.31 \text{ rpm}$$

$$u = \frac{\pi}{12} (13.3) \cdot (9)$$

$$u = 31.32 \text{ ft/min}$$

La potencia de la banda se transmite a la cadena por lo que la potencia transmitida  $hp=0.41$ .

$$hpr = hp \cdot a_1 \cdot a_2$$

$$hpr = (0.41) \cdot (1) \cdot (1)$$

Donde  $a_1$  es el factor de servicio y  $a_2$  es el factor de torones múltiples obtenidos de la tabla 18-12 de Elementos de Maquinas de Hamrock (pp. 852)

por lo que:

$$hpr = 0.41hp$$

Tensión de la cadena

$$P_1 = \frac{33000hpr}{u}$$

$$P_1 = \frac{33000 \cdot (0.41)}{31.32}$$

$$P_1 = 431.99 \text{ lbf}$$

$$P_t = P_1 + W_{madera} + W_{escalador}$$

$$P_t = (431.99 + 167.17 + 154.35) \text{ lbf}$$

$$Pt = 753.51lbf$$

La tensión permisible de la cadena #40 la obtenemos de la tabla 18.10 de Elementos de Maquinas de Hamrock (pp. 850) de acuerdo a las dimensiones de la cadena la tensión permisible es 3700lbf.

Factor de seguridad

Debido a que en la maquina se ubican 2 cadenas en cada extremo de la maquina la tensión total Pt se divide en 2.

$$\eta = \frac{P_{permisible}}{\frac{Pt}{2}}$$

$$\eta = \frac{3700lbf}{\frac{75351}{2}}$$

$$\eta = 9.82$$

Torque

$$Pt = \frac{T}{r}$$

$$T = Pt \cdot r$$

$$T = \frac{753.51}{2} \cdot (4,5)$$

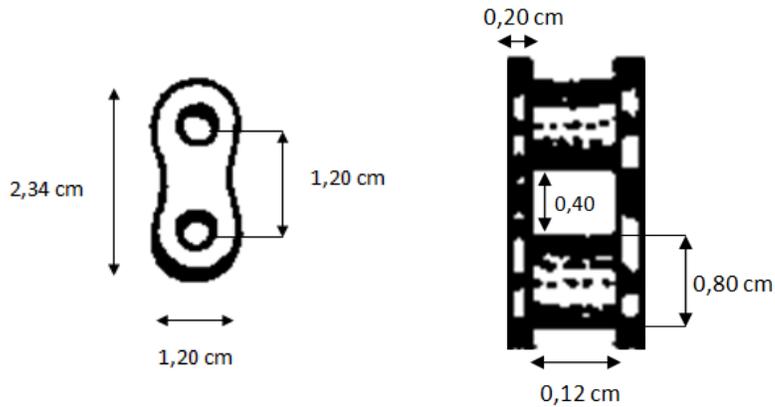
$$T = 1695.39lb \cdot in$$

La longitud de la cadena es de acuerdo a la necesidad de la máquina, la máquina de escalada automática comprende 2 juegos de cadenas movidas por 2 catarinas de 56 dientes, cada cadena en su parte lateral va soldado una montura de acero ASTM A50 de 19x19x3 mm con agujero de 7mm lugar donde encaja las tablas de plywood por medio de tornillos de ¼ x 5/8 y tuercas y reforzada con platina de 2"x118 de material ASTM A50.

**Tabla 2.3** Dimensiones Básicas de la cadena

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

Fuente: Autor

**Figura 2.5** Dimensiones Básicas de la cadena<sup>23</sup>Fuente: <http://www.angellarreina.com/folletos/Transmisiones%20por%20Cadenas%20de%20Rodillos.pdf>

### 2.3.3 CATARINA

Es un conjunto de ruedas dentadas y otras piezas que encajan entre sí y sirven generalmente para transmitir un movimiento giratorio.<sup>24</sup>

Se utilizó 4 catalinas para cadena de rodillos paso 15 mm 5/8, 56 dientes.

<sup>23</sup><http://www.angellarreina.com/folletos/Transmisiones%20por%20Cadenas%20de%20Rodillos.pdf>

<sup>24</sup><http://es.thefreedictionary.com/engranaje>

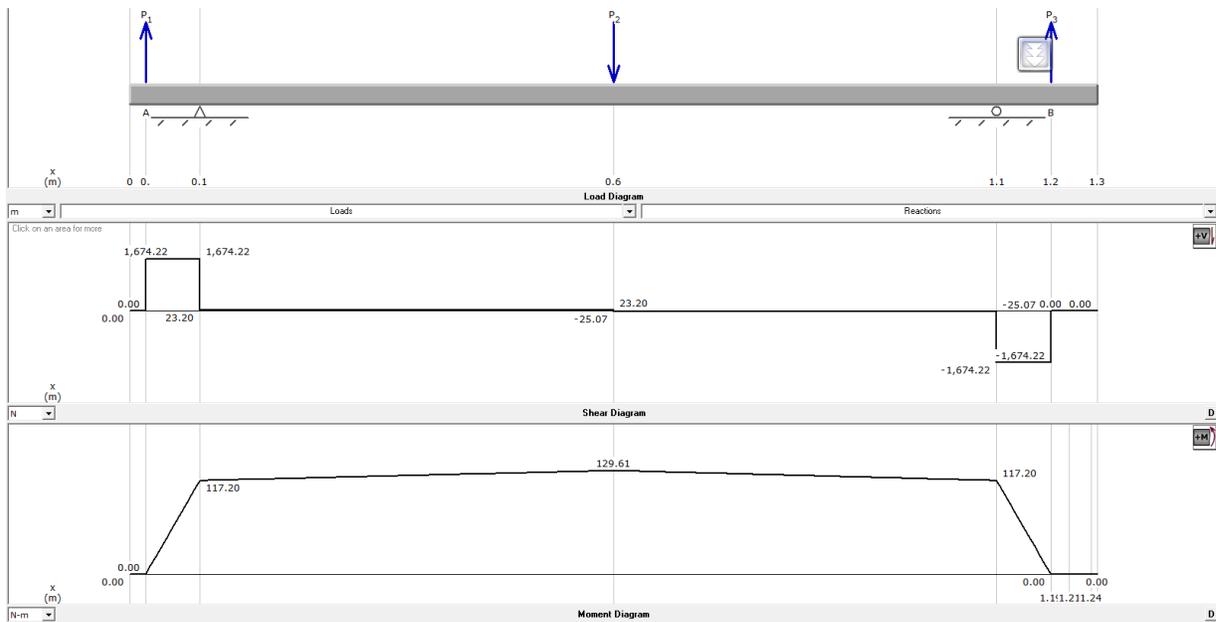
**Tabla 2.4** Dimensiones básicas de la Catarina

	Simbología	Dimensión en cm	#
Paso	P	1.50	
Ancho del diente	H	0.70	
Ø Agujero	D	2.55	
Ø de la Manzana	S	22.90	
Ø Primitivo	W	0.24	
Dientes	Z		56

Fuente: Autor

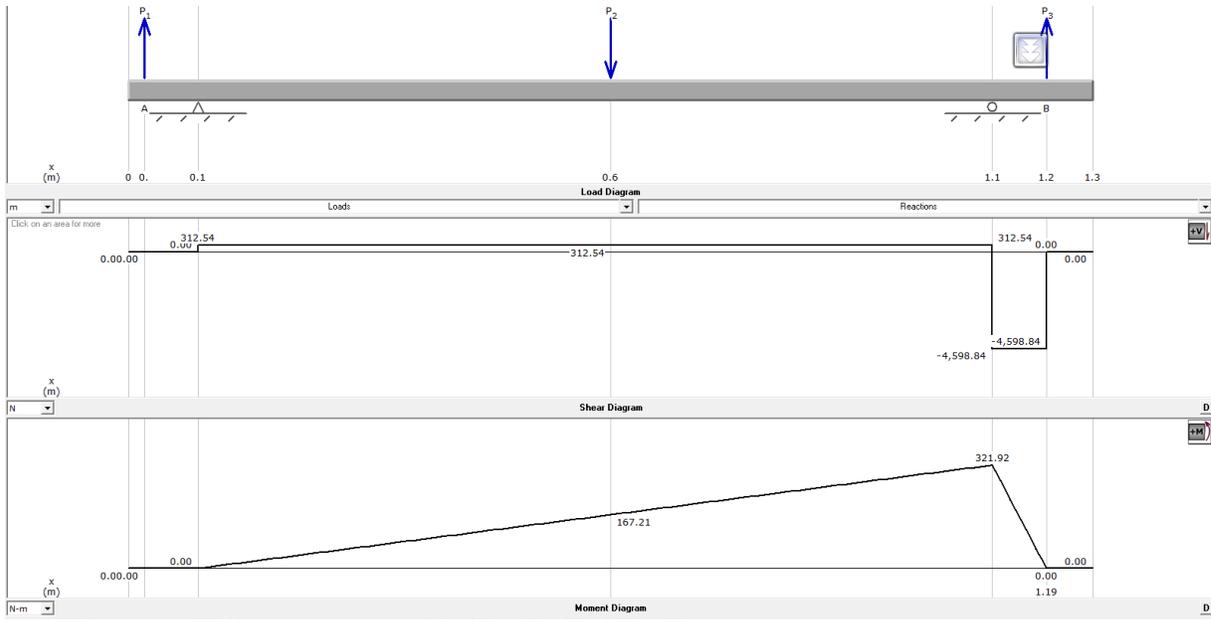
### 2.3.4 ANALISIS DEL EJE

Se realizó el análisis del eje obteniendo los diagramas de corte y de momentos en los puntos más críticos del eje, realizando la simulación en el programa Md-Solids de lo cual se obtuvo los siguientes datos:



**Figura 2.6** Diagrama de corte y de momentos en el plano Z-X

Fuente: Autor



**Figura 2.7** Diagrama de corte y de momentos en el plano Y-X

**Fuente:** Autor

- **Punto X= 0.625**

**X-Z** X=0.625

$$M_{X-Z}=129.61$$

**X-Y** X=0.625

$$M_{X-Y}=167.21$$

$$M_T = \sqrt{(M_{X-Z})^2 + (M_{X-Y})^2}$$

$$M_T = 211.56 \text{ N.m}$$

- **Punto X= 1.19**

**X-Z** X=1.19

$$M_{X-Z}=117.20$$

**X-Y** X=1.19

$$M_{X-Y}=321.92$$

$$M_T = \sqrt{(M_{X-Z})^2 + (M_{X-Y})^2}$$

$$M_T = 342.59 \text{ N.m}$$

### 2.3.4.1 Plano X-Y

Con el Torque de la polea de 320.49lb.in o 36.17 N.m y el diámetro del eje 0.025m obtenemos que el esfuerzo de corte es:

Esfuerzo de corte

$$\tau = \frac{16T}{\pi d^3}$$

$$\tau = \frac{16(36.17)}{\pi(0.025)^3}$$

$$\tau = 11.79MPa$$

Esfuerzo de flexión

$$\sigma_x = \frac{32. M_{max}}{\pi. d^3}$$

$$\sigma_x = \frac{32. (321.92)}{\pi. 0.025^3}$$

$$\sigma_x = 209.85MPa$$

Teorema de Tresca

$$\sigma = \sqrt{\sigma_x^2 + 4\tau^2}$$

$$\sigma = \sqrt{(209.85MPa)^2 + 4. (11.79MPa)^2}$$

$$\sigma = 211.17MPa$$

$$\sigma = \frac{S_y}{\eta} \rightarrow \eta = \frac{S_y}{\sigma}$$

Acero ASTM A50

$$S_y = 345MPa$$

$$\eta = \frac{345MPa}{211.17MPa}$$

$$\eta = 1.64$$

Teorema de Von Mises

$$\sigma = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau^2}$$

$$\sigma = 210.84MPa$$

$$\eta = \frac{345MPa}{210.84MPa}$$

$$\eta = 1.64$$

Teorema de Rankine

$$\sigma = \frac{\sigma_x}{2} + \sqrt{\frac{\sigma_x^2}{4} + \tau^2}$$

$$\sigma = 10.510MPa$$

$$\eta = \frac{345MPa}{210.510MPa}$$

$$\eta = 1.64$$

### 2.3.4.2 Plano X-Z

$$M_{max} = 129.61N.m$$

Esfuerzo de flexión

$$\sigma_x = \frac{32 \cdot M_{max}}{\pi \cdot d^3}$$

$$\sigma_x = \frac{32 \cdot (12.61)}{\pi \cdot (0.025)^3}$$

$$\sigma_x = 84.49MPa$$

Esfuerzo de corte

$$T = 1695.39 \text{ lb.in} = 191.39 \text{ N.m}$$

$$M_{\max} = 0$$

$$\tau = \frac{16T}{\pi d^3}$$

$$\tau = \frac{16 \cdot (191.39)}{\pi \cdot (0.025)^3}$$

$$\tau = \mathbf{62.38 \text{ MPa}}$$

Teorema de Tresca

$$\sigma = \sqrt{\sigma_x^2 + 4\tau^2}$$

$$\sigma = \sqrt{(84.49 \text{ MPa})^2 + 4 \cdot (62.38 \text{ MPa})^2}$$

$$\sigma = 150.67 \text{ MPa}$$

$$\eta = \frac{345 \text{ MPa}}{150.67 \text{ MPa}}$$

$$\eta = \mathbf{2.28}$$

Teorema de Von Mises

$$\sigma = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau^2}$$

$$\sigma = 137.15 \text{ MPa}$$

$$\eta = \frac{345 \text{ MPa}}{137.15 \text{ MPa}}$$

$$\eta = \mathbf{2.52}$$

Teorema de Rankine

$$\sigma = \frac{\sigma_x}{2} + \sqrt{\frac{\sigma_x^2}{4} + \tau^2}$$

$$\sigma = 117.58 \text{MPa}$$

$$\eta = \frac{345 \text{MPa}}{117.58 \text{MPa}}$$

$$\eta = 2.93$$

### 2.3.5 RODAMIENTOS

Los rodamientos rígidos de bolas se usan en una variedad de aplicaciones particularmente amplia. Son de diseño sencillo, no desmontable, adecuados para alta velocidad de funcionamiento y requieren poca atención en servicio

Eje inferior

$$F = \sqrt{Fr^2 + Ft^2}$$

$$F = \sqrt{(1674.22)^2 + (4598.84)^2}$$

$$F = 4894.11 \text{N}$$

Según el diagrama de fuerza cortante en el punto  $x=1.19$

$$V_{z-x} = -1674.22 \text{N}$$

$$V_{y-x} = -4598.84 \text{N}$$

$$Fr = \sqrt{V_{z-x}^2 + V_{y-x}^2}$$

$$Fr = 4894.11 \text{N}$$

Se considera en el punto 1.19 porque existe en este punto cargas combinadas y por lo tanto su mayor carga radial se produce en ese punto, es importante aclarar que la selección de los otros rodamientos depende de este apoyo.

Carga estática equivalente

$$P = xFr + yFa$$

$$Fa = 0; x = 1$$

$$P = Fr = 4894.11N$$

Capacidad de carga requerida dinámica

$$C_{req} = \frac{fl}{fn} \cdot P$$

*fl*: Factor de esfuerzos dinámicos

*fn* = factor de velocidad = 1.37

El factor de velocidad depende del número de revoluciones que son 13.3 y lo obtenemos de tablas.

Y asumimos una vida útil de 10000horas o 3.5 años

Tabla 2.5 Vida Lh y factor de velocidad fn para rodamientos de bola<sup>25</sup>

### Dimensionado

Vida L<sub>h</sub> y factor de velocidad f<sub>n</sub> para rodamientos de bolas

▼ Valores f<sub>l</sub> para rodamientos de bolas

$$f_l = \sqrt[3]{\frac{L_h}{500}}$$

L <sub>h</sub>	f <sub>l</sub>								
h		h		h		h		h	
100	0,585	420	0,944	1700	1,5	6500	2,35	28000	3,83
110	0,604	440	0,958	1800	1,53	7000	2,41	30000	3,91
120	0,621	460	0,973	1900	1,56	7500	2,47	32000	4
130	0,638	480	0,986	2000	1,59	8000	2,52	34000	4,08
140	0,654	500	1	2200	1,64	8500	2,57	36000	4,16
150	0,669	550	1,03	2400	1,69	9000	2,62	38000	4,24
160	0,684	600	1,06	2600	1,73	9500	2,67	40000	4,31
170	0,698	650	1,09	2800	1,78	10000	2,71	42000	4,38
180	0,711	700	1,12	3000	1,82	11000	2,8	44000	4,45
190	0,724	750	1,14	3200	1,86	12000	2,88	46000	4,51
200	0,737	800	1,17	3400	1,89	13000	2,96	48000	4,58
220	0,761	850	1,19	3600	1,93	14000	3,04	50000	4,64
240	0,783	900	1,22	3800	1,97	15000	3,11	55000	4,79
260	0,804	950	1,24	4000	2	16000	3,17	60000	4,93
280	0,824	1000	1,26	4200	2,03	17000	3,24	65000	5,07
300	0,843	1100	1,3	4400	2,06	18000	3,3	70000	5,19
320	0,862	1200	1,34	4600	2,1	19000	3,36	75000	5,31
340	0,879	1300	1,38	4800	2,13	20000	3,42	80000	5,43
360	0,896	1400	1,41	5000	2,15	22000	3,53	85000	5,54
380	0,913	1500	1,44	5500	2,22	24000	3,63	90000	5,65
400	0,928	1600	1,47	6000	2,29	26000	3,73	100000	5,85

▼ Valores f<sub>n</sub> para rodamientos de bolas

$$f_n = \sqrt[3]{\frac{33 \text{ V}}{n}}$$

n	f <sub>n</sub>								
min <sup>-1</sup>									
10	1,49	55	0,846	340	0,461	1800	0,265	9500	0,152
11	1,45	60	0,822	360	0,452	1900	0,26	10000	0,149
12	1,41	65	0,8	380	0,444	2000	0,255	11000	0,145
13	1,37	70	0,781	400	0,437	2200	0,247	12000	0,141
14	1,34	75	0,763	420	0,43	2400	0,24	13000	0,137
15	1,3	80	0,747	440	0,423	2600	0,234	14000	0,134
16	1,28	85	0,732	460	0,417	2800	0,228	15000	0,131
17	1,25	90	0,718	480	0,411	3000	0,223	16000	0,128
18	1,23	95	0,705	500	0,405	3200	0,218	17000	0,125
19	1,21	100	0,693	550	0,393	3400	0,214	18000	0,123
20	1,19	110	0,672	600	0,382	3600	0,21	19000	0,121
22	1,15	120	0,652	650	0,372	3800	0,206	20000	0,119
24	1,12	130	0,635	700	0,362	4000	0,203	22000	0,115
26	1,09	140	0,62	750	0,354	4200	0,199	24000	0,112
28	1,06	150	0,606	800	0,347	4400	0,196	26000	0,109
30	1,04	160	0,593	850	0,34	4600	0,194	28000	0,106
32	1,01	170	0,581	900	0,333	4800	0,191	30000	0,104
34	0,993	180	0,57	950	0,327	5000	0,188	32000	0,101
36	0,975	190	0,56	1000	0,322	5500	0,182	34000	0,0993
38	0,957	200	0,55	1100	0,312	6000	0,177	36000	0,0975
40	0,941	220	0,533	1200	0,303	6500	0,172	38000	0,0957
42	0,926	240	0,518	1300	0,295	7000	0,168	40000	0,0941
44	0,912	260	0,504	1400	0,288	7500	0,164	42000	0,0926
46	0,898	280	0,492	1500	0,281	8000	0,161	44000	0,0912
48	0,886	300	0,481	1600	0,275	8500	0,158	46000	0,8898
50	0,874	320	0,471	1700	0,27	9000	0,155	50000	0,8674

Fuente: Manual de rodamientos FAG

<b>n</b>	<b>fn</b>
13	1.37
13.3	X
14	1.34

$$\frac{1.4 - 1.3}{13.3 - 13} = \frac{1.34 - 1.37}{fn - 1.37}$$

$$n = 13.3rpm \rightarrow fn = 1.36$$

$$Lh = 10000 \rightarrow fl = 2.71$$

$$C_{req} = \frac{2.71}{1.36} \cdot (4894.11N)$$

$$C_{req} = 9752.23N = 9.75KN$$

Capacidad de carga requerida estática

$$C_{o_{req}} = f_s \cdot Fr$$

El factor de esfuerzo estático  $f_s$  se toma 1.2 para exigencias normales de trabajo

$$Fr = 4894.11N ; f_s = 1.2$$

$$C_{o_{req}} = (1.2) \cdot (4894.11N)$$

$$C_{o_{req}} = 5872.93N = 5.87KN$$

$$C_{req} < C$$

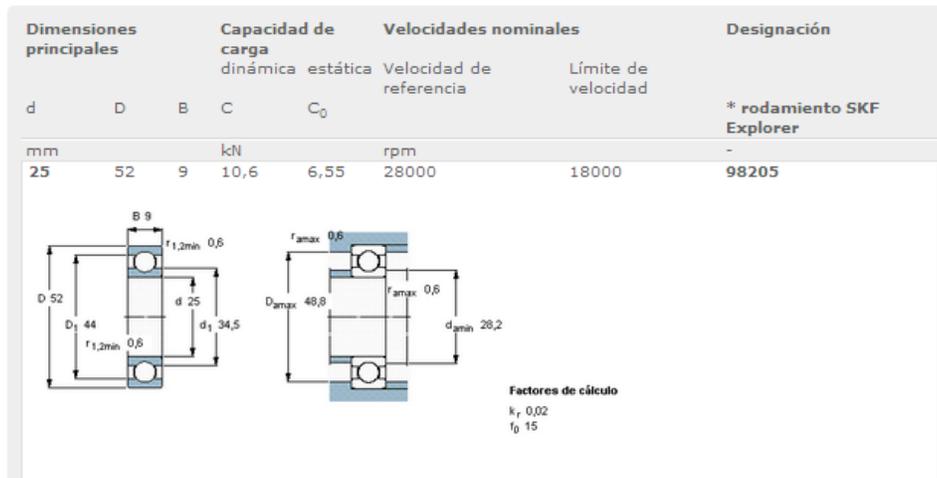
$$C_{o_{req}} < C_o$$

Cumpliendo estas condiciones seleccionamos en el catálogo el rodamiento SKF 98205

**Tabla 2.6** Tabla de rodamientos rígidos de bolas de una hilera<sup>26</sup>

Dimensiones principales			Capacidad de carga		Velocidades nominales		Designación
d	D	B	C	C <sub>0</sub>	Velocidad de referencia	Límite de velocidad	* rodamiento SKF Explorer
mm			kN		rpm		-
20	52	21	15,9	7,8	-	9500	62304-2RS1
20	72	19	30,7	15	24000	15000	6404
22	50	14	14	7,65	30000	19000	62/22
22	50	14	14	7,65	-	9000	62/22-2RS1
22	56	16	18,6	9,3	28000	18000	63/22
22,225	47,625	9,525	11,7	6,3	30000	20000	EE 8 TN9
22,225	50,8	14,287	14	7,65	26000	19000	RLS 7
22,225	50,8	14,287	14	7,65	-	9000	RLS 7-2RS1
22,225	50,8	14,287	14	7,65	26000	13000	RLS 7-2Z
22,225	57,15	17,462	18,6	9,3	26000	18000	RMS 7
25	37	7	4,36	2,6	38000	24000	61805
25	37	7	4,36	2,6	-	11000	61805-2RS1
25	37	7	4,36	2,6	38000	19000	61805-2RZ
25	42	9	7,02	4,3	36000	18000	61905-2RZ
25	42	9	7,02	4,3	-	10000	61905-2RS1
25	42	9	7,02	4,3	36000	22000	61905
25	47	8	8,06	4,75	32000	20000	16005 *
25	47	12	11,9	6,55	32000	20000	6005-Z *
25	47	12	11,9	6,55	32000	20000	6005 *
25	47	12	11,9	6,55	32000	16000	6005-2Z *
25	47	12	11,9	6,55	32000	20000	6005-RSL *
25	47	12	11,9	6,55	-	9500	6005-2RSH *
25	47	12	11,9	6,55	32000	16000	6005-2RSL *
25	47	12	11,9	6,55	-	9500	6005-RSH *
25	47	16	11,2	6,55	-	9500	63005-2RS1
25	52	9	10,6	6,55	28000	18000	98205
25	52	15	17,8	9,8	28000	18000	6205 ETN9
25	52	15	14,8	7,8	28000	18000	6205 *
25	52	15	14,8	7,8	28000	18000	6205-Z *
25	52	15	14,8	7,8	-	8500	6205-RSH *

Fuente: Manual SKF



**Figura 2.8** Especificaciones del rodamiento seleccionado<sup>27</sup>

Fuente: Manual SKF

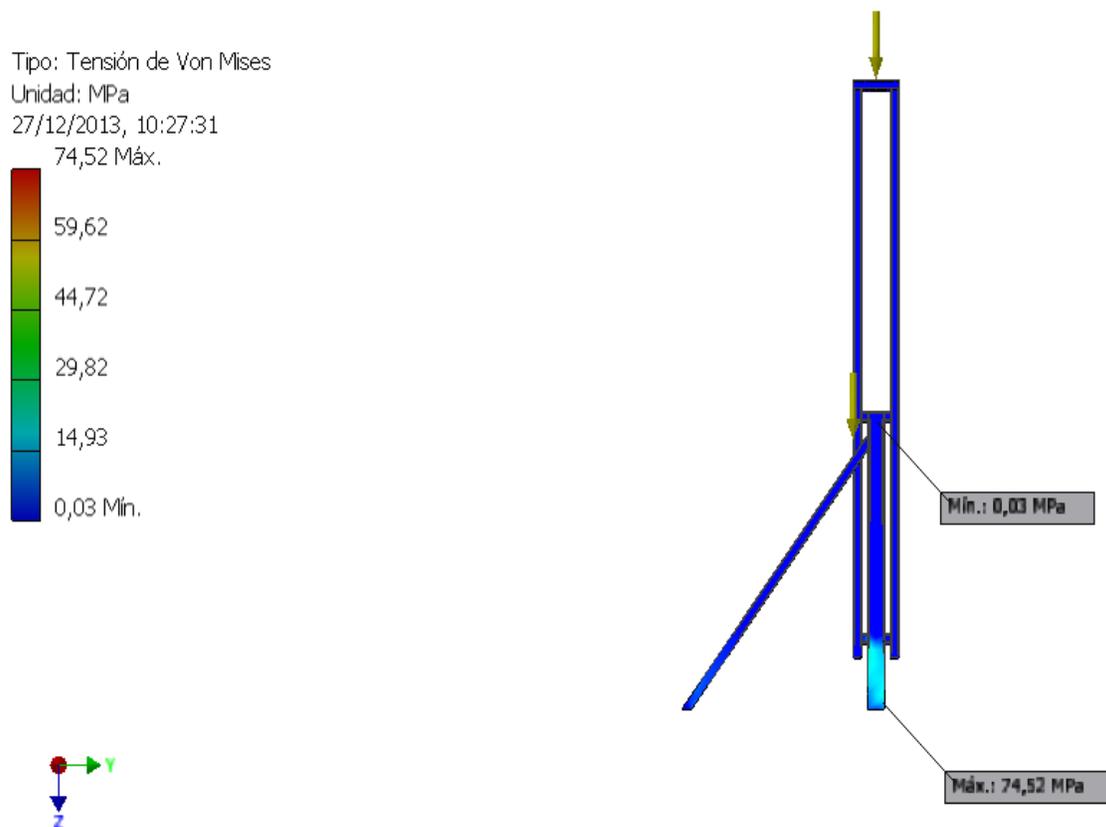
<sup>26</sup><http://www.skf.com/co/products/bearings-units-housings/ball-bearings/deep-groove-ball-bearings/single-row/index.html>

<sup>27</sup><http://www.skf.com/co/products/bearings-units-housings/ball-bearings/deep-groove-ball-bearings/single-row/index.html?prodid=1010028205&imperial=false>

## 2.4 ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA

La estructura de esta máquina ha sido dimensionada usando las simulaciones de falla estática, desplazamiento, y factor de seguridad.

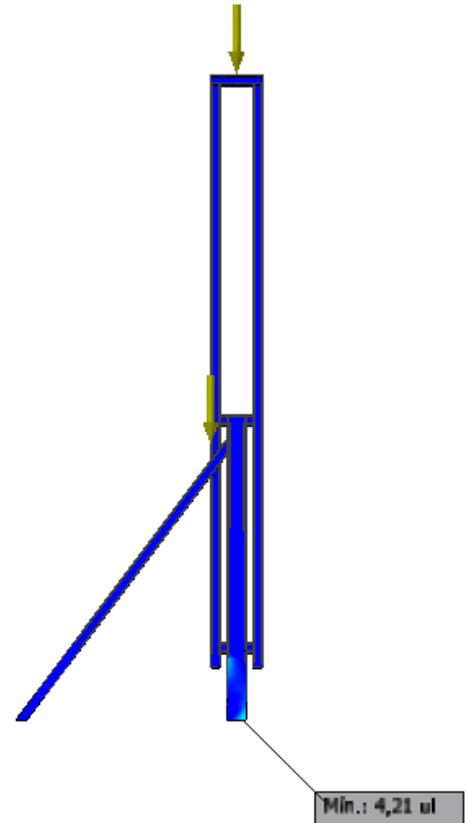
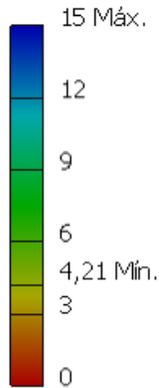
La forma y ubicación de estos soportes se han hecho de tal forma que los esfuerzos críticamente estables como en las tablas, de los parantes, de cada una de las piezas con mayor riesgo, se vean disminuidos con apoyos o con cambios de forma y tamaño para que la seguridad de la máquina sea la mayor posible, y durante su funcionamiento no tenga ningún riesgo para el deportista que la usa, el material utilizado para el diseño de la estructura es el ASTM-A50 que tiene un límite de elasticidad de 207 MPa y una resistencia máxima a la tracción de 345 MPa.



**Figura 2.9** Tensión de Von Mises

**Fuente:** Autor

Tipo: Coeficiente de seguridad  
 Unidad: ul  
 27/12/2013, 10:28:38



**Figura 2.10** Coeficiente de seguridad

**Fuente:** Autor

Del informe de análisis de tensiones encontramos que la tensión de Von Mises máxima es de 74.52MPa y la mínima 0.03 MPa, el coeficiente de seguridad máximo es 15 y el coeficiente de seguridad mínimo es 4.21 en el punto crítico de la estructura que es el perfil C que es la pieza que sostiene la estructura de la máquina y la une con la estructura de la base, también se obtiene una presión de contacto máxima de 248.75 MPa.

La altura total de la máquina es de tres metros, el espacio de trabajo donde se puede escalar es ciento veinte centímetros y el ancho total es ciento treinta centímetros.

El informe completo del análisis de tensiones se encuentra en el anexo D.

## 2.5 SOLDADURA

Por lo que en la realización de este trabajo se utilizo

1. Electrodo AGA de 1/8 E 6011 C-13 ya que es el más común para soldar superficies de más de 2mm que es el caso de la estructura debido a que los perfiles, tubos cuadrados tiene un grosor de 5mm, además de que puede ser utilizado en todas las aplicaciones de soldadura en acero dulce, este electrodo tiene alta penetración y es ideal para soldar en toda posición.
2. Electrodo AGA de 3/32 E 6011 C-13 se utilizó para soldar las superficies que necesitan más precisión en superficies de menos de 2mm como es la plancha tol y tiene rápida solidificación por lo que se debe trabajar a altas velocidades.

Ambos electrodos se utilizan con corriente alterna.

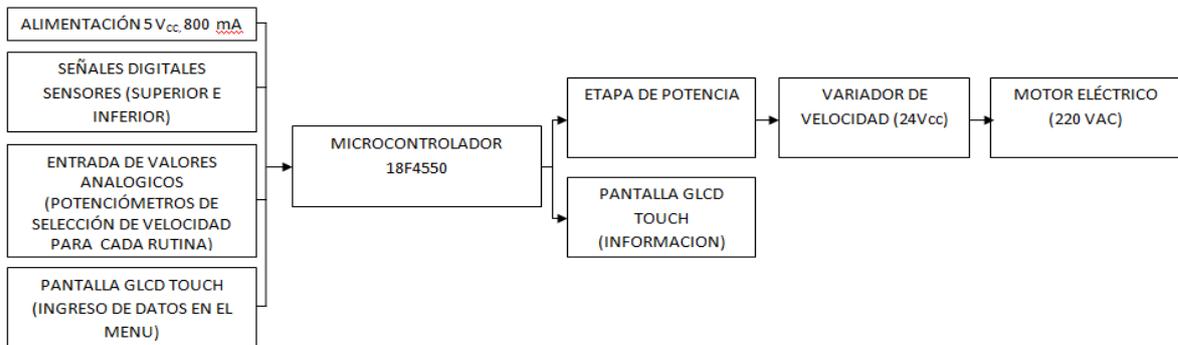
## CAPÍTULO 3

### DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

#### 3.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA

En este capítulo se presenta el diseño del hardware electrónico y el software de control, que están regidos por los objetivos de esta tesis.

El sistema está definido por el siguiente diagrama de bloques:

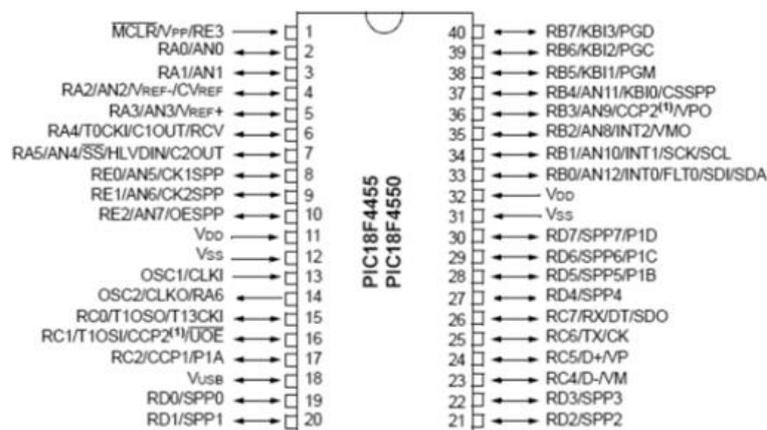


**Figura 3.1** Diagrama general de bloques del sistema

Fuente: Autor

## 3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS USADOS EN EL SISTEMA

### 3.2.1 MICROCONTROLADOR PIC 18F4550<sup>28</sup>



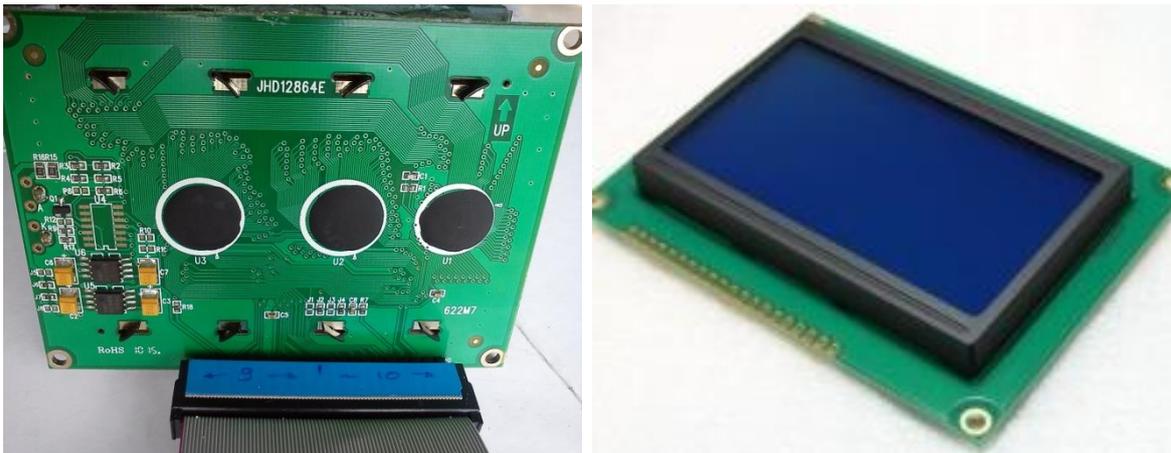
**Figura 3.2** Diagrama de pines PIC 18F4550  
**Fuente:** Data sheet PIC18F2455/2550/4455/4550

- Voltaje de alimentación de 5 Vcc.
- Tiene 32 pines hábiles como entradas y/o salidas
- Relación precio/prestaciones muy competitiva.
- Integran la mayoría de recursos de las series 16F y 12F con mayor rendimiento y complejidad.
- Procesadores de 8 bits RISC segmentado
- Posee 13 canales de Conversión y Comparación Análogos/Digitales y viceversa.
- Comunicación SPI, I<sup>2</sup>C, USB.
- Modulación PWM.

<sup>28</sup> PIC18F2455/2550/4455/4550 Data Sheet

### 3.2.2 PANTALLA GRAFICA DE CRISTAL LÍQUIDO (GLCD)

#### Descripción de los pines de conexión de una GLCD 128x64<sup>29</sup>



**Figura 3.3** pantalla GLCD

**Fuente:** Icabots

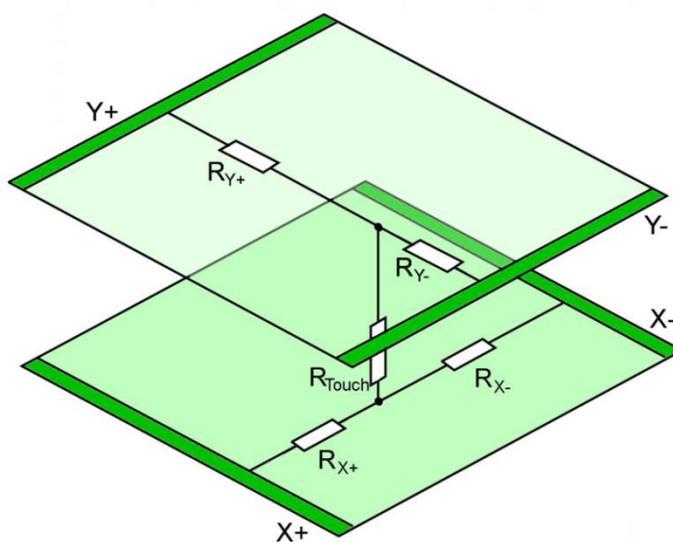
- PIN 1: VSS (Conexión a tierra)
- PIN 2: VDD (Conexión de alimentación - +5V)
- PIN 3: V0 (Voltaje de salida negativa, por lo general es usada con un potenciómetro con el PIN 18 para el ajuste del contraste de los pixeles)
- PIN 4: D/I (Datos de E/S para el cambio de registro)
- PIN 5: R/W (Determinas si los datos se van a leer o escribir)
- PIN 6: E (Habilita la comunicación con la GLCD)
- PIN 7 - 14 (Especifica un dato de 8-Bits de información)
- PIN15: CS1 (Indica si se selecciona la primera mitad de la pantalla, pixeles 0-63)

<sup>29</sup> <http://www.icabots.com/Descargas-Manuales/glcd.rar>

- PIN16: CS2 (Indica si se selecciona la segunda mitad de la pantalla, pixeles 64-127)
- PIN17: RESETB (Señal de reinicio, funciona de varias forma dependiendo de la ocasión)
- PIN18: VEE (Conexión de ajuste de contraste de los pixeles)
- PIN19: A (Conexión positiva de la luz de fondo, por lo general son +5V)
- PIN20: K (Conexión negativa de la luz de fondo, por lo general es tierra)

### 3.2.3 TOUCH SCREEN RESISTIVO

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 3.4** Touch Screen Resistivo

Fuente: [http://www.cika.com/soporte/AppNotes/CAN-015\\_TouchScreen.pdf](http://www.cika.com/soporte/AppNotes/CAN-015_TouchScreen.pdf)

El diseño de un Touch Screen se basa en tres capas<sup>30</sup>:

- Capa X+Y+.
- Capa X-Y-.
- Capa de Vidrio Transparente

<sup>30</sup> <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2452/1/CD-3160.pdf>

Las Capas: X+Y+ y X-Y- son resistivas y su composición es un bañado de ITO (Oxido de Indio y Estaño).

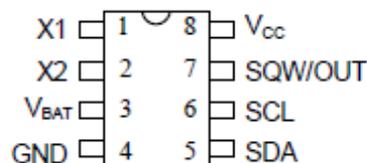
Los voltajes analógicos que en estas capas se generan son enviados hacia el microcontrolador para ser procesados.

En cambio la capa de vidrio transparente es únicamente de protección para las otras dos capas y evita que estas se deterioren.

### 3.2.4 RELOJ EN TIEMPO REAL DS1307

El DS1307 es una herramienta de precisión para el manejo de variables de tiempo, usa comunicación serial la cual facilita su configuración y uso, además incorpora una señal de frecuencia configurable, a la que se le puede dar variados usos, como por ejemplo cronometro progresivo o regresivo.

#### 3.2.4.1 Descripción de pines del RTC DS 1307<sup>31</sup>



**Figura 3.5** Diagrama de pines del RTC DS 1307

Fuente: <http://www.cursomicros.com/avr/i2c-rtc/ds1307.html>

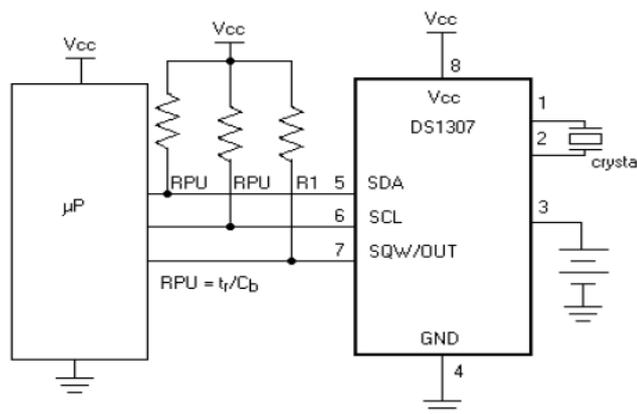
- VCC: Voltaje de alimentación positivo (5Vcc)
- X1, X2 : Cristal oscilador de 32.768kHz
- VBAT : Voltaje de alimentación de la pila(+3V)
- GND : Referencia de Tierra (0v)
- SDA: Datos comunicación serial
- SCL: Señal de reloj Serial
- SQW/OUT : Salida de Onda de pulsos

#### 3.2.4.2 Diagrama de conexión para comunicación serial con el microprocesador<sup>32</sup>

La siguiente configuración será necesaria para que la comunicación de datos entre el microprocesador y el RTC sea óptima.

<sup>31</sup> <http://www.cursomicros.com/avr/i2c-rtc/ds1307.html>

<sup>32</sup> <http://www.hispavila.com/3ds/atmega/ds1307reloj.html>



**Figura 3.6** conexión de la comunicación serial con el microprocesador

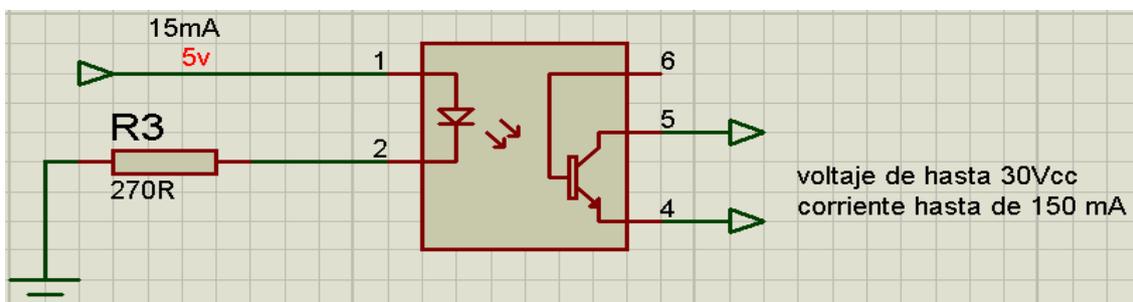
Fuente: <http://www.hispavila.com/3ds/atmega/ds1307reloj.html>

### 3.2.5 ETAPA DE POTENCIA

Se usa este medio de interfaz de potencia ya que la corriente máxima que un microprocesador soporta por cada pin es de 50 [mA], y para saturar los transistores de potencia serán necesarios más corriente y voltaje, por lo tanto se ve la necesidad de construir un circuito de potencia que permita la correcta comunicación del microprocesador que se alimenta con 5V con el variador de velocidad que se alimenta con 24V, además de que con esta etapa de potencia aísla eléctricamente al circuito del micro procesador, con el del resto del sistema.

Por los diferentes voltajes que se maneja en el variador, se usará diferentes métodos de aislamiento del circuito y de transición de potencia.

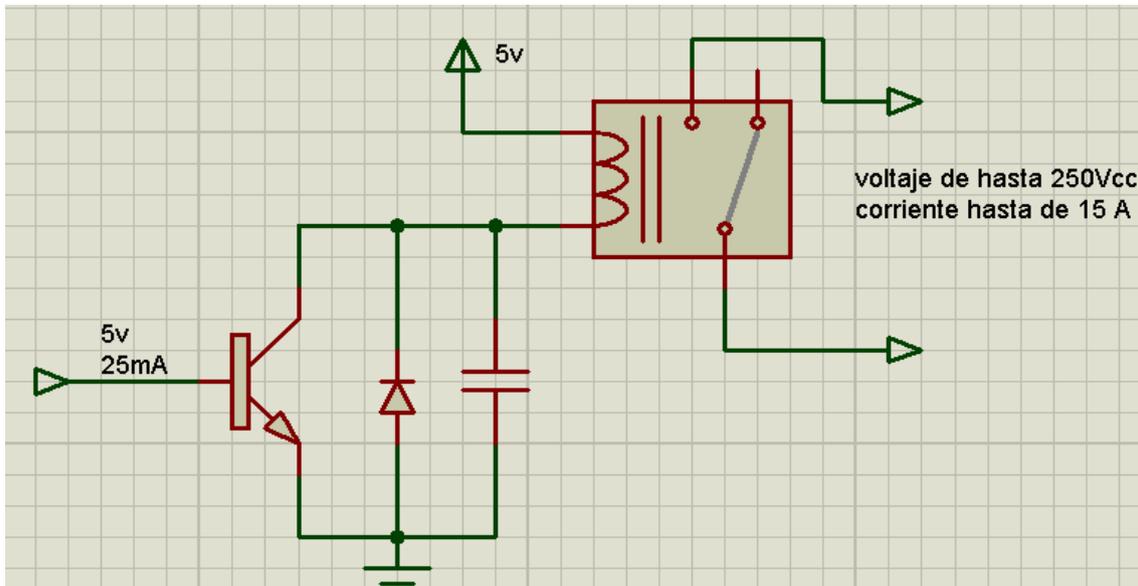
Una forma de hacerlo muy velozmente y sin desgaste de elementos mecánicos, es usando un optoacoplador con salida de transistor NPN que puede soportar en sus salidas un voltaje de hasta 30v y una corriente de 150mA.



**Fig. 3.7** optoacoplador con salida de transistor

Fuente: <http://apuntesdeelectronica.files.wordpress.com/2011/10/21-optoacopladores.pdf>

Otra forma es usar un relé, el cual soporta en sus salidas voltaje y corriente mucho más altos, a diferencia del método anterior, cuando se usa relé, para accionarlo se deberá hacerlo mediante un transistor, y para evitar ruidos electromagnéticos se utiliza un diodo inversamente polarizado y un condensador de un valor ínfimo.



**Figura 3.8** circuito de conexión de un relé

**Fuente:** <http://apuntesdeelectronica.files.wordpress.com/2011/10/21-optoacopladores.pdf>

### 3.2.6 SENSORES

Los sensores de barrera son comunes para aplicaciones en las que existen distancias largas que cubrir, refiriéndose como largas a mayores de 1m.

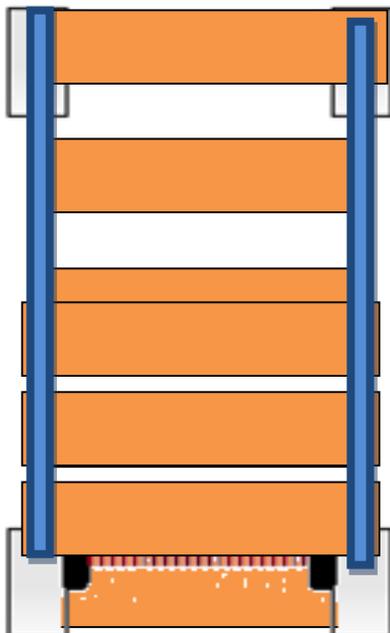
Este tipo de sensores ocupan un emisor de haz de luz y un fotoreceptor que reacciona con la ausencia de dicho haz, es decir cuando se produce una interrupción en la línea de vista entre el emisor y el receptor se envía una señal.



**Figura 3.9** Sensor láser de barrera

**Fuente:** Autor

Para lograr el propósito de saber las ubicaciones del deportista, en los extremos superior e inferior de la máquina de entrenamiento de escalada, se usarán 2 emisores con sus respectivos receptores uno en cada esquina de la rampa. Como se muestra en la siguiente figura.



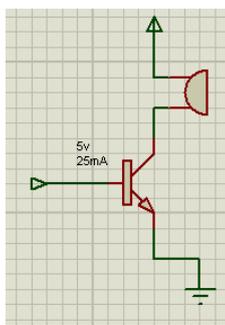
**Figura 3.10** Pared de escalada con los respectivos sensores

**Fuente:** Autor

### 3.2.7 BUZZER

El uso del Buzzer es netamente como indicador auditivo de eventos en el sistema como inicio del cronometro regresivo, o final de rutina.

El método de conexión no debe ser directamente al pin, debido a la corriente de consumo que es de aproximadamente 50mA, siendo igual o mayor a la soportada por el pin por lo tanto se debe usar el siguiente

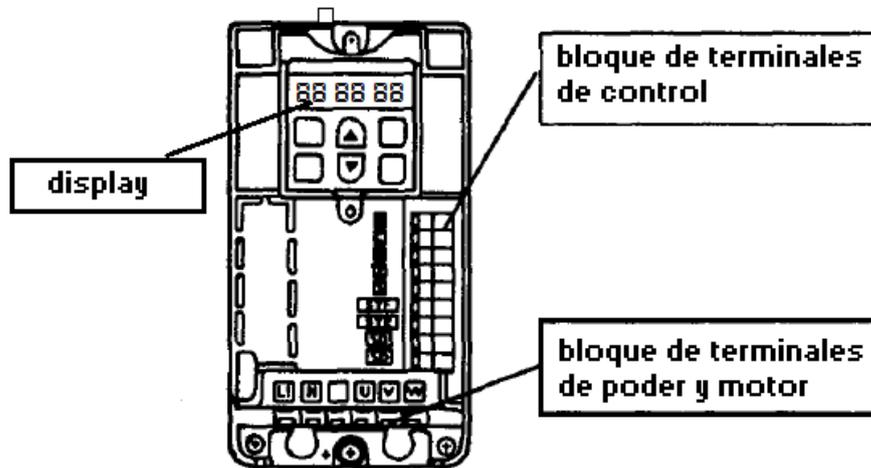


**Figura 3.11** Buzzer

**Fuente:** Autor

### 3.2.8 VARIADOR DE VELOCIDAD

Es el encargado de enviar señales al motor para el control de la velocidad, y está comandado por señales externas que serán emitidas por el microcontrolador, y que pasarán a través de la etapa de potencia



**Figura 3.12** Estructura física del variador de velocidad

Fuente: <http://automatismoidustrial.com/el-variador-de-frecuencia/>

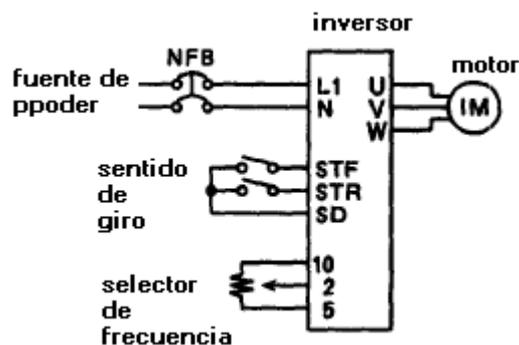
**Tabla 3.1** Características del variador de frecuencia del Mitsubishi Inverter **FR-U120-1.5K**<sup>33</sup>

CARACTERÍSTICAS	mitsubishi inverter FR-U120-1.5K
POTENCIA	1.5KW
AC/ENTRADA	200-230V
FRECUENCIA/ENTRADA	50/60HZ
SALIDA	7 A

Fuente: <http://www.automatizacionlatina.com/rango-resultados/found-881/rango-Mitsubishi--Inversor%20Controlador/cp-13/st-pno.html>

Un tipo de configuración válida para lograr la variación de velocidad en este módulo Inversor Mitsubishi, mediante señales externas es según el gráfico siguiente.

<sup>33</sup> <http://www.automatizacionlatina.com/rango-resultados/found-881/rango-Mitsubishi--Inversor%20Controlador/cp-13/st-pno.html>



**Figura 3.13** conexiones para manejo del variador de velocidad con señales externas.

**Fuente:** <http://www.automatizacionlatina.com/rango-resultados/found-881/rango-Mitsubishi--Inversor%20Controlador/cp-13/st-pno.html>

**Tabla 3.2** Nomenclatura Mitsubishi Inverter **FR-U120-1.5K**

NOMENCLATURA	SIGNIFICADO
L1,N	Alimentación 200-230 VAC, 50/60Hz
U,V,W	Salidas de las Fases del variador hacia el motor
STF	Giro hacia adelante
STR	Giro en reversa
10	DC5V tolerable hasta 10mA
2	Entrada de voltaje máx. 10V
5	Terminal común referencia a Tierra

**Fuente:** <http://www.automatizacionlatina.com/rango-resultados/found-881/rango-Mitsubishi--Inversor%20Controlador/cp-13/st-pno.html>

### 3.3 DIAGRAMAS DE CONEXIONES DEL SISTEMA

Una vez descritos los elementos que intervienen en el diseño electrónico, se continúa con las conexiones entre los diversos componentes antes mencionados.

### 3.3.1 CONEXIÓN DEL MICROCONTROLADOR CON EL VARIADOR DE VELOCIDAD

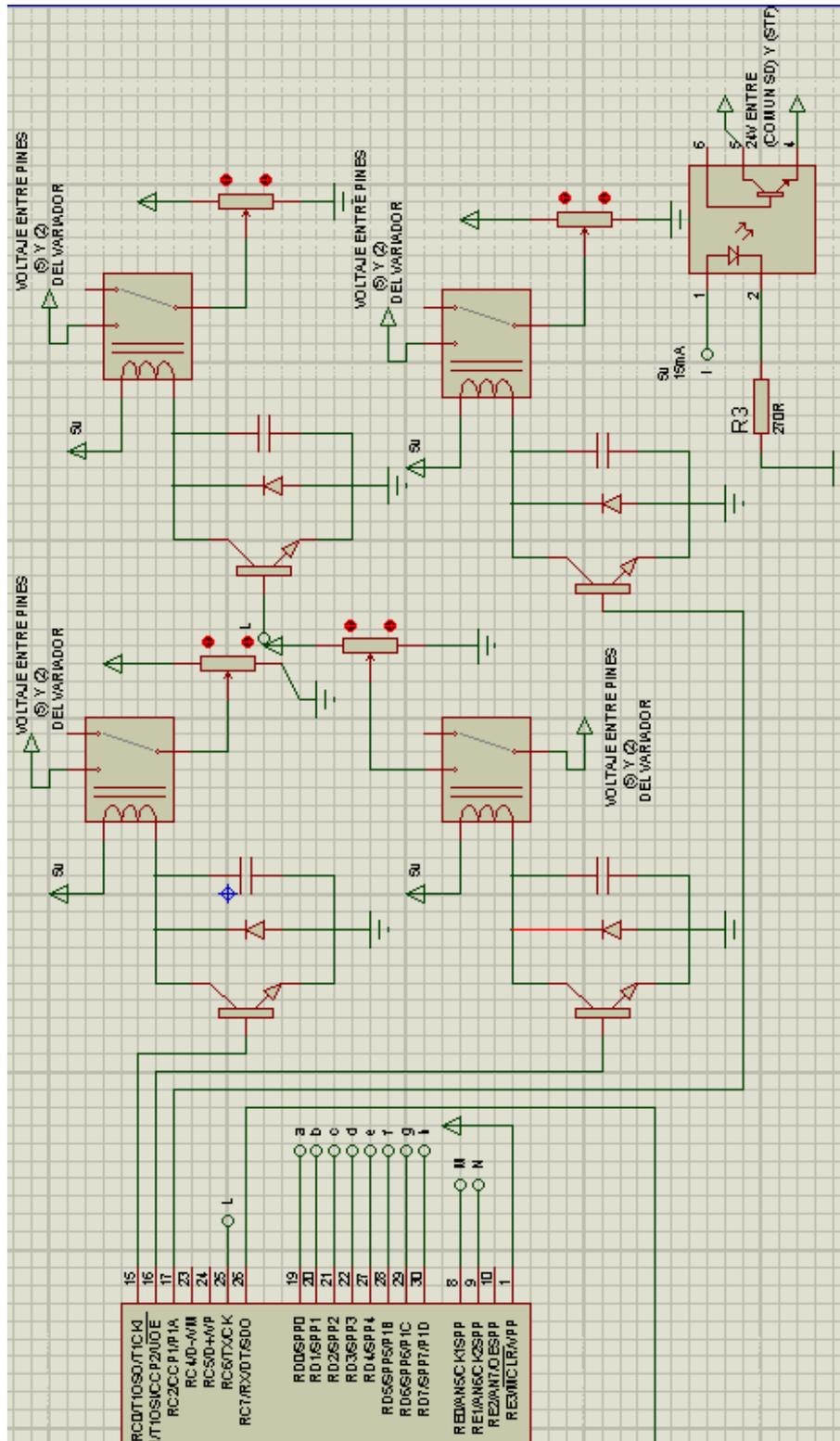


Figura. 3.14 Conexión del microcontrolador con el variador de velocidad

Fuente: Autor

### 3.3.2 CONEXIÓN DEL MICROCONTROLADOR CON PERIFERICOS (GLCD, TOUCH SCREEN, RTC, BUZZER, SENSORES)

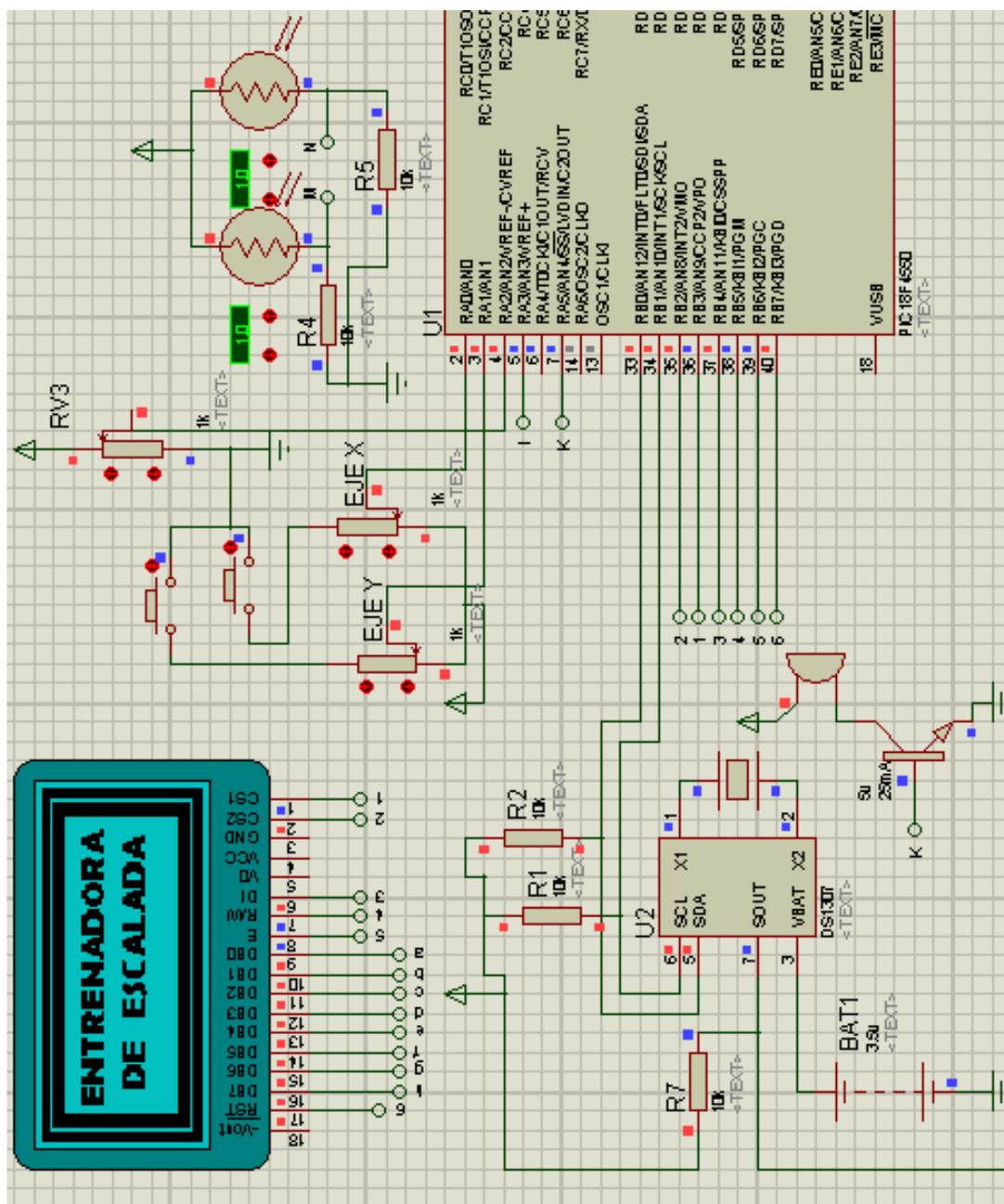
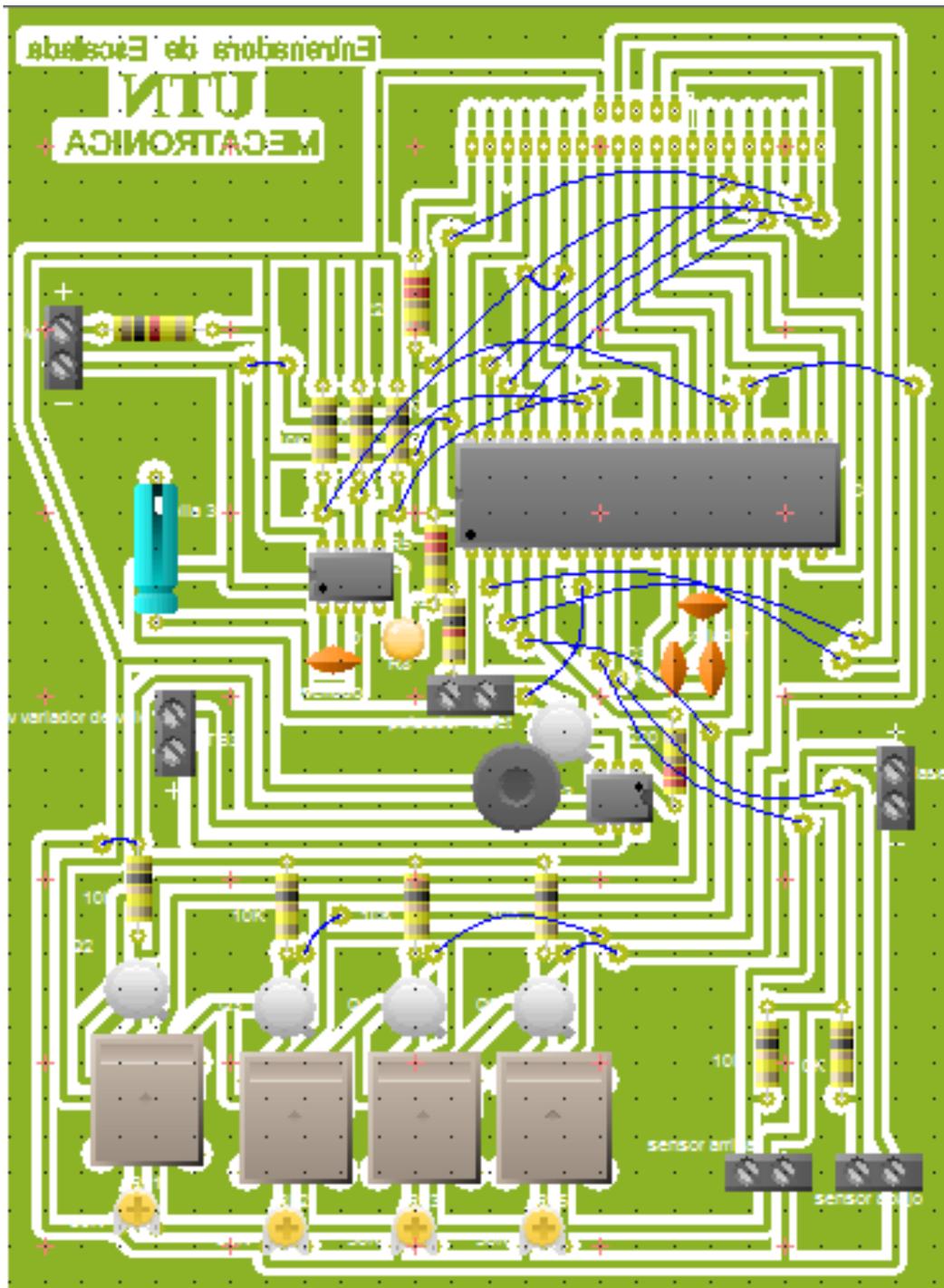


Figura. 3.15 Conexión del microcontrolador con periféricos

Fuente: Autor

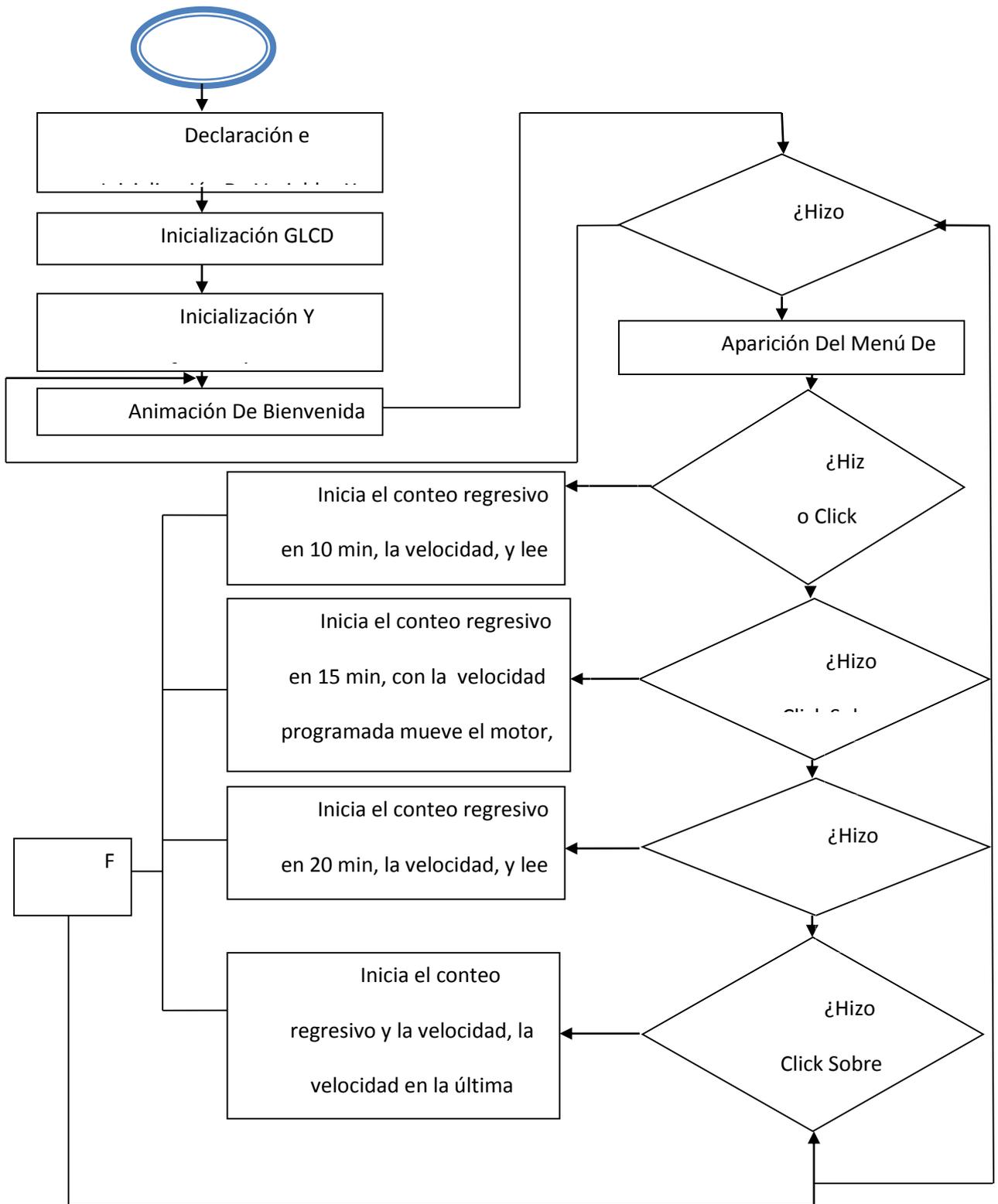
### 3.4 DISEÑO DEL CIRCUITO IMPRESO

Este tema es de suma importancia ya que la vida útil del sistema en parte dependerá de la calidad en el diseño de la placa electrónica, y de sus componentes, así como del método de soldadura entre ellos.





### 3.5 DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE CONTROL



## **CAPITULO 4**

### **IMPLEMENTACION Y PRUEBAS**

Una vez completa la fase de diseño electrónico de la parte de control, y la programación respectiva del microcontrolador, se procede a la conjugación de las diferentes partes de la máquina con la finalidad de obtener un modelo totalitario que será sometido a pruebas, hasta la obtención de un correcto funcionamiento.

#### **4.1 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA**

##### **4.1.1 ARMAZÓN MECÁNICO**

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.



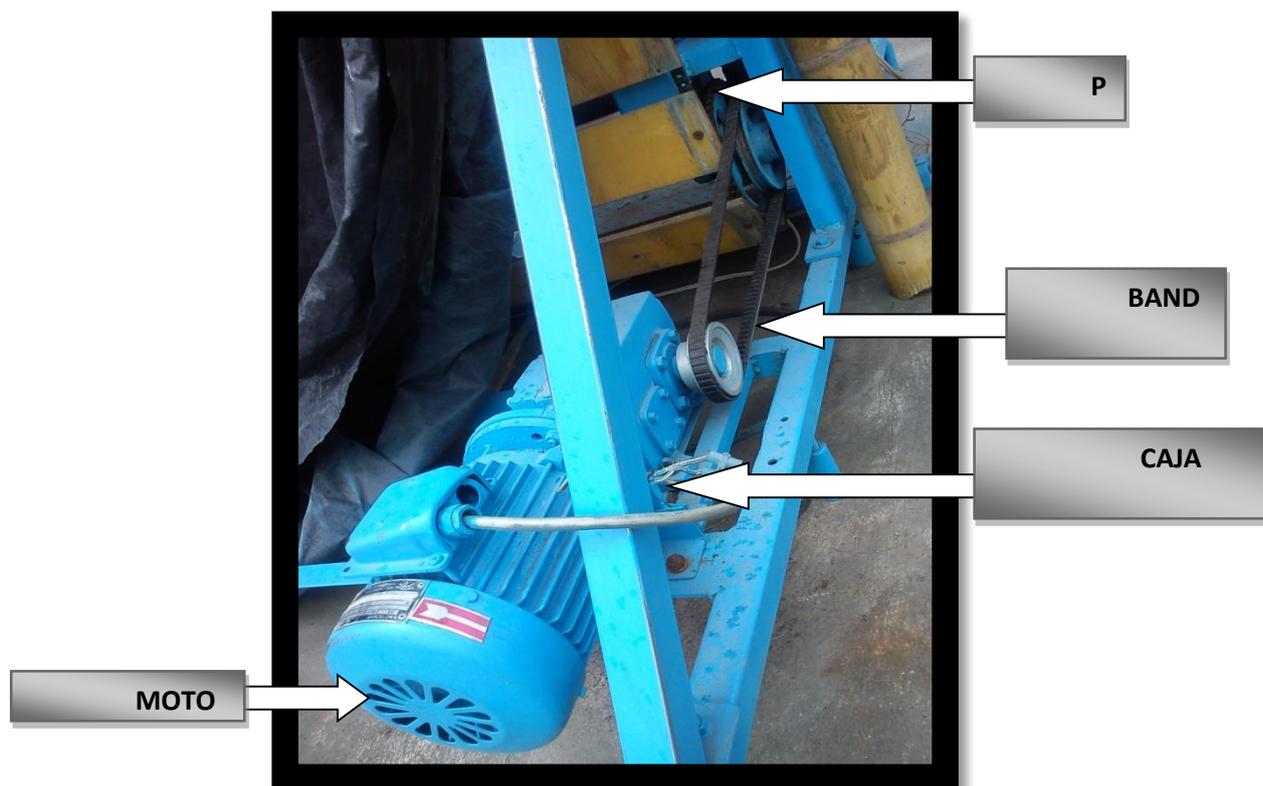
**Figura 4.1** Vista frontal de la máquina  
**Fuente:** Autor



**Figura. 4.2** Piñón inferior Derecho  
**Fuente:** Autor

#### 4.1.2 MONTAJE DEL SISTEMA DE IMPULSIÓN

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.

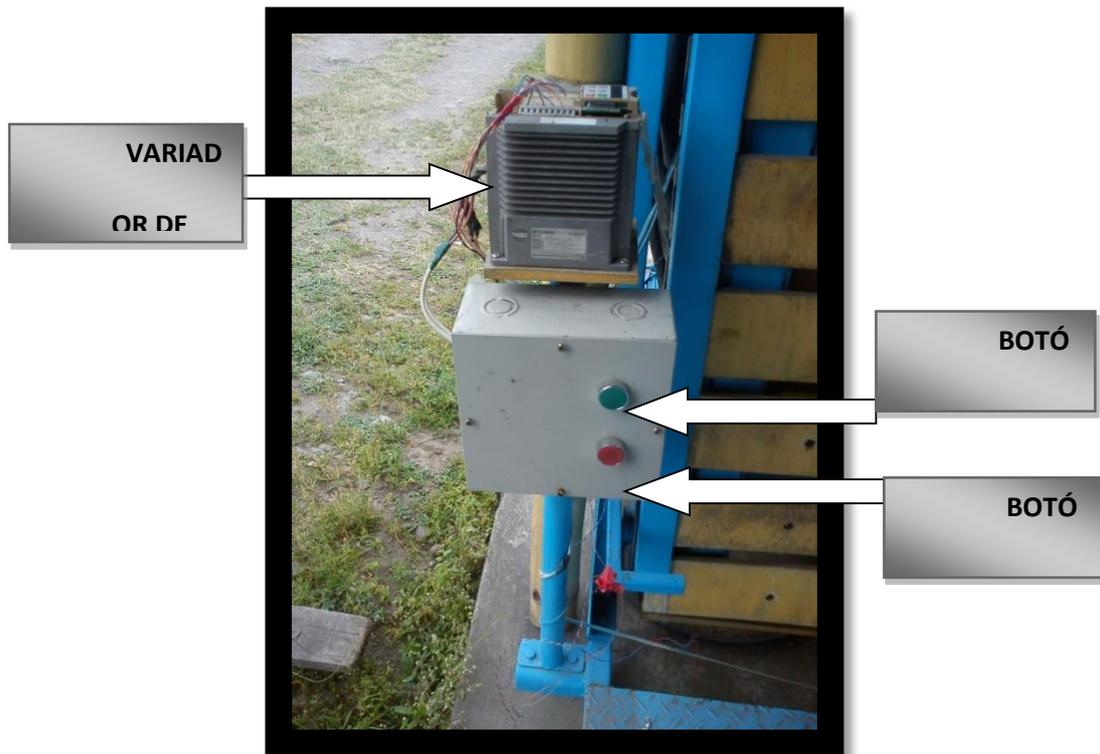


**Figura 4.3** Motor y sistema de transmisión  
Fuente: Autor

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.

#### **4.1.3 MONTAJE DEL VARIADOR DE VELOCIDAD**

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 4.4** Montaje del variador de Velocidad y botones de encendido y apagado

**Fuente:** Autor

#### **4.1.4 MONTAJE DE LOS INTERRUPTORES DE ENCENDIDO Y APAGADO DE LA MAQUINA**

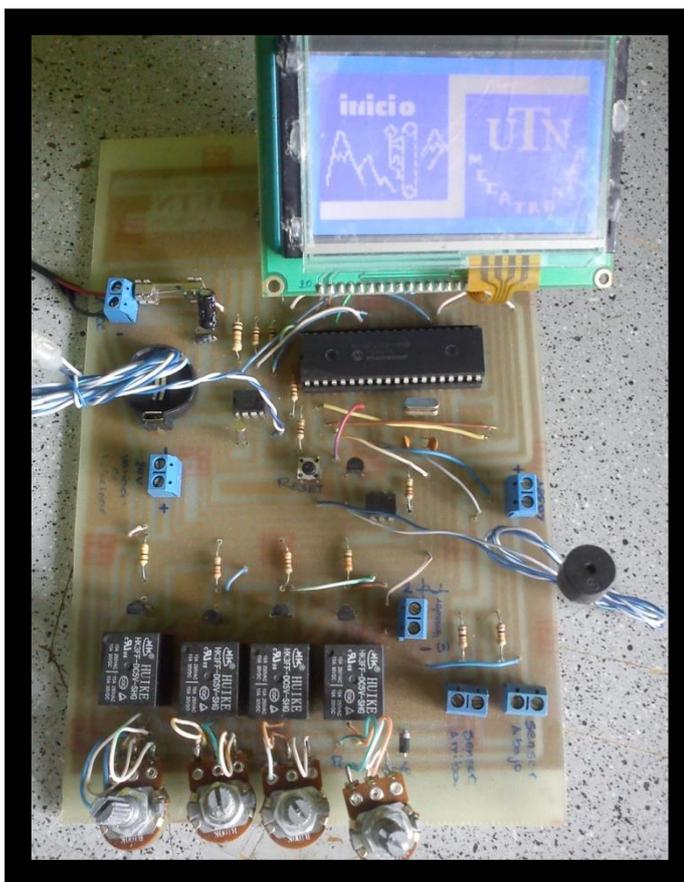
Como se puede ver en la figura anterior se montaron dos botones sobre una caja de protección, cada botón activa un contactor el cual activa o desactiva el sistema de anclaje de energización para todo el sistema de control. El pulsador verde correspondiente al encendido es normalmente abierto, y el pulsador rojo sirve para desactivar todo el sistema, este último es normalmente cerrado.

#### **4.1.5 MONTAJE DEL CIRCUITO DE CONTROL**

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 4.5** 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.

#### 4.1.6 MONTAJE DE LOS SENSORES LÁSER TIPO BARRERA

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.



**Figura 4.6** Sensor de luminosidad  
**Fuente:** Autor



**Figura 4.7** Emisor láser  
**Fuente:** Autor

La alineación en el montaje de los emisores con respecto a sus receptores juega un papel importante para el correcto funcionamiento de la máquina de entrenamiento, ya que estos se encargarán de detectar la posición del deportista. Para la correcta alineación se coloca primero el receptor dentro de la cavidad mostrada en la imagen izquierda, luego se procede a asegurarla para evitar que se mueva, a continuación se deberá insertar el emisor láser dentro de la cavidad derecha respectiva, como se muestra en la imagen de la derecha, en esta cavidad

se encuentra un tornillo de regulación para poder calibrar la dirección del láser, de tal manera que la luz roja entre directamente en la cavidad contraria e incida sobre la superficie del receptor, luego de este proceso se harán las pruebas de los sensores para verificar su calibración.

## 4.2 PRUEBAS

### 4.2.1 CONDICIONES DE AMBIENTE

La máquina de entrenamiento de escalada está diseñada para funcionar en interiores, por lo tanto se debió tomar medidas de precaución para que no tenga contacto con agua, polvo, humedad, u otros factores de corrosión u obstrucción de aire.

La máquina no deberá tener contacto directo con la luz solar ni con reflectores que apunten directamente sobre ella, porque pueden causar errores de medición en los sensores de posicionamiento, de igual manera las temperaturas extremas podrán provocar errores en el posicionamiento o en el giro del sistema de impulsión de la máquina de entrenamiento.

Las patas de la base de la máquina deben estar asentadas sobre un suelo firme, para ello se usan los tornillos de regulación que vienen en cada pata.

Por lo tanto luego de haber tomado estas precauciones y colocar a la máquina en un sitio adecuado para su correcta puesta en marcha, se empezaron a hacer las respectivas pruebas de funcionamiento.

**Tabla 4.1** Funcionamiento en función de factores ambientales

FACTORES AMBIENTALES	RANGOS PARA EL BUEN FUNCIONAMIENTO
TEMPERATURA	15-40 °C
HUMEDAD	NO
POLVO	NO
AGUA	NO

Fuente: Autor

#### 4.2.2 PRUEBAS DEL SISTEMA DE IMPULSIÓN

La primera prueba del sistema de impulsión se la hizo con el motor controlado únicamente por el variador de velocidad, y conectado al sistema de transmisión y por su intermedio al resto de la parte mecánica móvil, adicionalmente se hizo esta prueba inicial sin ninguna carga sobre la rampa de giro. La prueba inicial el motor empezó con una velocidad baja de 2 revoluciones por segundo, que fue incrementada paulatinamente hasta llegar a una velocidad de 100 revoluciones por segundo, sobrepasando los niveles de velocidad requeridos para los entrenamientos. Sin embargo no se presentó ningún inconveniente, el tiempo de esta prueba fue de 15 minutos.

La segunda prueba se la realizó arrancando la rampa con una carga de 180 libras que es mayor al peso promedio de un deportista de escalada, obteniendo como resultado el funcionamiento deseado, sin saltos bruscos ni excesos de vibración, es decir la máquina funcionará de la misma manera con una carga menor.

La tercera prueba tiene como objetivo el ensayo del sistema de control acoplado a la máquina de entrenamiento.

Para esta prueba fue necesario variar la rampa de aceleración y la de desaceleración.

Se empezó esta prueba con una rampa de aceleración y desaceleración simétricas, con un tiempo de establecimiento de 2 segundos. Este tiempo de establecimiento fue muy lento para la máquina debido a la ubicación de los sensores. A continuación se varió este tiempo de establecimiento, hasta lograr un arranque y detención lo suficientemente rápidos y suaves. El tiempo de establecimiento fijado finalmente es de 0.04 segundos

Hay que mencionar que esta precisión de freno y de aceleración es indispensable para cuando se realice la prueba de sensores, debido a que la máquina no deberá representar ningún peligro para el deportista, y reaccionará lo más rápido posible deteniéndose cuando el deportista esté a punto de llegar al piso o cuando llegue al extremo superior de la rampa.

**Tabla4.2** Funcionamiento en función de la carga

CARGA SOBRE LA MÁQUINA DE ENTRENAMIENTO	PESO DEL DEPORTISTA	TIEMPO DE LA PRUEBA	RESULTADOS	
			RUIDO	VIBRACIÓN
0	0 Lb	15 min	NO	NO
1	120 Lb	15 min	NO	NO
1	180Lb	15 min	NO	NO

Fuente: Autor

### 4.2.3 PRUEBAS DE SENSORES

Las pruebas de los sensores láser de barrera consisten en verificar su alineación al momento de estar la máquina en reposo, la cual no debe variar cuando el deportista se encuentra escalándola.

El primer ensayo que se realizó fue en un ambiente sobre iluminado, en este ambiente de luz directa, los sensores pierden la sensibilidad ya que si la luz incide directamente sobre ellos, no cambiarán de estado rápidamente debido a que estos detectan la variación de la luz emitida por el láser, para evitar la incidencia directa se colocó un filtro de luz.

Se probó con luz media, es decir con el nivel de luz que se obtiene cuando la máquina está bajo techo, obteniendo resultados muy positivos en la respuesta de los sensores.

Finalmente se hizo la misma prueba en ausencia de luz, y se obtuvo la misma eficiencia en la sensibilidad que con luz media.

Los resultados de las pruebas realizadas se los representó en la siguiente tabla:

**Tabla 4.3** Prueba de sensores

NIVEL DE LUZ AMBIENTE	NUMERO DE MEDICIONES	MEDICIONES FALLIDAS	% DE ERROR
INCIDENCIA DE LUZ DIRECTA (sin techo)	50	9	18%
INCIDENCIA INDIRECTA DE LUZ (con techo)	50	1	2%
INCIDENCIA INDIRECTA y CON FILTRO	50	0	0%
MEDIA LUZ	50	0	0%
OBSCURIDAD	50	0	0%

Fuente: Autor

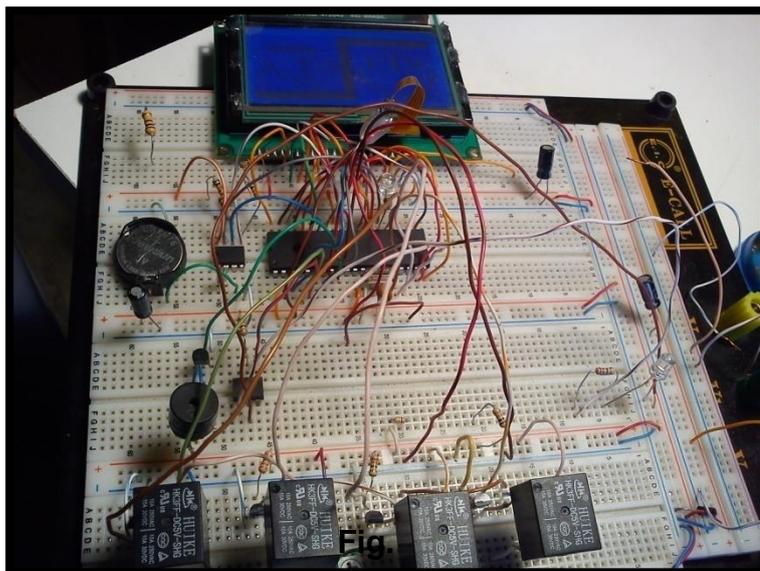
#### **4.2.4 PRUEBA DEL SOFTWARE Y HARDWARE DE CONTROL**

##### **4.2.4.1 Pruebas de ensayo**

La prueba de funcionamiento del software y hardware de control comienza con los ensayos de hardware de los bloques de potencia, cambios de velocidad del motor, resistividad de la protoboard y rampas de aceleración y desaceleración del motor. Teniendo como resultados la necesidad del uso de relés como interfaces de potencia, por la facilidad de aislamiento eléctrico, y manejo de corrientes altas con respecto al microcontrolador.

La distancia de cables usado en el ensayo para cada juego de sensores fue de 3.2 metros, que es la misma distancia a usarse en la máquina. La longitud usada no reportó ningún inconveniente con respecto a la lectura de datos de ningún sensor.

De igual manera la resistividad de la protoboard no produjo ningún inconveniente pese a que se tenía en existencia sobre ella un gran número de cables conectados.



**Figura 4.8** Protoboard en pruebas

**Fuente:** Autor

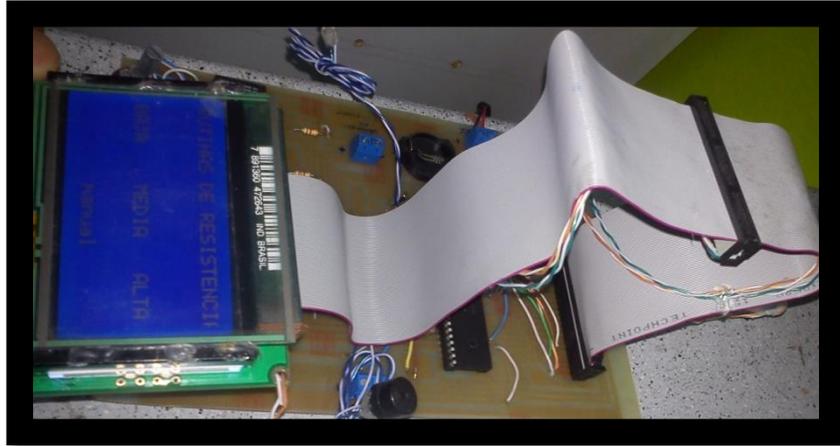
Los tiempos de respuesta y calibración del sensor touch resistivo no variaron con respecto al paso del tiempo ni del número de resets del software.

Para todos los ensayos se usó una fuente de poder de 5 Vcc de 1.5 A como alimentación de la placa de control y 220 Vac para alimentar al variador de velocidad.

#### **4.2.4.2 Pruebas con el circuito impreso**

Se procedió a realizar las mismas pruebas de laboratorio, pero usando un circuito impreso con las mismas conexiones que la protoboard. Estas pruebas se las realizó con todo el sistema definitivo, montado sobre la máquina en las condiciones de ambiente mencionadas en la sección 4.2.1. La fuente de alimentación del variador de frecuencia fue de 219 Vac, y de la placa de control de 4.95 Vcc.

A diferencia de las pruebas de laboratorio para la interfaz de usuario máquina se usó un bus de datos IDE, de 43cm para facilitar la ubicación de la pantalla y disminuir el número de cables sueltos. En el ensayo de entrada-salida de datos este cambio no provocó ningún error ni variación en las calibraciones del dispositivo touch.



**Figura 4.9** circuito impreso y bus de datos IDE

**Fuente:** Autor

#### 4.2.5 PRUEBAS DE LAS RUTINAS PROGRAMADAS

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 programada, BAJA, MEDIA Y ALTA.



**Figura 4.10** Pantallas de elección de rutinas pre programadas

**Fuente:** Autor

A continuación se probó la rutina de configuración manual, en la cual se puede configurar la velocidad deseada, y el tiempo de duración del entrenamiento.

La respuesta de funcionamiento de esta prueba fue satisfactoria funcionando con la velocidad deseada y durante el tiempo programado.



**Figura 4.11** Pantallas de configuración manual

**Fuente:** Autor

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

- La máquina cumple todas las especificaciones necesarias para que el escalador realice una 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.

- La pantalla GLCD utilizada en la interfaz gráfica de la maquina está compuesta por pixeles dispuestos en filas y columnas y gracias a que estos se pueden manejar individualmente se pudo realizar la pantalla de bienvenida y tener una pantalla amigable con el escalador.
- Con el uso de esta máquina se logró inhibir la necesidad de tener una persona adicional al deportista la cual estaba atada a él mediante una cuerda, y que le servía como contrapeso de seguridad, en el caso de una caída desde grandes alturas.
- Al ser una máquina en la que la seguridad del deportista es muy importante el factor de seguridad utilizado en este trabajo es mayor a 1 en cada una de las piezas diseñadas que conforman la estructura.
- La posibilidad que brinda la rampa de giro, de poder variar las rutas de ascenso colocando presas de diferentes dimensiones y agarres, además de la posibilidad de personalización de tiempos y velocidades para cada rutina, mejora la calidad y variedad de los entrenamientos, y por ende la capacidad física y competitiva del deportista.
- El tamaño de la máquina que es de 130cm y portabilidad de esta ya que todas las piezas son desmontables, adicionalmente la facilidad de armado y desarmado de la misma es de gran beneficio para cuando sea necesario transportarla a convenciones, o concursos en los que amerite su uso.
- Se logra disminuir el riesgo de que los deportistas en los muros de escalada sufran una caída, pero no sustituye de ninguna forma el entrenamiento en un muro convencional ya que es un complemento de la actividad deportiva.
- La máquina de entrenamiento de escalada es ideal para aquellos lugares donde un muro es inaccesible por su costo o tamaño, o para complemento de uno en caso de que ya exista y al ser única es pionera en nuevas formas de entrenamiento de escalada deportiva.
- Al ser construida para interiores, la máquina de entrenamiento puede ser utilizada a cualquier hora del día, teniendo gran ventaja a un muro el cual no está bajo techo, siendo inutilizable en condiciones de clima complicadas.

- La similitud del muro giratorio de la máquina de entrenamiento con el muro fijo tradicional, permite que el cambio de entrenamiento de uno a otro, no sea notorio ni significativo con respecto al rendimiento deportivo ya que poseen la misma estructura física.
- La máquina de escalada automática aumenta la capacidad aeróbica y pulmonar del escalador al obligarlo a ir a un ritmo determinado para completar cada una de las sesiones programadas al no permitirle descanso a menos de que llegue a uno de los límites donde están instalados los sensores LDR.

## 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.
- 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.
- En caso de utilizar la máquina en ambientes exteriores con alto nivel de luminosidad los sensores deberán ser sustituidos por otros más sensibles o de tipo industrial.
- 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.
- El polvo que se adhiere a la pantalla de control puede hacerla funcionar mal, por ello se la deberá limpiar luego de cada uso.
- Se debe realizar mantenimiento preventivo en las partes móviles como son engranajes, ejes, caja reductora de velocidad, rodamientos superiores e inferiores, usando grasa y aceites pesados para cajas de transmisión, cada 6 meses, esto alargará la vida útil de la máquina.
- Será necesario reajustar los pernos de sujeción de las tablas a la cadena cada cien horas de uso y de cada presa de la ruta, luego de cada uso, debido a la vibración y a las diferentes fuerzas a las que estos elementos están sometidos durante el entrenamiento, así la seguridad será la necesaria para consolidar la confianza entre máquina y deportista.

- En el caso de atascamiento de la máquina, será necesario presionar el botón de parada de emergencia, luego se deberá retirar el objeto de atasco y reiniciar el sistema.
- En caso de rotura de algún cable será prudente la desconexión total inmediata de la máquina para poder proceder a la reparación pertinente.
- No es recomendable que ninguna parte de las que conforman la máquina de entrenamiento de escalada entre en contacto con agua o esté en un lugar con alto grado de humedad, ya que no está diseñada para esas condiciones.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ISSURIN Vladimir, (2005). Entrenamiento deportivo, España: Editorial Paydotribo.
2. HEPP T, GULLICH W. y HEIDOM G,(2002). La escalada deportiva, España: Editorial Paydotribo.
3. MARTENS Rainer, (2002). El entrenador de éxito, Illinois.
4. GULLICH Wolfgang, (2001). Una vida en la vertical, España: Editorial Desnivel.
5. DIETRICH Martin, (2007). Manual de metodología de entrenamiento deportivo, España- Barcelona: Editorial Paydotribo.
6. JIMENEZ Alfonso, (2007). Entrenamiento personal, Barcelona – España: INDE Publicaciones.
7. AUSLANDER, M. Kepf Carl, (1996). “Mechatronics: Mechanical system interfacing”, USA: Prentice Hall Press.
8. FRASER C. and MILNE J, (1994) “Electro- Mechanical Engineering, and Integrates Approach”, IEEE Press.
9. KENJO T., (1990). “Power Electronics for the microprocessor Age”, Clarendon Press.
10. LANDAU R. y LIFSHITZ M., (1990). Física Teórica, Física Estadística. Editorial Reverte.
11. MOHAM Ned, TORE M., ROBBINS William P., (1995). “Power Electronics: Converters, Applications, and Design” 2ª edición, John Wiley & Sons.
12. PALLAS – ARENY R. and WEBSTER J: G, (1991). “Sensors and Signal Conditioning”, John Wiley & Sons.
13. OGATA Katsushiko, (1998). Ingeniería de Control Moderna, 3ra Edición, México: Editorial Pesaron.
14. CREUS Antonio; (1997). Instrumentación Industrial; 6ta Edición, España: Editorial Alfaomega.
15. HARD Daniel, (1997) Electrónica de Potencia; 1ra Edición. España: Editorial Pearson.
16. HIBBELER RC; (2000). Mecánica de materiales. INDE Publicaciones

17. BOLTON W., (2006). Sistemas de control electrónico en la ingeniería mecánica y de electricidad, 3ra edición. México: Editorial Pesaron.
18. BUDYNAS Richard G. (2008). Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley, 8va edición. Mc. Graw Hill
19. FAIRES. Diseño de Elementos de máquinas, 2da edición. Editorial Penton Media.
20. HAMROCK Bernard J. (2000). Diseño de elementos de Maquinas, 1ra edición en español. México: Editorial Mc. Graw Hill/ Interamericana Editores.
21. Catálogo General SKF, Estampería Artística Nacional.
22. SINGER Ferdinand y PITEL Andrew, (1994). Resistencia de materiales, 4ta Edición, México: Harla.
23. FRAILE Mora, (2008). MÁQUINAS ELÉCTRICAS, 6ª Edición, España: Mc Graw Hill/ Interamericana ,2008
24. PILKEY W D, (1997) PETERSON'S STRESS CONCENTRATION FACTORS, 2da edición, Editorial Jhon Wiley & Sons.
25. Data sheet 1N 4002
26. Data sheet 2N3904
27. MICROCHIP Data sheet 18f4550
28. Microchip, Data Sheet ,PIC18F2455/2550/4455/4550, versión Español
29. Data sheet 2N46
30. Fedimetal
31. Mitsubishi FR U120 Manual
32. Practical Data Communication
33. [http://www.ifsc-climbing.org/?category\\_id=224](http://www.ifsc-climbing.org/?category_id=224)
34. <http://www.fedan.org/historia/filiales/>
35. <http://es.wikipedia.org/wiki/Escalada> wiki/ Escalada.mw-head
36. <http://www.angellarreina.com/folleto/Transmisiones%20por%20Cadenas%20de%20Rodillos.pdf>.
37. [http://www.rexnord.eu/fileadmin/Link\\_Belt\\_EU/docs/LinkBelt\\_SP.pdf](http://www.rexnord.eu/fileadmin/Link_Belt_EU/docs/LinkBelt_SP.pdf)
38. <http://www.infopl.net/blog4/2010/02/16/el-convertidor-de-frecuencia/>
39. <http://konnann2001.galeon.com/VARIADOR>

40. <http://www.mbcestore.com.mx/cats/monitores-touchscreens/>
41. <http://es.scribd.com/doc/2448049/Manual-de-motores-electricos>
42. <http://www.directindustry.es/prod/cross-morse/sistemas-de-arrastre-por-correa-dentada-20096-411757.html>.
43. [http://..concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec\\_cadena-pinion.htm](http://..concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_cadena-pinion.htm).
44. <http://www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema07.pdf>
45. <http://es.thefreedictionary.com/engranaje>
46. [http://www.daycoaftermarket.com/download/area\\_argentina/catalogo\\_correas\\_industriales.pdf](http://www.daycoaftermarket.com/download/area_argentina/catalogo_correas_industriales.pdf).
47. [http://www.skf.com/skf/productcatalogue/jsp/viewers/productTableViewer.jsp?&lang=es&tableName=1\\_1\\_1&presentationType=3&startnum=14](http://www.skf.com/skf/productcatalogue/jsp/viewers/productTableViewer.jsp?&lang=es&tableName=1_1_1&presentationType=3&startnum=14).
48. <http://www.holdingdine.com/content/view/21/52/>
49. <http://es.scribd.com/doc/44091886/CATALOGO-PROPERCA>
50. <http://www.pelikanoplywood.com/html/fset.htm>
51. [http://www.aga.com/international/web/lg/ec/likekgagaec.nsf/docbyalias/info\\_welding\\_electrone](http://www.aga.com/international/web/lg/ec/likekgagaec.nsf/docbyalias/info_welding_electrone)

## ANEXOS

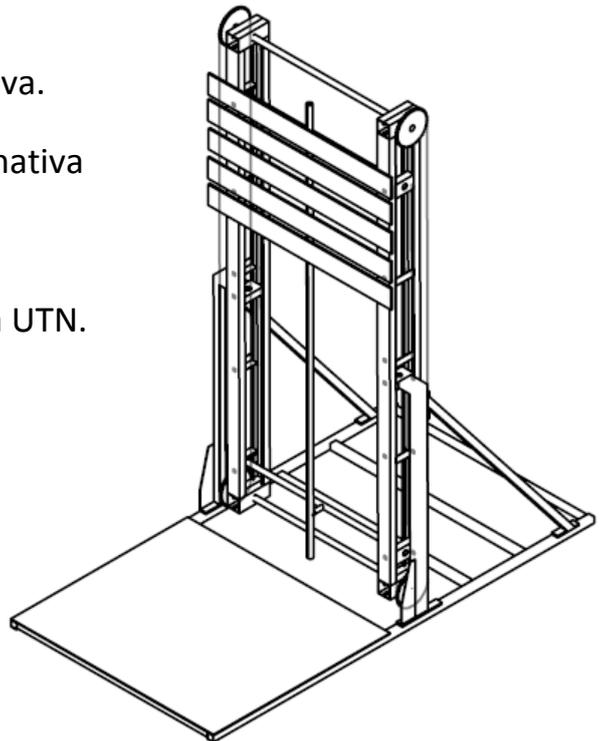
### ANEXO A

# *Guía para el usuario*

---

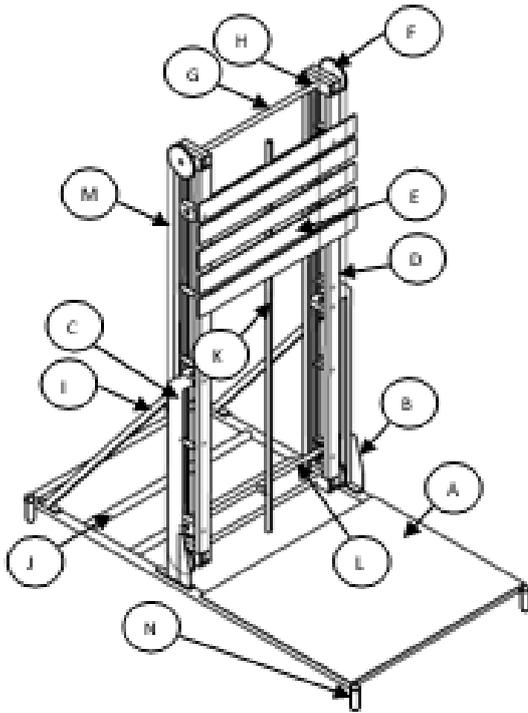
¡Bienvenido!

Bienvenido al mundo de la escalada deportiva.  
Nos complace presentarte esta nueva alternativa  
de entrenamiento deportivo, La máquina  
entrenadora para escalada, diseñada por la UTN.





# PARTES CONSTITUTIVAS



**A.** Base fija.

**B.** Soporte (pié de amigo) para el soporte vertical.

**C.** Soporte vertical de las correderas.

**D.** Correderas.

**E.** Tablero.

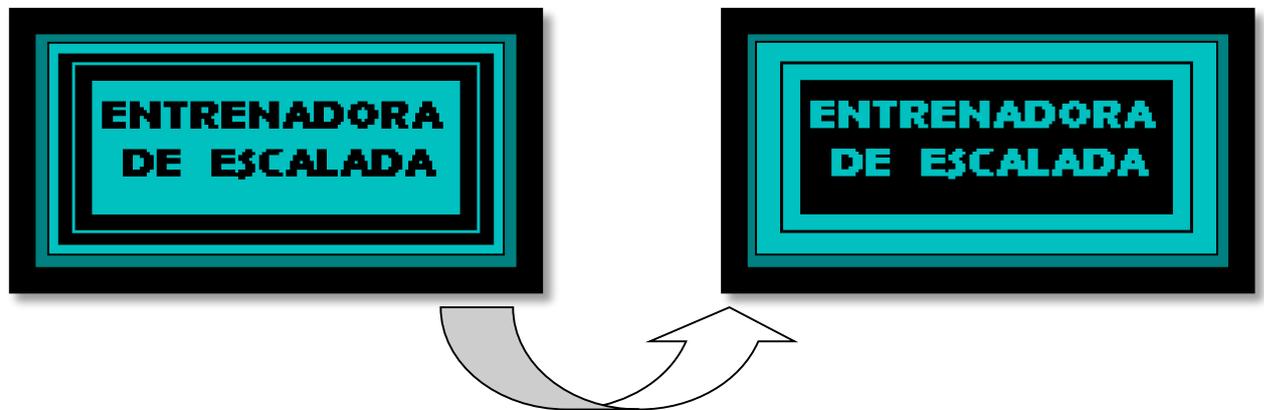
**F.** Piñón.

**G.** Eje rotatorio.

**H.** Rodamiento.

**I.** Soporte diagonal para las

# Pantalla de Bienvenida



Al encender la máquina de entrenamiento de escalada inicializará con un destello de las imágenes que se muestran en la figura anterior. Indicando que el software está en buenas condiciones.

Seguidamente de los destellos se mostrará una pantalla de confirmación de inicio, será basto un click sobre cualquier punto de la pantalla de la siguiente imagen, para continuar.



Luego de hacer el click de confirmación antes mencionado, la siguiente pantalla que nos mostrará es la del menú de subrutinas.

# Menú de programación de subrutinas



Esta imagen es la mostrada cuando está disponible la selección de rutinas.

Será necesario dar un ligero click sobre una de las rutinas mostradas (baja, media, alta o manual)

Cuando una rutina es seleccionada, se mostrará con un resaltado a su contorno, inmediatamente cuando el dedo se retire de la pantalla, se habrá completado la selección, y empezará a correr el programa de control de la misma.

## Subrutinas

### BAJA.



Esta es la primera subrutina, la cual tiene como característica el tener un tiempo de duración de 10 minutos, y se podrá escoger la velocidad que será predeterminada, moviendo el potenciómetro del extremo izquierdo del interior de la caja, en sentido horario para aumentar la velocidad, o en sentido contrario para disminuirla, la velocidad tiene un rango de variación que va desde 0 cm/s hasta 25 cm/s.

Mientras no se varíe el valor del potenciómetro se mantendrá como predeterminada la velocidad establecida.

Esta rutina es ideal para entrenamientos en los que se necesite mucha exigencia física y mental, por lo tanto será necesaria menos velocidad y dentro de un período corto de entrenamiento. Así se podrá obtener características de resistencia y fuerza muy notables.

## MEDIA.



Esta es la segunda subrutina, la cual tiene como característica el tener un tiempo de duración de 15 minutos, y se podrá escoger la velocidad que será predeterminada, moviendo el potenciómetro del central del interior de la caja, en sentido horario para aumentar la velocidad, o en sentido contrario para disminuirla, la velocidad tiene un rango de variación que va desde 0 cm/s hasta 25 cm/s.

Mientras no se varíe el valor del potenciómetro se mantendrá como predeterminada la velocidad establecida.

En esta rutina se tiene una exigencia promedio ideal para deportistas de estatura media, se necesitará una vía de acenso con pasos promedio, ya que esta rutina exige fuerza y velocidad.

## ALTA.



Esta es la segunda subrutina, la cual tiene como característica el tener un tiempo de duración de 20 minutos, y se podrá escoger la velocidad que será predeterminada, moviendo el potenciómetro del extremo derecho del interior de la caja, en sentido horario para aumentar la velocidad, o en sentido contrario para disminuirla, la velocidad tiene un rango de variación que va desde 0 cm/s hasta 25 cm/s.

Mientras no se varíe el valor del potenciómetro se mantendrá como predeterminada la velocidad establecida.

La rutina ALTA es perfecta para entrenamientos de ascenso con alta velocidad y de vías con pasos pequeños y de baja dificultad, eso dotará al deportista de una característica de competitividad velocista.

## MANUAL.



Esta rutina es especial, ya que podemos variar el tiempo de duración del entrenamiento a uno distinto a los predeterminados en las anteriores rutinas.



El tiempo se lo puede variar presionando el símbolo << de la pantalla, hasta que se resalte el valor a cambiar, a continuación se ajustará el valor con los símbolos + o -

Para variar la velocidad será necesario presionar << repetidamente hasta que aparezca el mensaje **Gire la Perilla**, en cuyo caso se deberá girar la única perilla visible en el exterior de la caja para cambiar el valor de velocidad en la pantalla.



La forma de variar la velocidad es muy parecida a las anteriores, con la diferencia de que este potenciómetro es de acceso para el deportista.

Además de poderse variar la velocidad durante el entrenamiento, esto lo puede hacer el entrenador personal del deportista con fines de incrementar las reacciones y reflejos del deportista.

Esta rutina podrá ser programada con un tiempo de duración de 1 segundo hasta más de un día, lo cual provee de una infinidad de usos aplicables al entrenamiento de este deporte de élite

Es aconsejable variar la velocidad para lograr diferentes capacidades deportivas relacionadas con la velocidad de escalada.

## Empezando a Entrenar

En todos los casos de entrenamiento será necesario primero elegir la rutina a usar, antes de ubicarse en la colchoneta ubicada en el piso metálico de la máquina.

Cuando el paso anterior ya se ha realizado, en la pantalla mostrará los parámetros del entrenamiento antes de iniciarlo.



Para poder empezar el entrenamiento se deberá cortar el láser de la parte inferior de la rampa con el pie del deportista, en el instante de realizar esta maniobra, se escuchará un pitido, el cual significa que el tiempo empieza a correr regresivamente.

La máquina no empezará a moverse sino después de cortar con la mano el láser superior de la rampa, significando que el deportista ha llegado al final de la rampa, para lo cual lo desplazará hacia abajo con la velocidad determinada en el programa de entrenamiento.

Cuando una rutina llegue a culminar se escuchará una serie de pitidos lo cual indicará el término del tiempo de entrenamiento. La máquina se detendrá inmediatamente sin importar la posición del deportista sobre a rampa

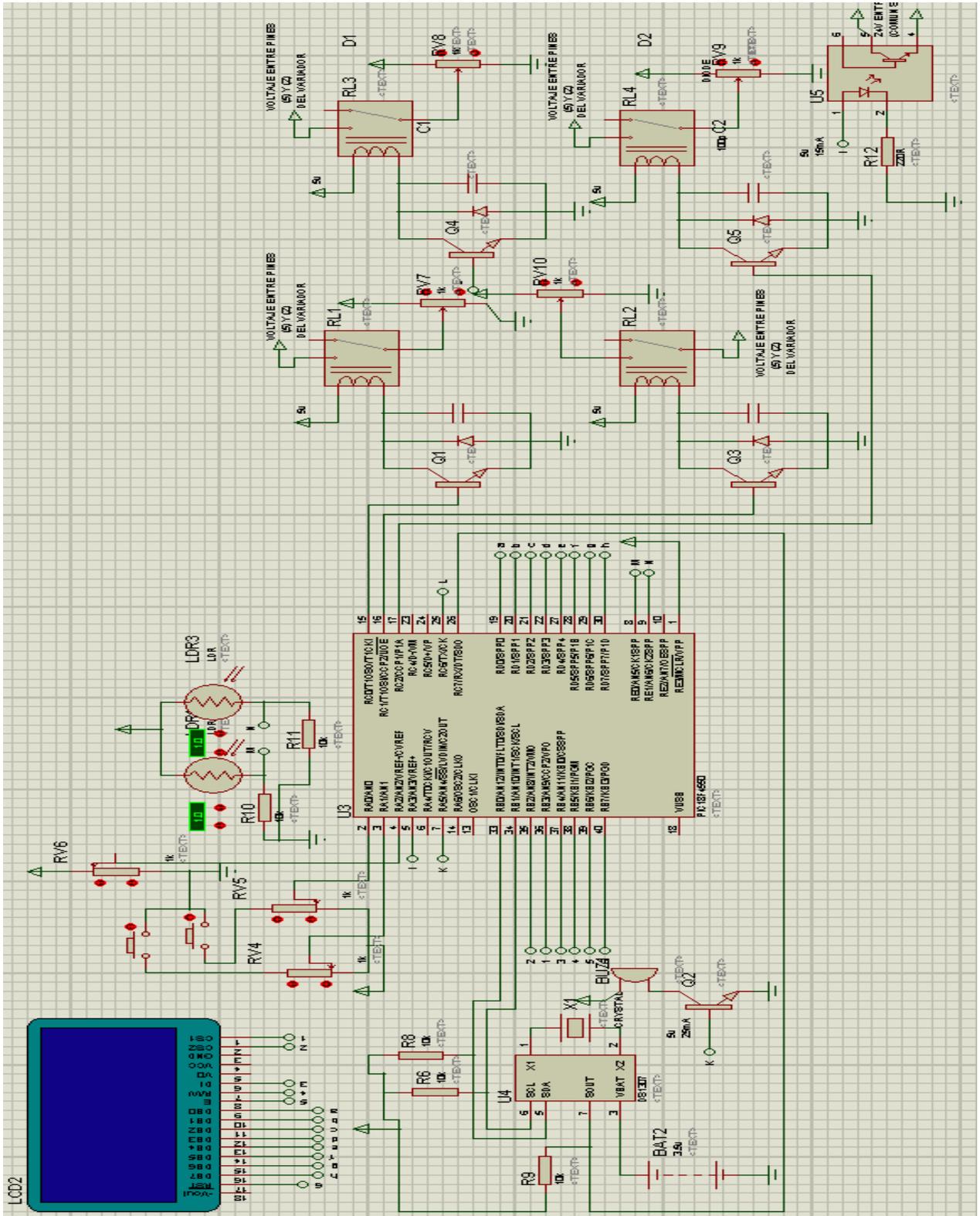
# PAUSA Y/O REINICIO

Para pausar la rutina será necesario presionar sobre la palabra **CONFIGURAR**, que aparece de forma destellante durante el transcurso del entrenamiento.

Esta acción hará una pausa en la rutina y se la podrá reconfigurar en el caso de decidirlo así, para continuar en cualquier caso se deberá presionar sobre la palabra **OK**

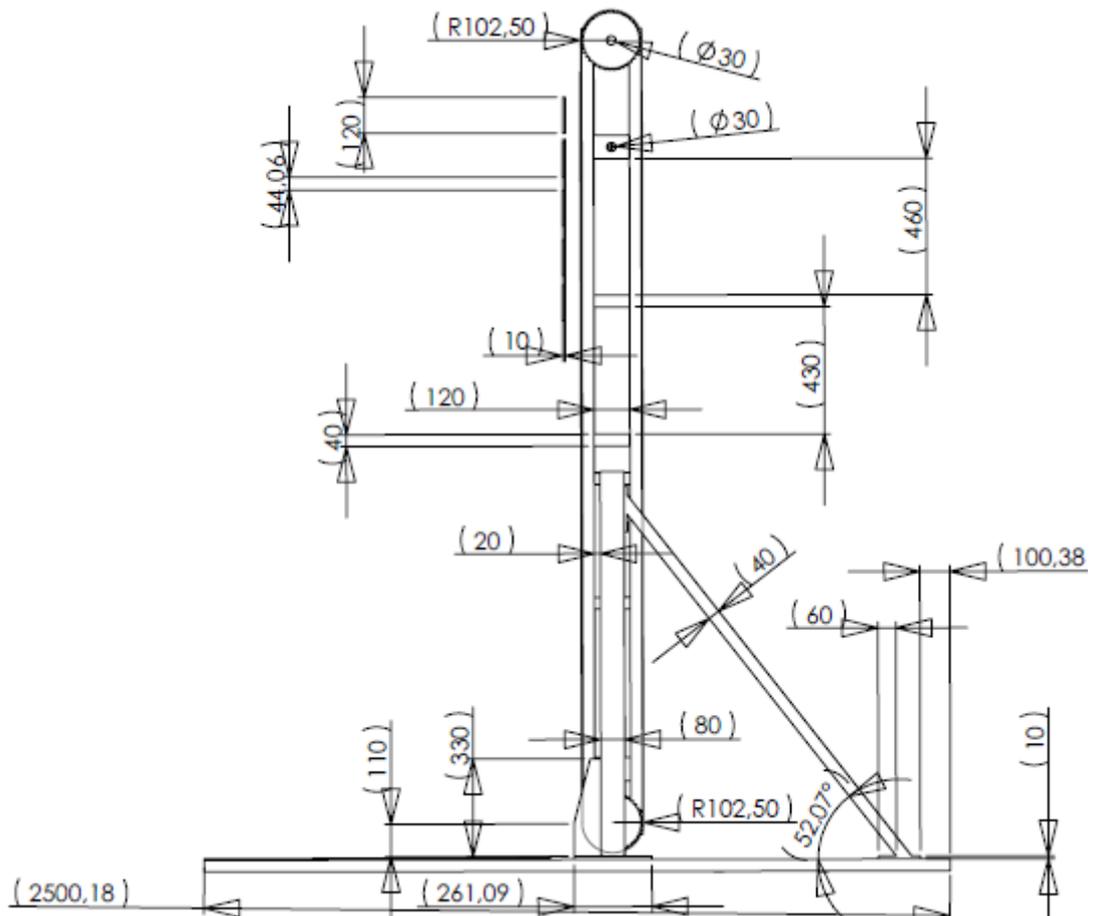
En caso de querer reiniciar el software sin desconectar la máquina del suministro eléctrico, será necesario presionar el botón de reset ubicado en el interior de la caja de control.

# Hardware Electrónico

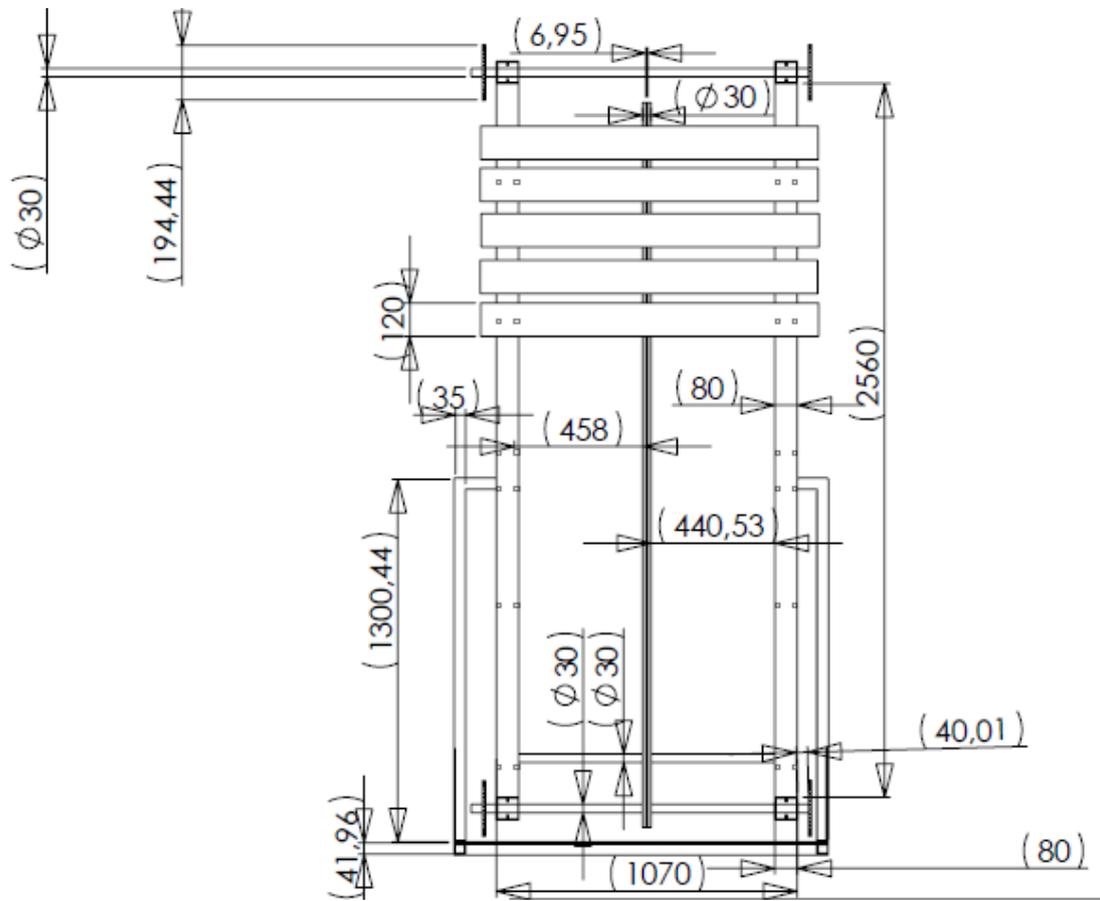


# Medidas de la máquina

## Vista Lateral



# Vista Frontal



# Precauciones

Es indispensable tomar las medidas de seguridad adecuadas para precautelar la integridad física del deportista y de las personas a su alrededor, para ello se recomienda:

- 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.
- El polvo que se adhiere a la pantalla de control puede hacerla funcionar mal, por ello se la deberá limpiar luego de cada uso.
- Se debe realizar mantenimiento preventivo en las partes móviles como son engranajes, ejes, caja reductora de velocidad, rodamientos superiores e inferiores, usando grasa y aceites pesados para cajas de transmisión, cada 6 meses, esto alargará la vida útil de la máquina.
- Será necesario reajustar los pernos de sujeción de las tablas a la cadena cada cien horas de uso y de cada presa de la ruta, luego de cada uso, debido a la vibración y a las diferentes fuerzas a las que estos elementos están sometidos durante el entrenamiento, así la seguridad será la necesaria para consolidar la confianza entre máquina y deportista.
- En el caso de atascamiento de la máquina, será necesario presionar el botón de parada de emergencia, luego se deberá retirar el objeto de atasco y reiniciar el sistema.
- En caso de rotura de algún cable será prudente la desconexión total inmediata de la máquina para poder proceder a la reparación pertinente.

## ANEXO B

### PROGRAMA HECHO EN EL COMPILADOR MICRO-C USANDO LENGUAJE DE PROGRAMACION C

```
////////// Configuración de pines comunicación I2C//////////  
//////////
```

```
sbit Soft_I2C_Scl      at RB1_bit;  
sbit Soft_I2C_Sda      at RB0_bit;  
sbit Soft_I2C_Scl_Direction at TRISB1_bit;  
sbit Soft_I2C_Sda_Direction at TRISB0_bit;
```

```
//////////  
////////// configuración de pines de la GLCD //////////
```

```
char GLCD_DataPort at PORTD;
```

```
sbit GLCD_CS1 at RB2_bit;  
sbit GLCD_CS2 at RB3_bit;  
sbit GLCD_RS  at RB4_bit;  
sbit GLCD_RW  at RB5_bit;  
sbit GLCD_EN  at RB6_bit;  
sbit GLCD_RST at RB7_bit;
```

```
sbit GLCD_CS1_Direction at TRISB2_bit;  
sbit GLCD_CS2_Direction at TRISB3_bit;  
sbit GLCD_RS_Direction  at TRISB4_bit;  
sbit GLCD_RW_Direction  at TRISB5_bit;  
sbit GLCD_EN_Direction  at TRISB6_bit;  
sbit GLCD_RST_Direction at TRISB7_bit;  
//////////  
//////////VARIABLES//////////
```

```
unsigned char const vacio[1024];  
const code char entrenadorab[1024];  
const code char entrenadoran[1024];  
const code char menu[1024];
```

```
char coor_x[] = "x";           // GLCD menu messages  
char coor_y[] = "y";
```

```
void coordenadas();  
void subrutinas ();  
void inicial();  
void cronometro_regresivo();
```

```
char txt[4];
```

```

char seg_char[3];
char minu_char[3];
char hor_char[3];
char velocidad_char[15];
int x_coord, y_coord,i=0;
int velocidad=0;
/// del reloj
int aux=0,seg=0, minu=0, hor=0 , fin=0;
//char segundos_bcd, minutos_bcd, horas_bcd;

////////////////////////////////////
void coordenadas(){

    x_coord = ADC_read(0);
    //IntToStr(x_coord,coor_x);
    // Glcd_Write_text(coor_x,10,0,0); //transforma un numero entero a caracter para poderlo
visualizar
    //Glcd_Write_text("ex",1,0,0);
    delay_ms(5);

    y_coord = ADC_read(1);
    y_coord=-y_coord-1023; //porque inicialmente está en el valor 1023, para encerrar los
valores iniciales
    // IntToStr(y_coord,coor_y);
    // Glcd_Write_text(coor_y,10,1,0);
    // Glcd_Write_text("cy",1,1,0);
    delay_ms(5);

delay_ms(5);
}
////////////////////////////////////
void inicial(){

    Glcd_image(entrenadorab);
    delay_ms(500);
    Glcd_image(vacio);
    delay_ms(50);

    Glcd_image(entrenadoran);
    delay_ms(500);
    Glcd_image(vacio);
    delay_ms(50);

    Glcd_image(entrenadorab);
    delay_ms(500);
    Glcd_image(vacio);
    delay_ms(50);
}

```

```
Glcd_image(entrenadoran);
delay_ms(500);
Glcd_image(vacio);
delay_ms(50);
```

```
Glcd_image(menu);
do{
  coordenadas();
}while(x_coord<=20);
Glcd_image(vacio);
delay_ms(100);
```

```
}
```

```
////////////////////////////////////
```

```
void visualiza_velocidad(){
```

```
  velocidad = (ADC_read(2)/10.24)*0.27;
  delay_ms(100);
  if(velocidad>=25) velocidad=25;
  if (velocidad<=0) velocidad=0;
  Glcd_Write_text("vel:",10,3,1);
  intToStr(velocidad,velocidad_char);
  Glcd_Write_text(velocidad_char,50,3,1);
  Glcd_Write_text("cm/s",105,3,1);
```

```
}
```

```
////////////////////////////////////
```

```
void subrutinas(){
```

```
  RA3_bit=0;// detiene a la maquina
  delay_ms(100);
  fin=0;
```

```
  Glcd_write_text("RUTINAS DE RESISTENCIA ",0,0,1);
  Glcd_write_text("BAJA",0,4,1);
  Glcd_write_text("MEDIA",50,4,1);
  Glcd_write_text("ALTA",100,4,1);
  Glcd_write_text("manual",50,7,1);
  portc=0;
```

```
do{
  coordenadas();
  if(x_coord>=490 && y_coord>=200 && y_coord<=270){
  do{
    Glcd_write_text("BAJA",0,4,0);
    coordenadas();
  }while(x_coord>=20);
  RCO_bit=1; // usa el opto de 25% de velocidad
  minu=10;
```

```

seg=0;
hor=0;
do{
}while(RE1_bit==0);    //sensor de abajo para empezar

RA5_bit=1;    //alarma sonora
delay_ms(500);
RA5_bit=0;
aux=1;
}
if(x_coord>=300 && x_coord<=400 && y_coord>=270 && y_coord<=310){
do{
Glcd_write_text("MEDIA",50,4,0);
coordenadas();
}while(x_coord>=20);
RC1_bit=1;    // usa el opto de 25% de velocidad
minu=15;
seg=0;
hor=0;
do{
}while(RE1_bit==0);    //sensor de abajo para empezar

RA5_bit=1;    //alarma sonora
delay_ms(500);
RA5_bit=0;
aux=1;
}
if(x_coord<=200 && y_coord>=200 && y_coord>=320 && y_coord<=400){
do{
Glcd_write_text("ALTA",100,4,0);
coordenadas();
}while(x_coord>=20);
RC2_bit=1;    // usa el opto de 25% de velocidad
minu=20;
seg=0;
hor=0;

do{
}while(RE1_bit==0);    //sensor de abajo para empezar

RA5_bit=1;    //alarma sonora
delay_ms(500);
RA5_bit=0;
aux=1;
}
if(x_coord>=220 && x_coord<=350 && y_coord>=340 ){
do{
Glcd_write_text("manual",50,7,0);
coordenadas();
}while(x_coord>=20);
RC6_bit=1;    // usa el opto de 25% de velocidad
Glcd_image(vacio);
}
}

```

```
////////////////////////////////////////manual////////////////////////////////////////manual
```

```
do{
```

```
  coordenadas();
```

```
  if(x_coord>=280&& x_coord<=380 && y_coord>=260){ //cambiar seg-> min-> hor
```

```
  do{
```

```
    coordenadas();
```

```
  }while(x_coord>=280&& x_coord<=380 && y_coord>=260);
```

```
  delay_ms(100);
```

```
  i++;
```

```
  if(i>3)i=0;
```

```
  Glcd_write_text("<<",70,5,0);
```

```
  delay_ms(100);
```

```
  Glcd_write_text("  ",0,5,1); //borra el gire
```

```
  Glcd_write_text("    ",0,7,1); //borra la perilla
```

```
  Glcd_write_text("      ",0,3,1);//para borrar la velocidad
```

```
}
```

```
Glcd_write_text("<<",70,5,1);
```

```
Glcd_write_text("Ok",110,5,1);
```

```
  if(i==0){ ////////////////seg
```

```
  //if (RC0_bit==1) { //aumenta
```

```
  coordenadas();
```

```
  if(x_coord>=380&& x_coord<=600 && y_coord>=140&& y_coord<=250){ //aumenta
```

```
  delay_ms(100);
```

```
    Glcd_write_text("+",20,4,0);
```

```
  seg++;
```

```
  delay_ms(50);
```

```
}
```

```
//if (RC1_bit==1) { //disminuye
```

```
  coordenadas();
```

```
  if(x_coord>=380&& x_coord<=550 && y_coord>=270){ //disminuye
```

```
  delay_ms(100);
```

```
  Glcd_write_text("-",20,6,0);
```

```
  seg--;
```

```
  delay_ms(50);
```

```
}
```

```
if(seg>59)seg=0;
```

```
if(seg<0)seg=59;
```

```
  IntToStr(seg,seg_char);
```

```
  GLCD_WRITE_TEXT(seg_char,70, 2, 1);
```

```
  delay_ms(5);
```

```
  IntToStr(minu,minu_char);
```

```
  GLCD_WRITE_TEXT(minu_char,40, 2, 1);
```

```

delay_ms(5);
IntToStr(hor,hor_char);
GLCD_WRITE_TEXT(hor_char,10, 2, 1);
delay_ms(5);

Glcd_write_text("s",110,2,0);    // subrayado
delay_ms(100);
Glcd_write_text("+",20,4,1);    //quita el subrayado
Glcd_write_text("-",20,6,1);    //quita el subrayado
}
Glcd_write_text(" ",110,2,1);    //s borrado

if(i==1){/////////////////////////minu
//if (RC0_bit==1) {

coordenadas();
if(x_coord>=380&&x_coord<=600 && y_coord>=140&&y_coord<=250){ //aumenta
delay_ms(100);
    Glcd_write_text("+",20,4,0);
minu++;
delay_ms(50);

}
//if (RC1_bit==1) {
coordenadas();
if(x_coord>=380&&x_coord<=550 && y_coord>=270){ //disminuye
delay_ms(100);
    Glcd_write_text("-",20,6,0);
minu--;
    delay_ms(50);

}
if(minu>59)minu=0;
if(minu<0)minu=59;
IntToStr(minu,minu_char);

IntToStr(seg,seg_char);
GLCD_WRITE_TEXT(seg_char,70, 2, 1);
delay_ms(5);
IntToStr(minu,minu_char);
GLCD_WRITE_TEXT(minu_char,40, 2, 1);
delay_ms(5);
IntToStr(hor,hor_char);
GLCD_WRITE_TEXT(hor_char,10, 2, 1);
delay_ms(5);

Glcd_write_text("m",80,2,0);    //m subrayado
delay_ms(100);
Glcd_write_text("+",20,4,1);
Glcd_write_text("-",20,6,1);
}
if(RC2_bit==1){

```

```

i++;
if(i>2)i=0;
Glcd_write_text("<<",70,5,0);
delay_ms(100);
}
Glcd_write_text(" ",80,2,1); //min borrado

if(i==2){ ////////////////hor
//if (RC0_bit==1) {
coordenadas();
if(x_coord>=380&&x_coord<=600 && y_coord>=140&&y_coord<=250){ //aumenta
delay_ms(100);
Glcd_write_text("+",20,4,0);
hor++;
delay_ms(50);

}
//if (RC1_bit==1) {
coordenadas();
if(x_coord>=380&&x_coord<=550 && y_coord>=270){ //disminuye
delay_ms(100);
Glcd_write_text("-",20,6,0);
hor--;
delay_ms(50);

}
if(hor>23)hor=0;
if(hor<0)hor=23;
IntToStr(hor,hor_char);

IntToStr(seg,seg_char);
GLCD_WRITE_TEXT(seg_char,70, 2, 1);
delay_ms(5);
IntToStr(minu,minu_char);
GLCD_WRITE_TEXT(minu_char,40, 2, 1);
delay_ms(5);
IntToStr(hor,hor_char);
GLCD_WRITE_TEXT(hor_char,10, 2, 1);
delay_ms(5);

Glcd_write_text("h",50,2,0); //h subrayado
delay_ms(100);
Glcd_write_text("+",20,4,1);
Glcd_write_text("-",20,6,1);
}
Glcd_write_text(" ",50,2,1); //h borrado
//////////////////////////para cambiar la velocidad
if(i==3){
visualiza_velocidad();
Glcd_write_text("Gire",0,5,0);
Glcd_write_text("la perilla",0,7,0);
Glcd_write_text(" ",20,4,1);

```



```

if(RE0_bit==1 && aux==1){
RA3_bit=1; //enciende la maquina
}
if(RE1_bit==1 && aux==1){
RA3_bit=0; //apagala maquina
}

//////////comienza el cronometro programado

if(aux==1){

Glcd_write_text(" TIEMPO RESTANTE ",20,0,1);
//Glcd_write_text(" ",0,0,1);
Glcd_write_text(" ",0,4,1);
Glcd_write_text(" ",50,4,1);
Glcd_write_text(" ",100,4,1);
Glcd_write_text(" ",50,7,1);

IntToStr(seg,seg_char);
GLCD_WRITE_TEXT(seg_char,70, 2, 1);
delay_ms(20);
IntToStr(minu,minu_char);
GLCD_WRITE_TEXT(minu_char,40, 2, 1);
delay_ms(20);
IntToStr(hor,hor_char);
GLCD_WRITE_TEXT(hor_char,10, 2, 1);
delay_ms(20);

Glcd_write_text("CONFIGURAR",30,5,1);
visualiza_velocidad();

Glcd_write_text(" ",0,5,1); //borra el gire
Glcd_write_text(" ",0,7,1); //borra la perilla
Glcd_write_text(" ",20,4,1); //borra el +
Glcd_write_text(" ",20,6,1); //borra el-
Glcd_write_text(" ",30,5,1); //borra el <<, y parpadeo de configurar

if(RC7_bit==1){

do{ //para que no hayan rebotes en el reloj solo coge el flanco positivo
}while(RC7_bit==1);

if(hor>=0 && minu>=0 && seg>=0){
seg--; //para que no hayan negativos
}
if(hor<=0 && minu<=0 && seg<=0){
hor=0;
}
}

```

```
minu=0;
seg=0;
aux=0;
RA3_bit=0; //señal de parada para la maquina
```

```
Glcd_image(vacio);
delay_ms(10);
Glcd_write_text("FIN DEL ENTRENAMIENTO",2,4,1);
Glcd_write_text("click para configurar",2,7,1);
fin=1;
```

```
RA5_bit=1; //alarma sonora
delay_ms(500);
RA5_bit=0;
delay_ms(500);
RA5_bit=1;
delay_ms(500);
RA5_bit=0;
delay_ms(500);
RA5_bit=1;
delay_ms(1000);
RA5_bit=0;
delay_ms(10);
do{
coordenadas();
}while(x_coord<=20);
delay_ms(500);
Glcd_image(vacio);
delay_ms(10);
```

```
}
```

```
if(minu==0 && hor>0){
minu=59;
hor--;
}
```

```
if(seg<0 && minu>0){
seg=59;
minu--;
}
}
}
```

```
}
```

```
////////////////////////////////////
```

```

void main() {

TRISC = 0b10000000;    // PORTC bit 8 entrada y las demás salidas
PORTC = 0 ;

TRISA = 0b000000111 ;
porta=0;

TRISE = 0xFF;    //portE all input
PORTE=0;

Glcd_Init();

ADCON1=0b00001100; //ACTIVACION DE CANALES ANALÓGICOS 0,1,2 /pag 256 datash Inglés
ADC_Init();

////////////////////////////////////

delay_ms(1000);
Soft_I2C_Start(); // inicia la comunicación
Soft_I2C_Write(0b11010000); // direccion del RTC de escritura
Soft_I2C_Write(0x00); // direccion del registro de inicio de lectura o escritura
Soft_I2C_Write(0);
Soft_I2C_Write(0);
Soft_I2C_Write(0);
Soft_I2C_Write(0);
Soft_I2C_Write(0);
Soft_I2C_Write(0);
Soft_I2C_Write(0);
Soft_I2C_Write(0b10010000);
Soft_I2C_Stop();
delay_ms(100);

hor=0;
minu=0;
seg=0;
inicial();
do{

cronometro_regresivo();

}while(1);

}

```

**ANEXO C**

**PRESUPUESTO**

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNIT.	TOTAL
1	1	Tubo cuadrado 1in/2mm/6m	36	36
2	1	Tubo redondo 1in/2mm/6m	38	38
3	1	Tol de 2m/2m/2mm	40	40
4	1	Correa estructural 6m/3mm	52	52
5	1	angulo 2cm/2mm/6m	34	34
6	1	Galón sellador madera	25	25
7	1	galón barnis madera transparente	30	30
8	1	Galón Aceite Transmisión	20	20
9	300	Pernos	0,08	24
10	300	Tuercas	0,04	12
11	3	Libras de Suelta e-6011	9	27
12	1	Tubo cuadrado 2in/2mm/6m	45	45
13	10	Platina 1,5in/2mm/6m	32	320
14	2	Llaves N° 11 para tuercas	3,5	7
15	1	Caja metálica	45	45
16	1	Plancha Triplex 1cm	55	55
17	1	Broca para madera	2,25	2,25
18	1	Litro de pintura	6,5	6,5
19	2	Cadena de eslabones 4m	29	58
20	4	Piñones diametro 11,37cm	16	64
21	1	Caja de transmision (reductora mecánica)	90	90
22	1	Motor de 3/4 C.V. trifásico	228	228
23	1	Variador de Velocidad	189	189
24	1	Acople de ejes MOTOR-CAJA	9	9
25	1	Banda dentada en V de caucho	4,8	4,8
26	4	Discos pulidora	2,9	11,6
27	1	Cepillo cerdas de acero	3	3
28	1	MICROCONTROLADOR PIC18F4550	13,5	13,5
29	1	PANTALLA GLCD 128X64	62	62
30	1	CONECTOR PEINETA TIPO MACHO	0,8	0,8
31	1	BAQUELITA DE FIBRA DE VIDRIO A4	9	9
32	1	REGULADOR DE VOLTAJE LM7805	0,9	0,9
33	1	CRYSTAL OSCILADOR	0,9	0,9
34	2	CONDENSADOR CERAMICO	0,1	0,2
35	4	SENSOR LDR	1	4
36	3	POTENCIOMETROS PRECISION	0,9	2,7
37	5	RELES 6V	1	5
38	8	TRANSISTOR PNP	0,1	0,8
39	8	TRANSISTOR NPN	0,1	0,8
40	4	DIODOS RECTIFICADORES 1N4007	0,1	0,4
41	20	RESISTENCIAS	0,03	0,6
42	3	TRIAC BT139	1,2	3,6
43	2	SCR TIC106D	1,2	2,4
44	1	BUS DE DATOS PARA 20 PINES	3,4	3,4
44	6	TRANSISTORES DE POTENCIA	1	6
44	6	OPTOACOPLADOR	4,23	25,38
44	4	HERRADURAS PARA ENCODER	1,25	5
44	1	DS1307	5,95	5,95
44	1	CRYSTAL 32768	1	1
44	1	CR2032 3.3V RTC	1	1
44	1	ZOCALO PILA CR2032	1,25	1,25
44	1	ZOCALO 40 PINES	0,45	0,45
44	8	BORNERAS 2P	0,35	2,8
44	1	DRIVER	12	12
44	1	SENSOR K273I	20	20
			<b>Subtotal</b>	1667,98
			<b>IVA 12%</b>	200,1576
			<b>TOTAL</b>	1868,1376

## Informe de análisis de tensión

# Autodesk®

Archivo analizado:	Ensamblaje 5.iam
versión de Autodesk Inventor:	2012 (Build 160160000, 160)
Fecha de creación:	27/12/2013, 10:30
Autor de la simulación:	DELL
Resumen:	

### Información de proyecto (iProperties)

#### Resumen

Autor: DELL

#### Proyecto

Nº de pieza	Ensamblaje 5
Diseñador	DELL
Coste	\$ 0,00
Fecha de creación	27/12/2013

#### Estado

Estado del diseño: Trabajo en curso

#### Propiedades físicas

Masa	6,82593 kg
Área	2815200 mm <sup>2</sup>
Volumen	6825930 mm <sup>3</sup>
Centro de gravedad	x=-42,5745 mm y=-181,424 mm z=1504,31 mm

Nota: los valores físicos pueden ser diferentes de los valores físicos utilizados por CEF indicados a continuación.

## Simulación:1

#### Objetivo general y configuración:

Objetivo del diseño	Punto único
Tipo de simulación	Análisis estático
Fecha de la última modificación	27/12/2013, 10:17
Detectar y eliminar modos de cuerpo rígido	No
Reparar tensiones en superficies de contacto	No
Análisis de cargas de movimiento	No

#### Configuración avanzada:

Tamaño medio de elemento (fracción del diámetro del modelo)	0,1
Tamaño mínimo de elemento (fracción del tamaño medio)	0,2
Factor de modificación	1,5
Ángulo máximo de giro	60 gr

Crear elementos de malla curva	No
Usar medida basada en pieza para la malla del ensamblaje	Sí

☐ **Material(es)**

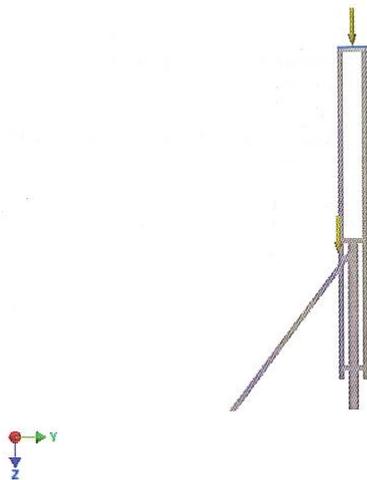
Nombre	Acero	
General	Densidad de masa	7,85 g/cm <sup>3</sup>
	Límite de elasticidad	207 MPa
	Resistencia máxima a tracción	345 MPa
Tensión	Módulo de Young	210 GPa
	Coefficiente de Poisson	0,3 su
	Módulo cortante	80,7692 GPa
Tensión térmica	Coefficiente de expansión	0,000012 su/c
	Conductividad térmica	56 W/( m K )
	Calor específico	460 J/( kg c )
Nombre(s) de pieza	Columna 02.ipt Columna 03.ipt Columna 04.ipt Columna 02.ipt Columna 05.ipt Columna 06.ipt Columna 05.ipt Columna 07.ipt Columna 08.ipt	

☐ **Condiciones de funcionamiento**

☐ **Fuerza:1**

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	3302.560 N
Vector X	-0.000 N
Vector Y	0.000 N
Vector Z	3302,560 N

☐ **Cara(s) seleccionada(s)**





**Gravedad**

Tipo de carga	Gravedad
Magnitud	9810.000 mm/s <sup>2</sup>
Vector X	-0.000 mm/s <sup>2</sup>
Vector Y	0.000 mm/s <sup>2</sup>
Vector Z	9810.000 mm/s <sup>2</sup>

**Cara(s) seleccionada(s)**

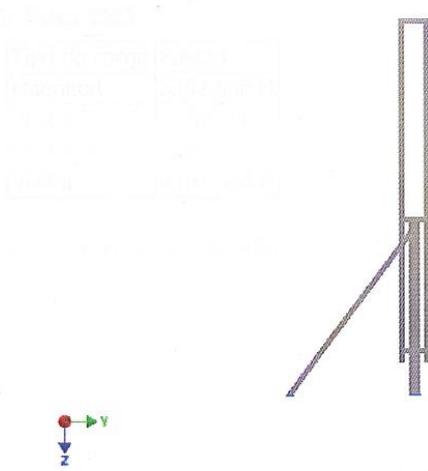


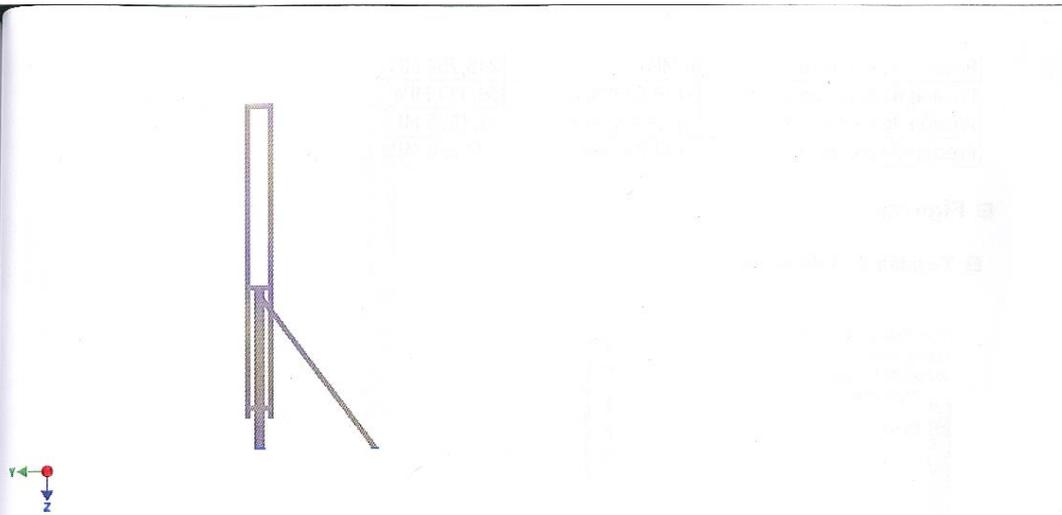


**Restricción fija:1**

Tipo de restricción Restricción fija

**Cara(s) seleccionada(s)**





## Resultados

### Fuerza y pares de reacción en restricciones

Nombre de la restricción	Fuerza de reacción		Pares de reacción	
	Magnitud	Componente (X,Y,Z)	Magnitud	Componente (X,Y,Z)
Restricción fija:1	3887,51 N	173,416 N	1780,87 N m	-1710,96 N m
		-91,7387 N		483,048 N m
		-3882,56 N		-103,903 N m

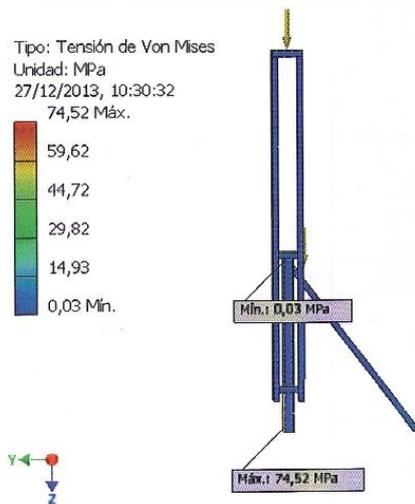
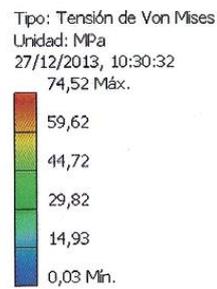
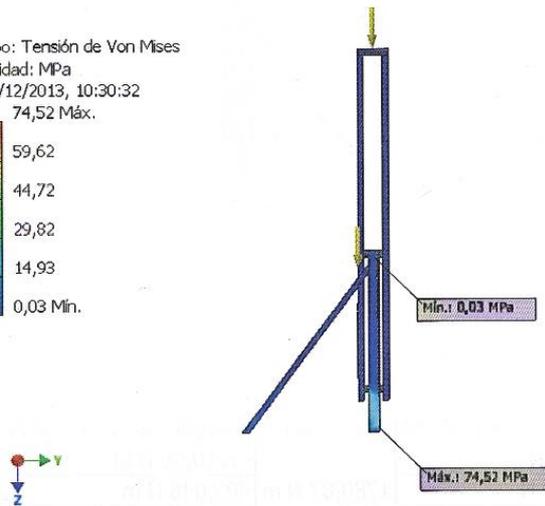
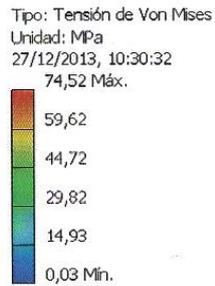
### Resumen de resultados

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	6825930 mm <sup>3</sup>	
Masa	53,5836 kg	
Tensión de Von Mises	0,0286362 MPa	74,5157 MPa
Primera tensión principal	-33,5377 MPa	40,8477 MPa
Tercera tensión principal	-81,8786 MPa	16,3496 MPa
Desplazamiento	0 mm	9,56966 mm
Coefficiente de seguridad	4,21355 su	15 su
Tensión XX	-61,6002 MPa	40,8131 MPa
Tensión XY	-13,926 MPa	17,6034 MPa
Tensión XZ	-17,4854 MPa	29,5015 MPa
Tensión YY	-34,4771 MPa	26,5924 MPa
Tensión YZ	-13,6836 MPa	12,0374 MPa
Tensión ZZ	-80,4462 MPa	38,8618 MPa
Desplazamiento X	0 mm	9,54645 mm
Desplazamiento Y	-0,166247 mm	0,0689015 mm
Desplazamiento Z	-0,0565256 mm	0,687362 mm
Deformación equivalente	0,000000119838 su	0,000309519 su
Primera deformación principal	-0,000000533104 su	0,000186481 su
Tercera deformación principal	-0,000332319 su	0,000000182786 su
Deformación XX	-0,000313073 su	0,000186146 su
Deformación XY	-0,0000862086 su	0,000108973 su
Deformación XZ	-0,000108243 su	0,000182628 su
Deformación YY	-0,00011322 su	0,000127243 su
Deformación YZ	-0,000084708 su	0,000074517 su
Deformación ZZ	-0,000332223 su	0,000163735 su

Presión de contacto	0 MPa	248,754 MPa
Presión de contacto X	-199,634 MPa	64,333 MPa
Presión de contacto Y	-41,4384 MPa	41,1535 MPa
Presión de contacto Z	-123,87 MPa	144,586 MPa

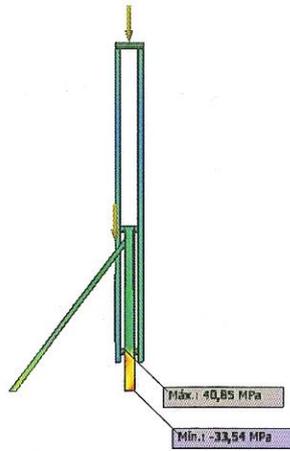
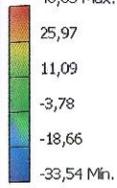
## Figuras

### Tensión de Von Mises

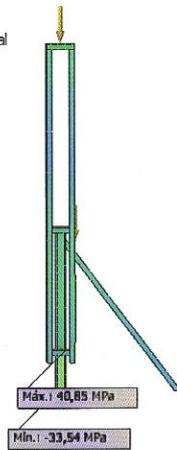
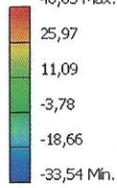


### Primera tensión principal

Tipo: Primera tensión principal  
Unidad: MPa  
27/12/2013, 10:30:33  
40,85 Máx.

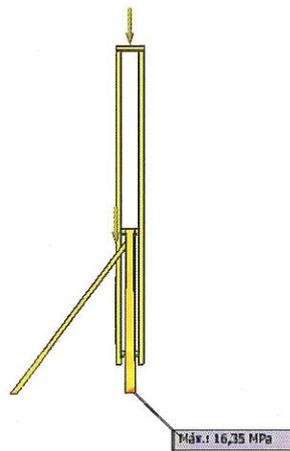
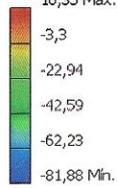


Tipo: Primera tensión principal  
Unidad: MPa  
27/12/2013, 10:30:33  
40,85 Máx.

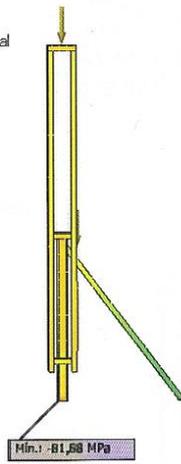
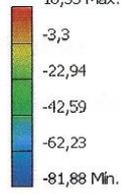


### ▣ Tercera tensión principal

Tipo: Tercera tensión principal  
Unidad: MPa  
27/12/2013, 10:30:34  
16,35 Máx.

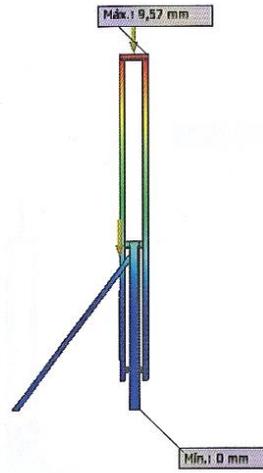
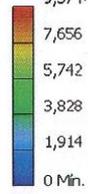


Tipo: Tercera tensión principal  
Unidad: MPa  
27/12/2013, 10:30:34  
16,35 Máx.

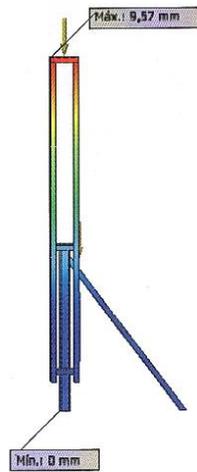
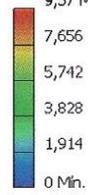


### Desplazamiento

Tipo: Desplazamiento  
Unidad: mm  
27/12/2013, 10:30:43  
9,57 Máx.

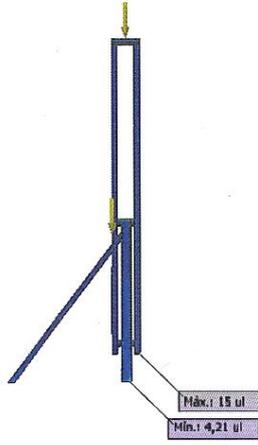
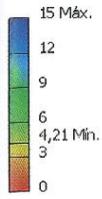


Tipo: Desplazamiento  
Unidad: mm  
27/12/2013, 10:30:43  
9,57 Máx.

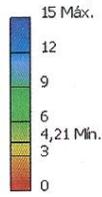


### Coefficiente de seguridad

Tipo: Coeficiente de seguridad  
Unidad: ul  
27/12/2013, 10:30:42

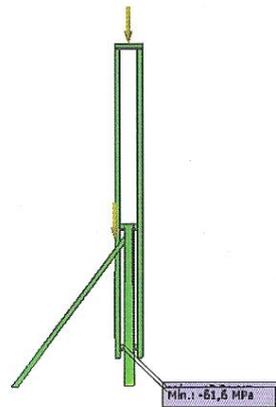
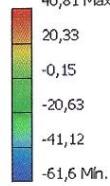


Tipo: Coeficiente de seguridad  
Unidad: ul  
27/12/2013, 10:30:42

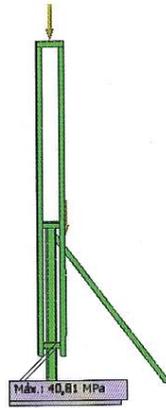
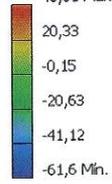


### Tensión XX

Tipo: Tensión XX  
Unidad: MPa  
27/12/2013, 10:30:35  
40,81 Mx.

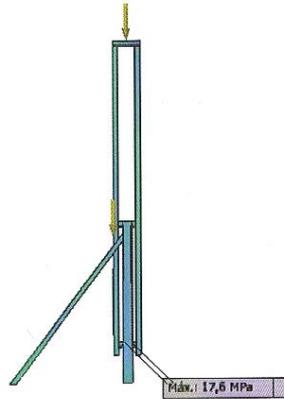
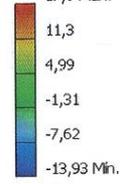


Tipo: Tensión XX  
Unidad: MPa  
27/12/2013, 10:30:35  
40,81 Máx.

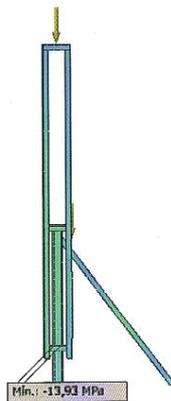
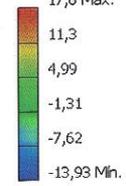


### ☐ Tensión XY

Tipo: Tensión XY  
Unidad: MPa  
27/12/2013, 10:30:36  
17,6 Máx.

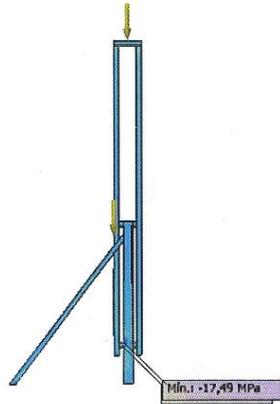
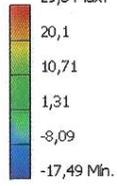


Tipo: Tensión XY  
Unidad: MPa  
27/12/2013, 10:30:36  
17,6 Máx.

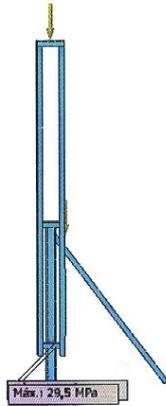
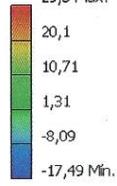


### Tensión XZ

Tipo: Tensión XZ  
Unidad: MPa  
27/12/2013, 10:30:37  
29,5 Máx.

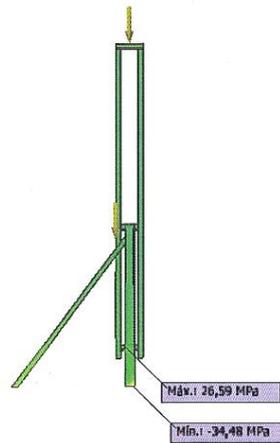
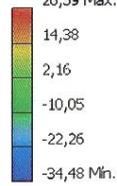


Tipo: Tensión XZ  
Unidad: MPa  
27/12/2013, 10:30:37  
29,5 Máx.

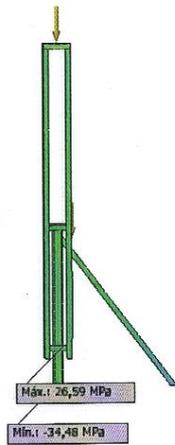
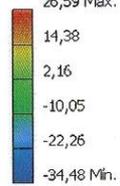


### Tensión YY

Tipo: Tensión YY  
Unidad: MPa  
27/12/2013, 10:30:38  
26,59 Máx.

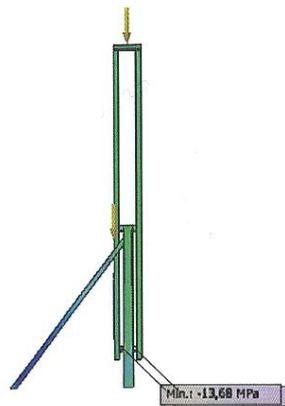
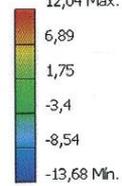


Tipo: Tensión YY  
Unidad: MPa  
27/12/2013, 10:30:38  
26,59 Máx.

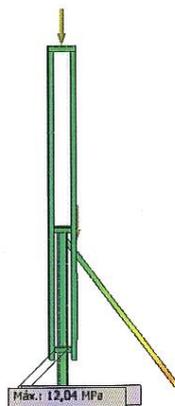
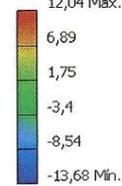


### ☐ Tensión YZ

Tipo: Tensión YZ  
Unidad: MPa  
27/12/2013, 10:30:39  
12,04 Máx.

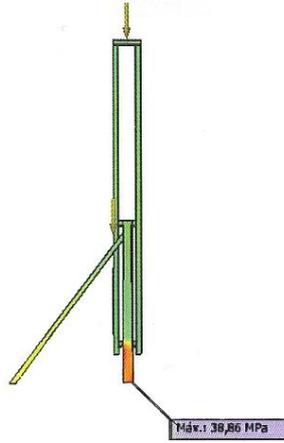
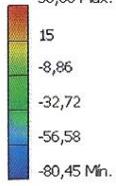


Tipo: Tensión YZ  
Unidad: MPa  
27/12/2013, 10:30:39  
12,04 Máx.

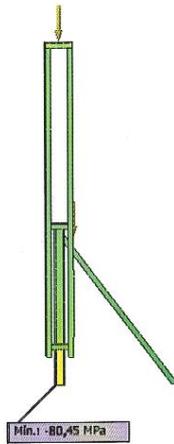
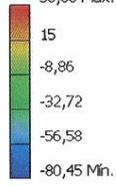


## Tensión ZZ

Tipo: Tensión ZZ  
Unidad: MPa  
27/12/2013, 10:30:41  
38,86 Máx.

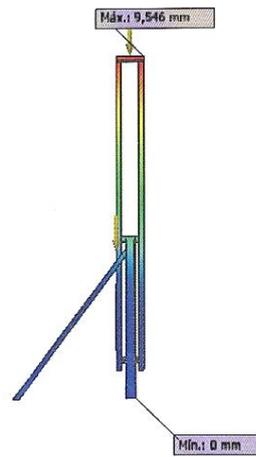
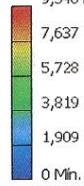


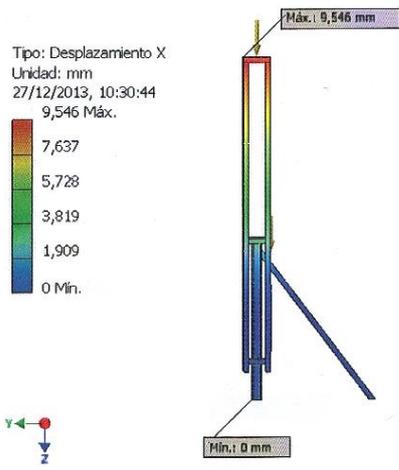
Tipo: Tensión ZZ  
Unidad: MPa  
27/12/2013, 10:30:41  
38,86 Máx.



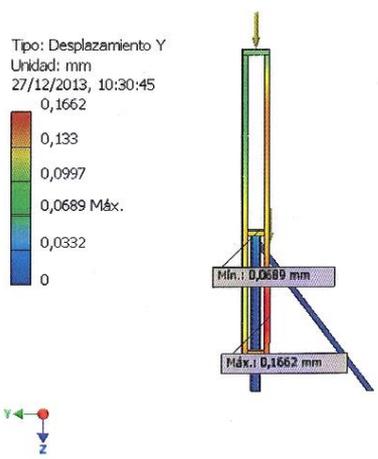
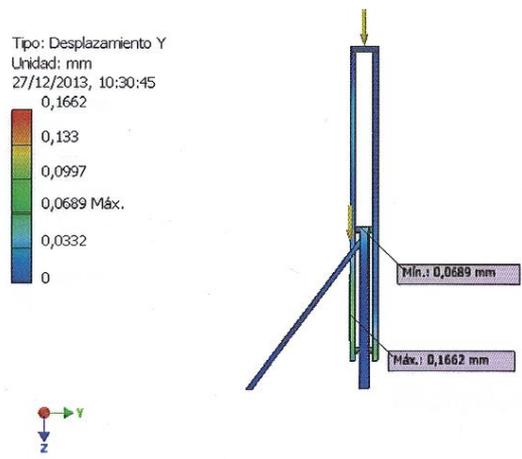
## Desplazamiento X

Tipo: Desplazamiento X  
Unidad: mm  
27/12/2013, 10:30:44  
9,546 Máx.



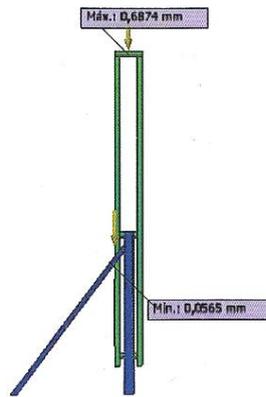
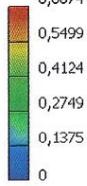


☐ Desplazamiento Y

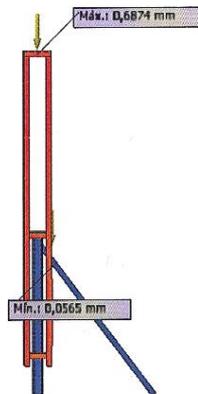
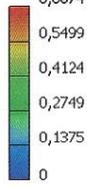


### Desplazamiento Z

Tipo: Desplazamiento Z  
Unidad: mm  
27/12/2013, 10:30:46  
0,6874 Máx.

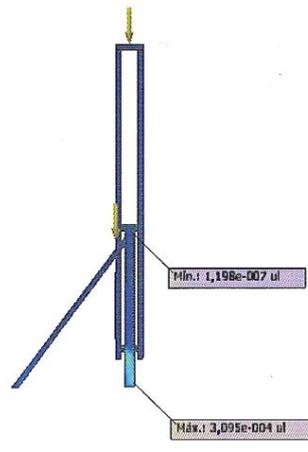
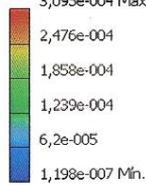


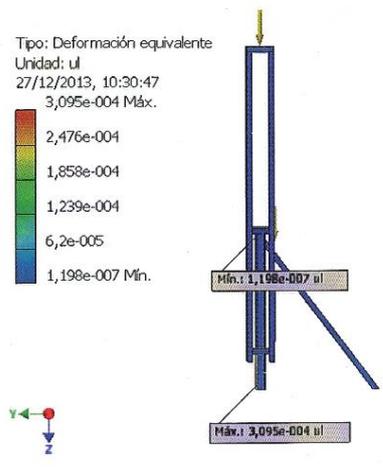
Tipo: Desplazamiento Z  
Unidad: mm  
27/12/2013, 10:30:46  
0,6874 Máx.



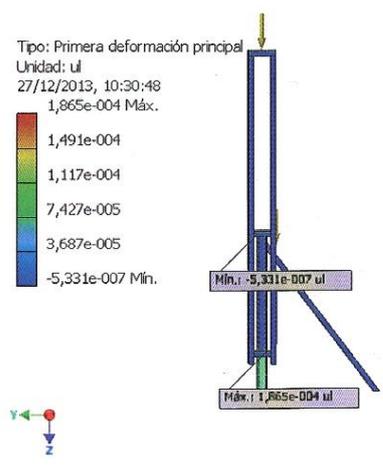
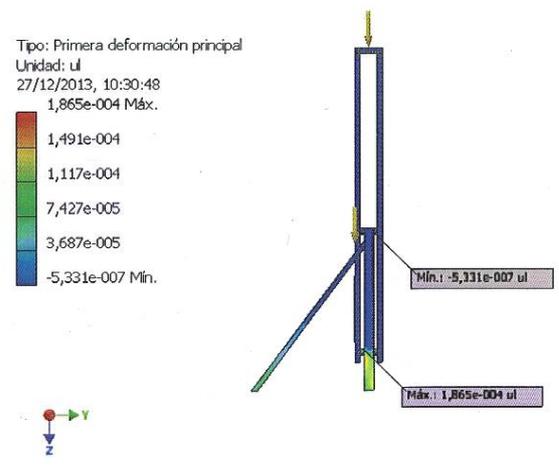
### Deformación equivalente

Tipo: Deformación equivalente  
Unidad:  $\mu$   
27/12/2013, 10:30:47  
 $3,095e-004$  Máx.





☐ Primera deformación principal



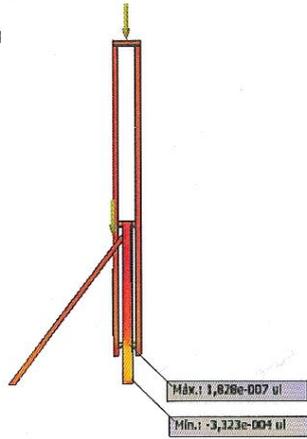
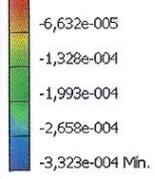
### Tercera deformación principal

Tipo: Tercera deformación principal

Unidad: ul

27/12/2013, 10:30:49

1,828e-007 Máx.

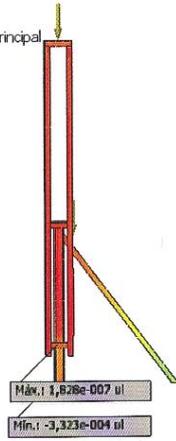
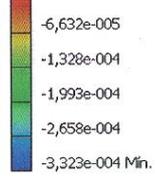


Tipo: Tercera deformación principal

Unidad: ul

27/12/2013, 10:30:49

1,828e-007 Máx.



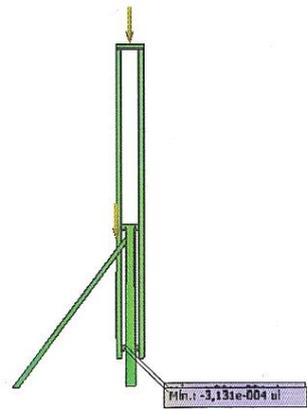
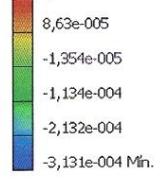
### Deformación XX

Tipo: Deformación XX

Unidad: ul

27/12/2013, 10:30:51

1,861e-004 Máx.

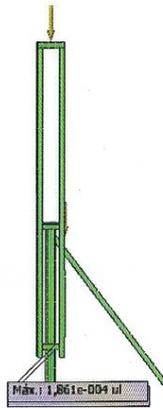
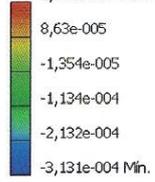


Tipo: Deformación XX

Unidad: ul

27/12/2013, 10:30:51

1,861e-004 Máx.



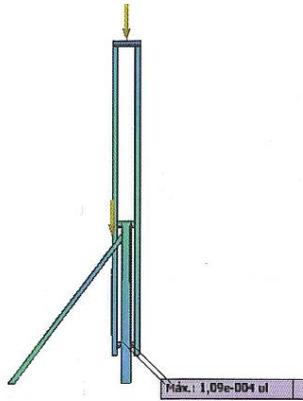
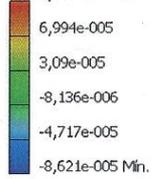
### Deformacion XY

Tipo: Deformacion XY

Unidad: ul

27/12/2013, 10:30:52

1,09e-004 Max.

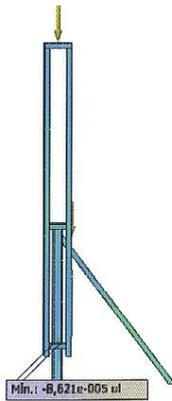
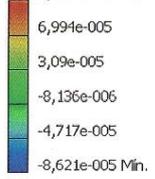


Tipo: Deformación XY

Unidad: ul

27/12/2013, 10:30:52

1,09e-004 Máx.

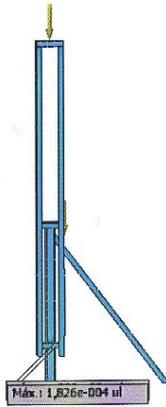


### Deformación XZ

Tipo: Deformación XZ  
Unidad: ul  
27/12/2013, 10:30:53  
1,826e-004 Máx.  
1,245e-004  
6,628e-005  
8,106e-006  
-5,007e-005  
-1,082e-004 Min.

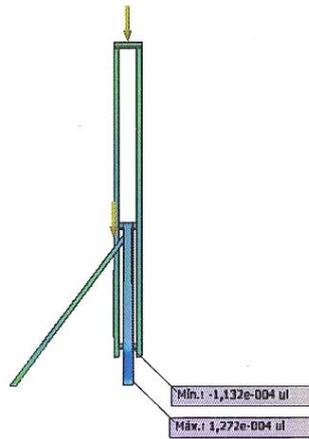


Tipo: Deformación XZ  
Unidad: ul  
27/12/2013, 10:30:53  
1,826e-004 Máx.  
1,245e-004  
6,628e-005  
8,106e-006  
-5,007e-005  
-1,082e-004 Min.

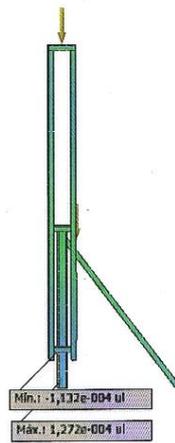


### Deformación YY

Tipo: Deformación YY  
Unidad: ul  
27/12/2013, 10:30:54  
1,272e-004 Máx.  
7,915e-005  
3,106e-005  
-1,703e-005  
-6,513e-005  
-1,132e-004 Min.

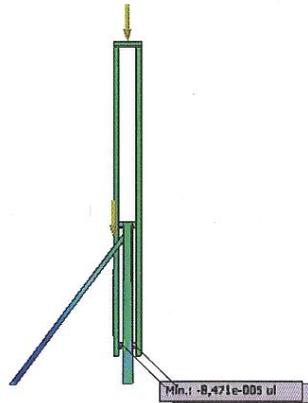


Tipo: Deformación YY  
Unidad: ul  
27/12/2013, 10:30:54  
1,272e-004 Máx.  
7,915e-005  
3,106e-005  
-1,703e-005  
-6,513e-005  
-1,132e-004 Min.

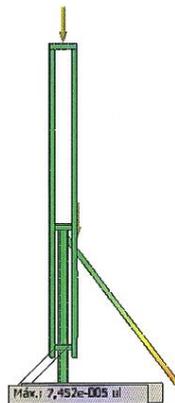


### Deformación YZ

Tipo: Deformación YZ  
Unidad: ul  
27/12/2013, 10:30:55  
7,452e-005 Máx.  
4,267e-005  
1,083e-005  
-2,102e-005  
-5,286e-005  
-8,471e-005 Min.

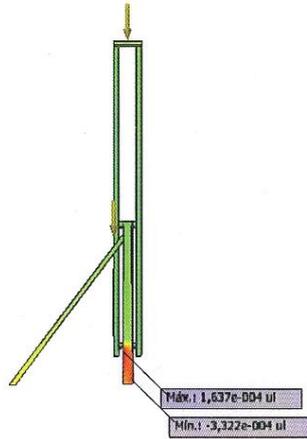


Tipo: Deformación YZ  
Unidad: ul  
27/12/2013, 10:30:55  
7,452e-005 Máx.  
4,267e-005  
1,083e-005  
-2,102e-005  
-5,286e-005  
-8,471e-005 Min.

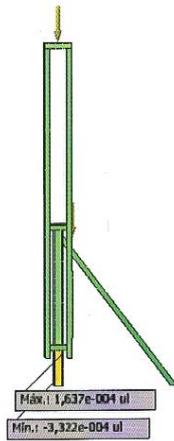


### Deformación ZZ

Tipo: Deformación ZZ  
Unidad: ul  
27/12/2013, 10:30:56  
1,637e-004 Máx.  
6,454e-005  
-3,465e-005  
-1,338e-004  
-2,33e-004  
-3,322e-004 Mín.

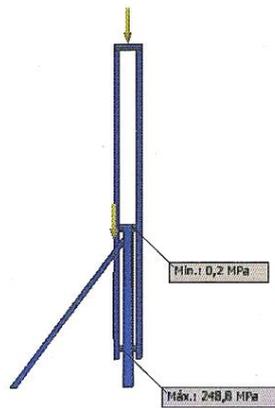


Tipo: Deformación ZZ  
Unidad: ul  
27/12/2013, 10:30:56  
1,637e-004 Máx.  
6,454e-005  
-3,465e-005  
-1,338e-004  
-2,33e-004  
-3,322e-004 Mín.

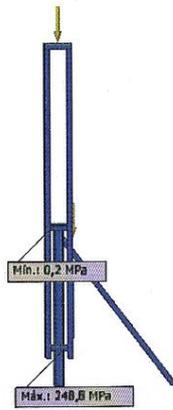
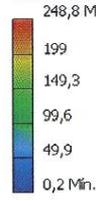


### Presión de contacto

Tipo: Presión de contacto  
Unidad: MPa  
27/12/2013, 10:30:57  
248,8 Máx.  
199  
149,3  
99,6  
49,9  
0,2 Mín.

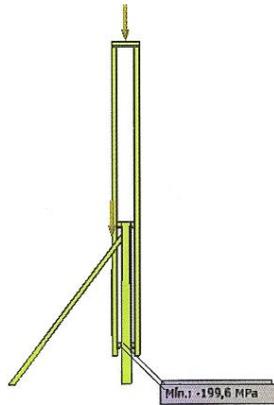
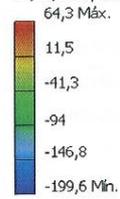


Tipo: Presión de contacto  
Unidad: MPa  
27/12/2013, 10:30:57

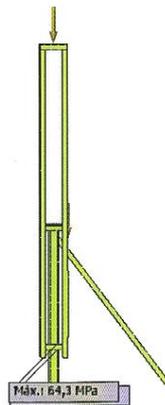
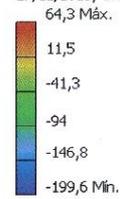


### Presión de contacto X

Tipo: Presión de contacto X  
Unidad: MPa  
27/12/2013, 10:30:58



Tipo: Presión de contacto X  
Unidad: MPa  
27/12/2013, 10:30:58



### Presión de contacto Y

Tipo: Presión de contacto Y

Unidad: MPa

27/12/2013, 10:31:00

41,15 Máx.

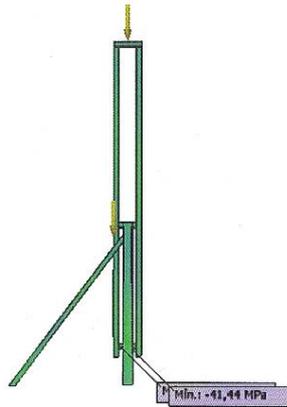
24,64

8,12

-8,4

-24,92

-41,44 Mín.



Tipo: Presión de contacto Y

Unidad: MPa

27/12/2013, 10:31:00

41,15 Máx.

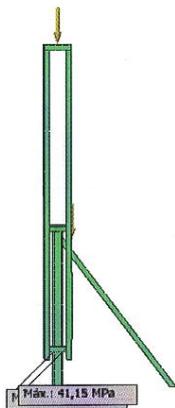
24,64

8,12

-8,4

-24,92

-41,44 Mín.



### Presión de contacto Z

Tipo: Presión de contacto Z

Unidad: MPa

27/12/2013, 10:31:01

144,6 Máx.

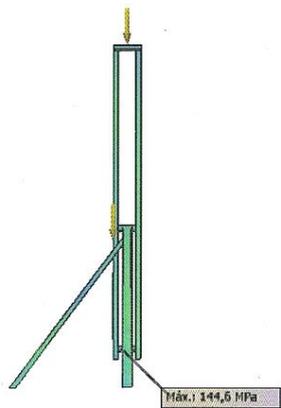
90,9

37,2

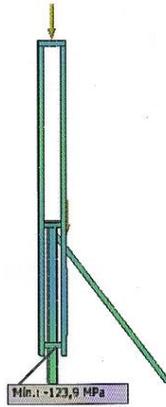
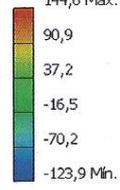
-16,5

-70,2

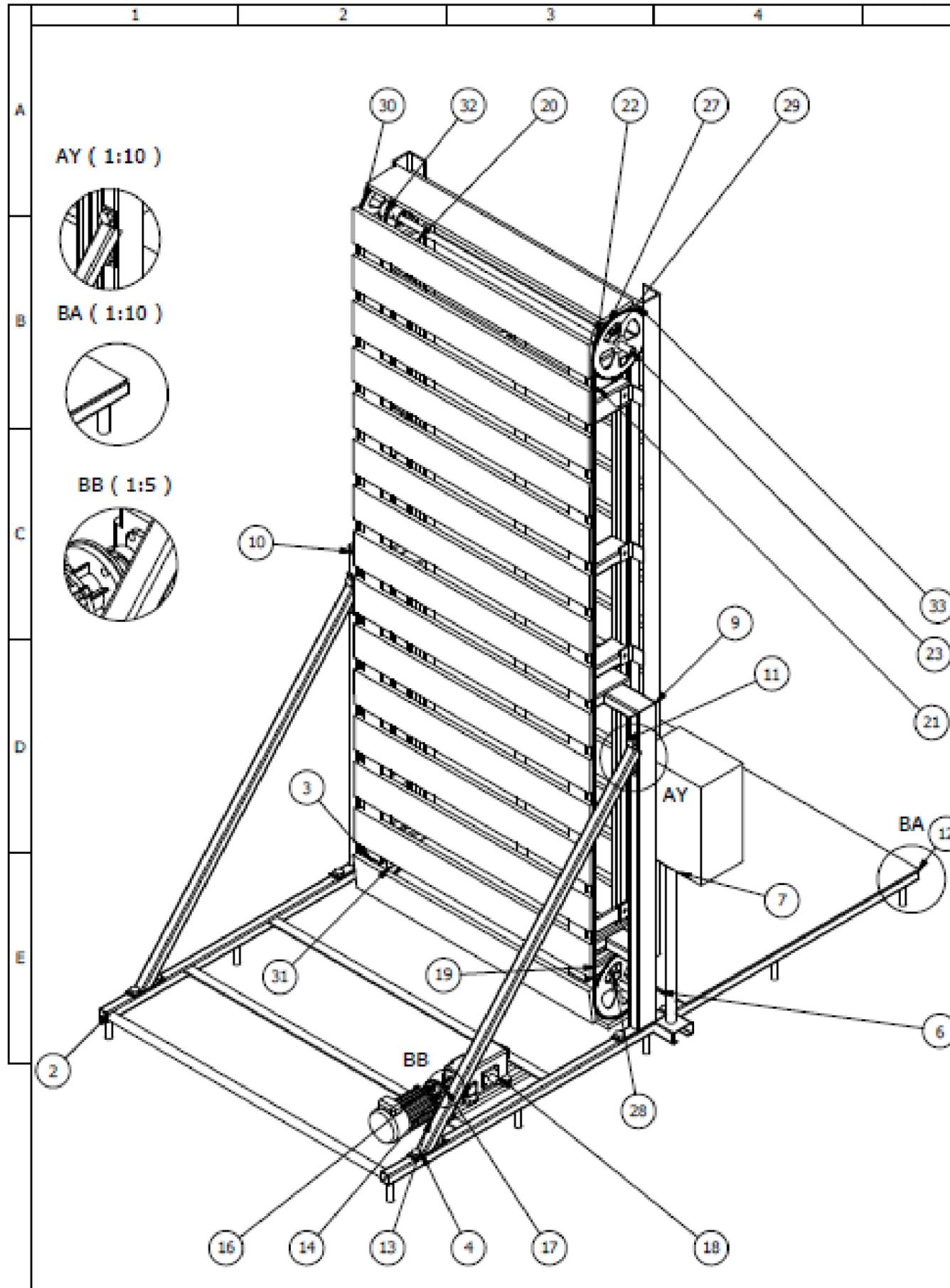
-123,9 Mín.



Tipo: Presión de contacto Z  
Unidad: MPa  
27/12/2013, 10:31:01  
144,6 M<sub>áx.</sub>

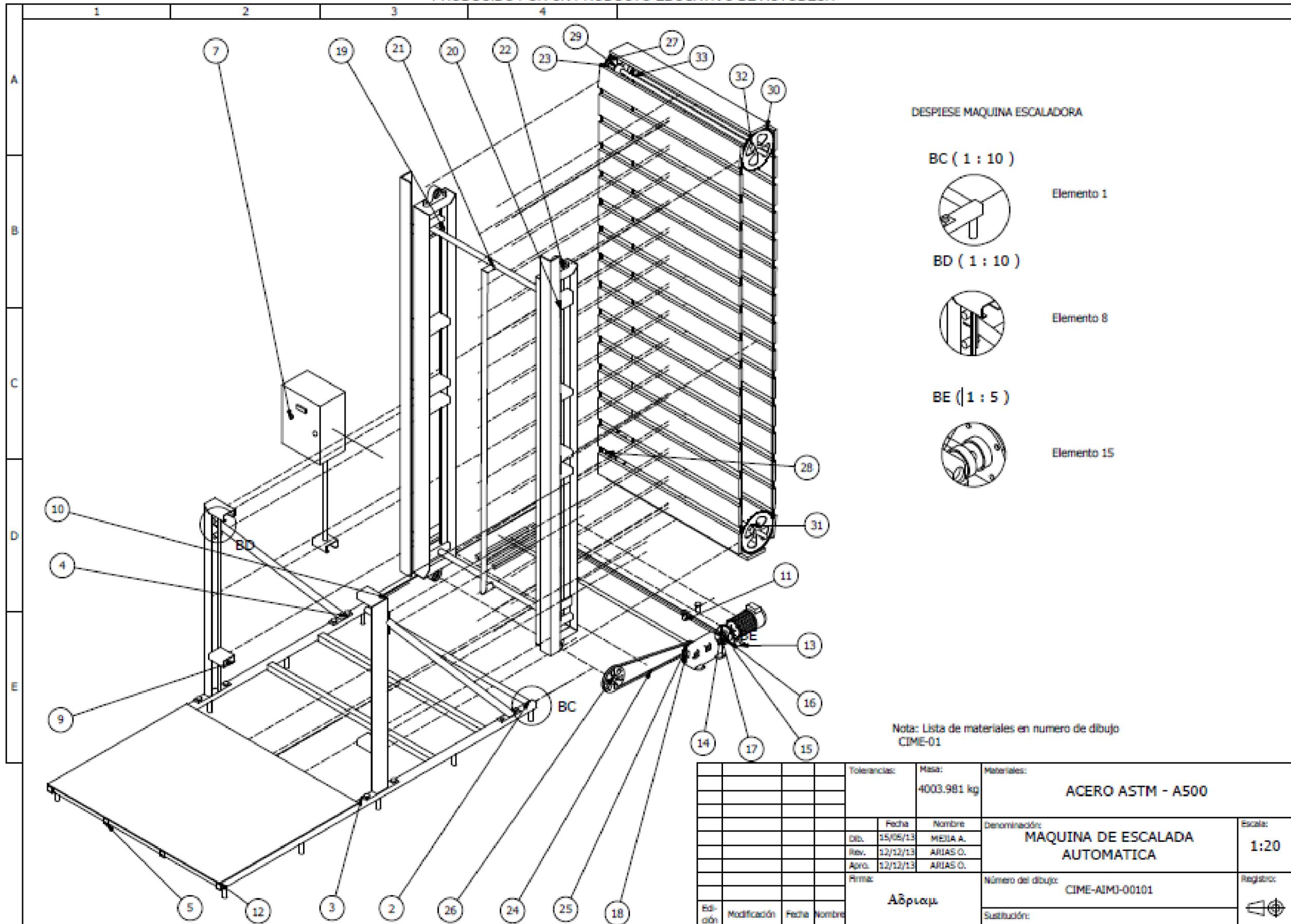


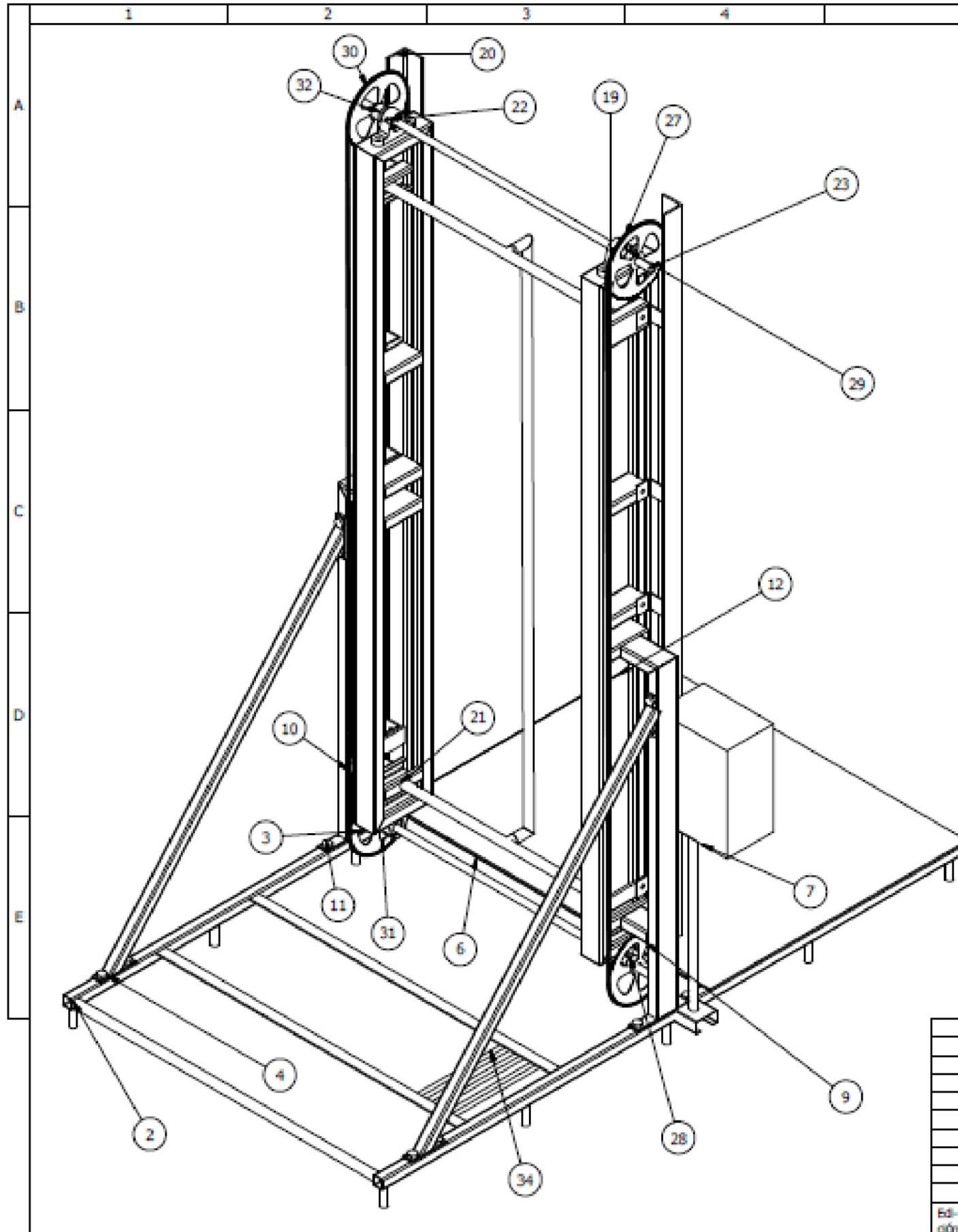
C:\Users\DELL\Desktop\estructura\Ensamblaje 5.iam



LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Base	Elemento BA
2	2580.000 mm	DIN2448 - 33.7 x 2.3 - 1290	Tubería
3	5000.000 mm	DIN 59 410 - 40x40x2.9-2500	Tubos de acero cuadrados moldeados en caliente
4	3059.940 mm	DIN 59 410 - 40x40x2.9-1529.97	Tubos de acero cuadrados moldeados en caliente
5	2100.000 mm	EN 10210-2 - 40 x 40 x 2.5 - 1050	Tubo
6	2660.000 mm	EN 10210-2 - 40 x 40 x 2.5 - 1330	Tubo
7	110.000 mm	JIS G 3350D - 4181 90x45x20-110	Canal de acero con reborde
8	1	PerfilLateralCuadrada	Elemento AY
9	1	Cperfil	
10	1	Cperfil1	
11	12	Pernos	
12	1	PlanchaTol	
13	1	Motor	
14	1	SujetadorEjeMotor	
15	1	EjeMotor1	Elemento BB
16	1	SujetadorCajaReductor	
17	2	Rodamiento	
18	1	CajaReductora	
19	1	EstructuraSoporte	
20	1	LateralEstructuraSoporte	
21	1	EnsembleEstructura	
22	4	ChumaceraCojinete	
23	2	ejetransmision	
24	1	Correa trapezoidal	
25	1	Polea ranurada1	
26	1	Polea ranurada2	
27	1	Cadena de rodillos	
28	1	Rueda dentada de cadena de rodillos1	
29	1	Rueda dentada de cadena de rodillos2	
30	1	Cadena de rodillos2_MIR	
31	1	Rueda dentada de cadena de rodillos12_MIR	
32	1	Rueda dentada de cadena de rodillos22_MIR	
33	1	Tablones	
34	3	basecajareduct.	

Tolerancias:		Masa:		Materiales:	
		4003,981 KG		ACERO ASTM - A500	
Fecha:		Nombre:		Denominación:	
15/05/13		MEJA A.		MAQUINA DE ESCALADA AUTOMATICA	
Rev.:		Apro.:		Escala:	
12/07/13		12/07/13		5:1	
		ARIAS O.		Registro:	
		ARIAS O.		CIME-AIMO-001	
Firma:		Número del dibujo:		Sustitución:	
Aδριανη					
Edición	Modificación	Fecha	Nombre		

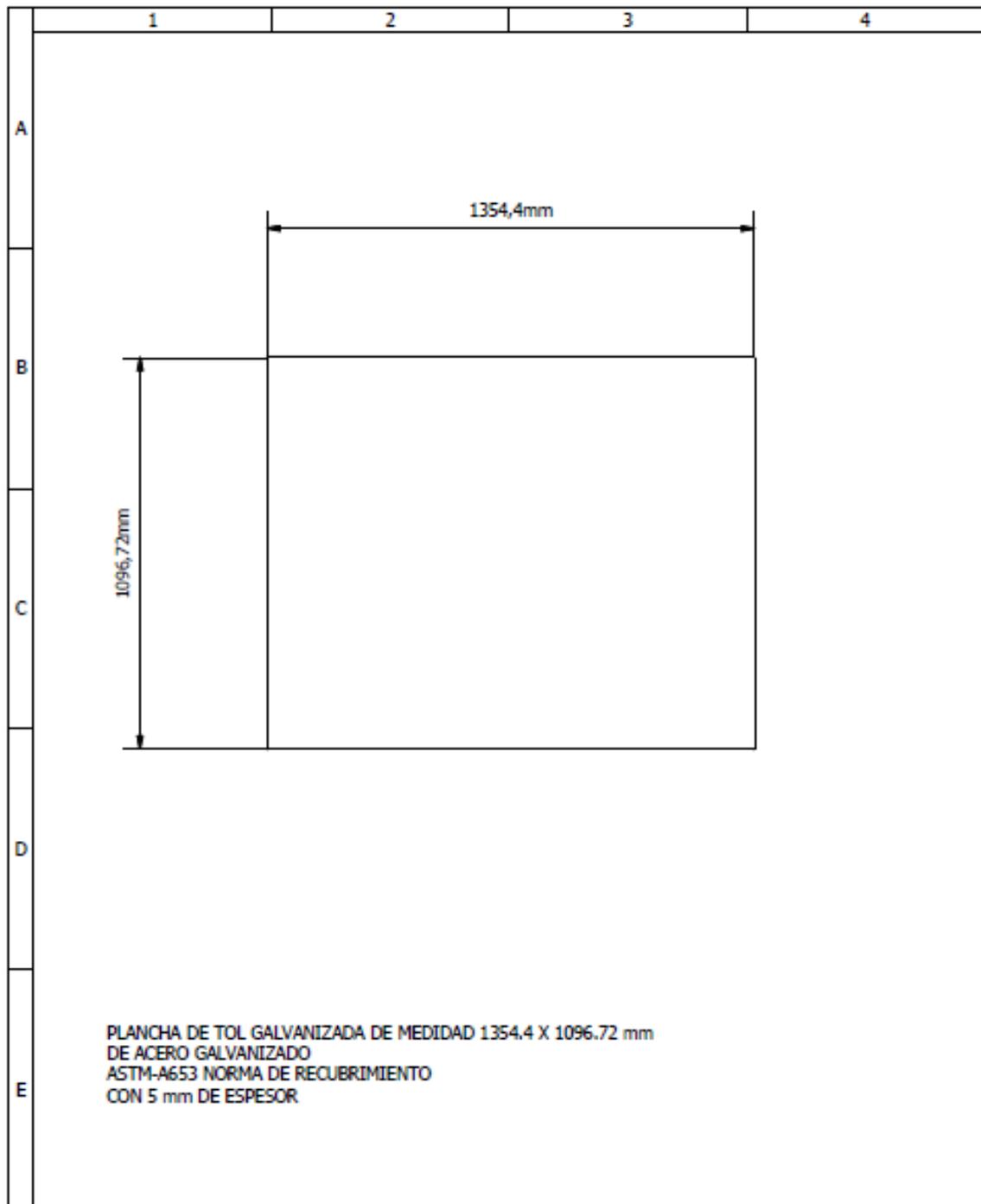




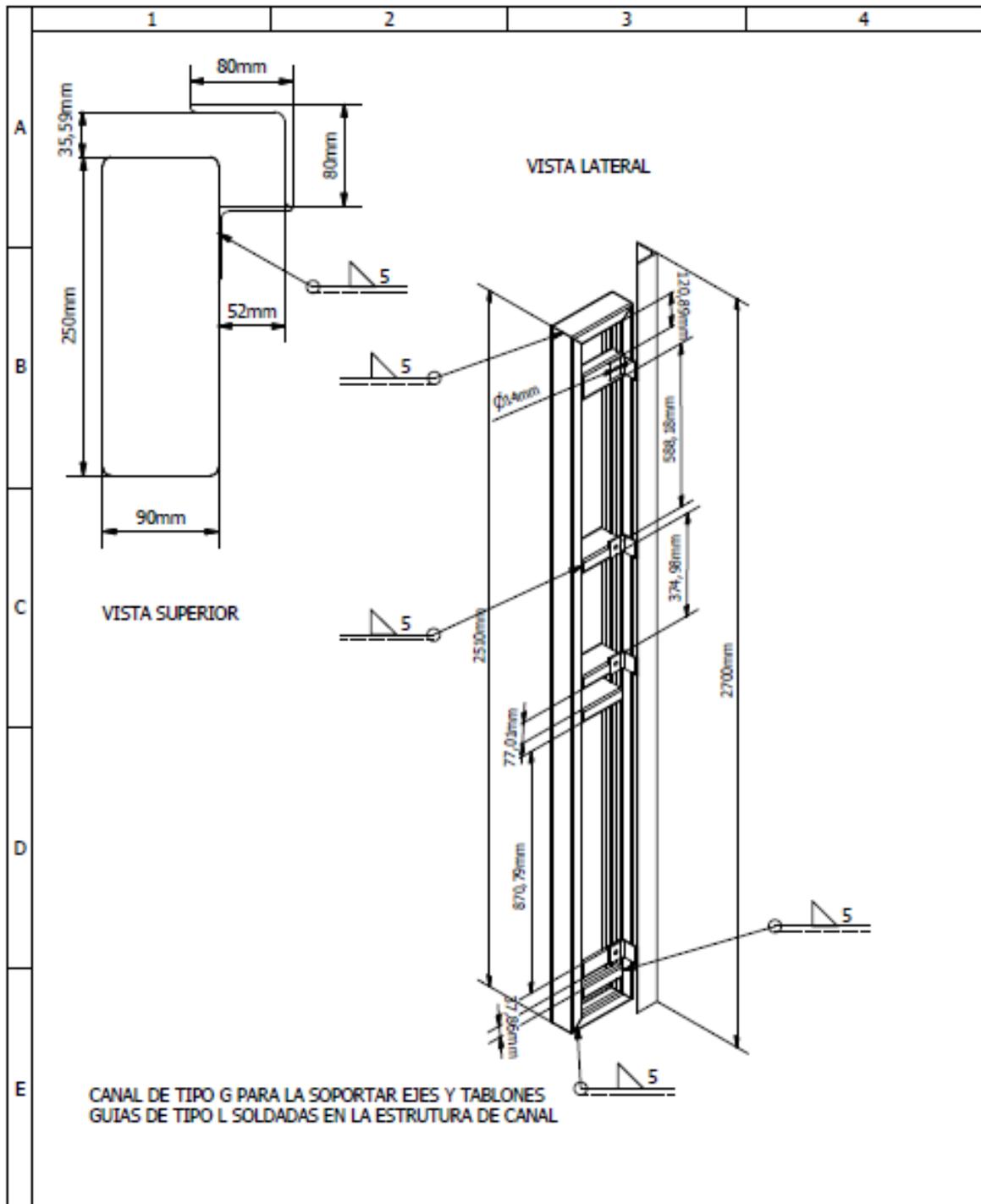
LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Base	
2	2580.000 mm	DIN2448 - 33.7 x 2.3 - 1290	Tubería
3	5000.000 mm	DIN 99 410 - 40x40x2.9-2500	Tubos de acero cuadrados moldeados en caliente
4	3059.940 mm	DIN 99 410 - 40x40x2.9-1529.97	Tubos de acero cuadrados moldeados en caliente
5	2100.000 mm	EN 10210-2 - 40 x 40 x 2.5 - 1050	Tubo
6	2660.000 mm	EN 10210-2 - 40 x 40 x 2.5 - 1330	Tubo
7	110.000 mm	JIS G 3350D - 4181 90x45x20-110	Canal de acero con reborde
8	1	Perfil Lateral Cuadrada	
9	1	Cperfil	
10	1	Cperfil1	
11	12	Pernos	
12	1	Plancha Tol	
19	1	Estructura Soporte	
20	1	Lateral Estructura Soporte	
21	1	Ensamble Estructura	
22	4	Chumacera Cojinete	
23	2	ejetransmision	
27	1	Cadena de rodillos	
28	1	Rueda dentada de cadena de rodillos1	
29	1	Rueda dentada de cadena de rodillos2	
30	1	Cadena de rodillos2_MIR	
31	1	Rueda dentada de cadena de rodillos12_MIR	
32	1	Rueda dentada de cadena de rodillos22_MIR	
34	3	basecajareduct	

Tolerancias:		Masa:	Materiales:	
		4000 kg	ACERO ASTM A-500	
Fecha:		Nombre:	Denominación:	Escala:
Dib.	12/05/13	MEIDA A.	ESTRUCTURA	1:15
Rev.	12/12/13	ARIAS O.		
Apro.	12/12/13	ARIAS O.		
Firma:		Número del dibujo:		Registro:
Αδριαμ		CIME-AJMO-002		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución:



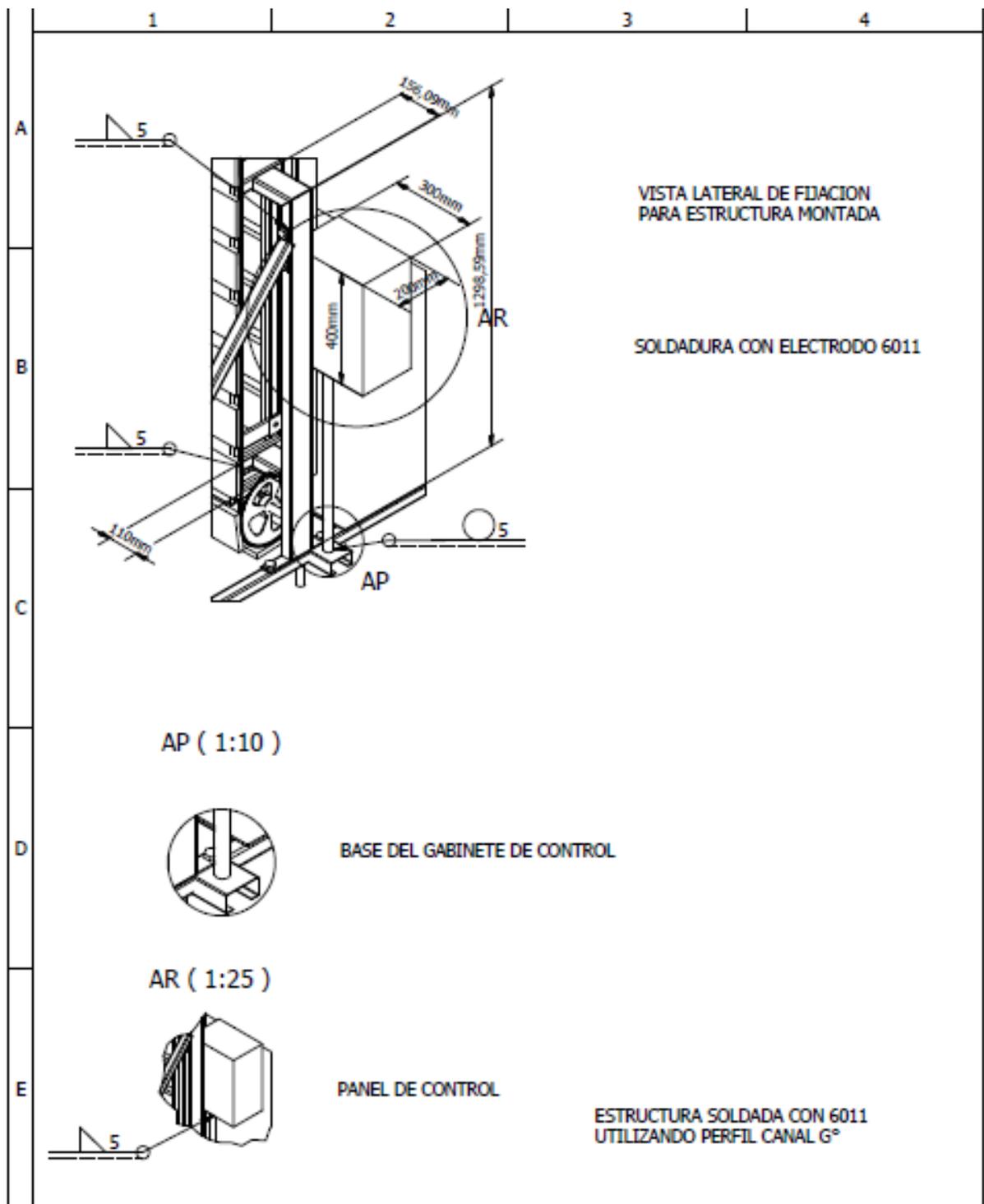


				Tolerancias:	Masa: 2.5 kg	Materiales: <b>ALUMINIO</b>			
						Denominación: <b>BASE</b>		Escala: 1:6	
				Fecha	Nombre				
				Dib.	15/05/13			MEJIA A.	
					Rev.	12/12/13	ARIAS O.		
					Apro.	12/12/13	ARIAS O.		
				Firma: <b>Αδριαμ</b>			Número del dibujo: CIME-AIMJ-00201		Registro:
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				Sustitución:		



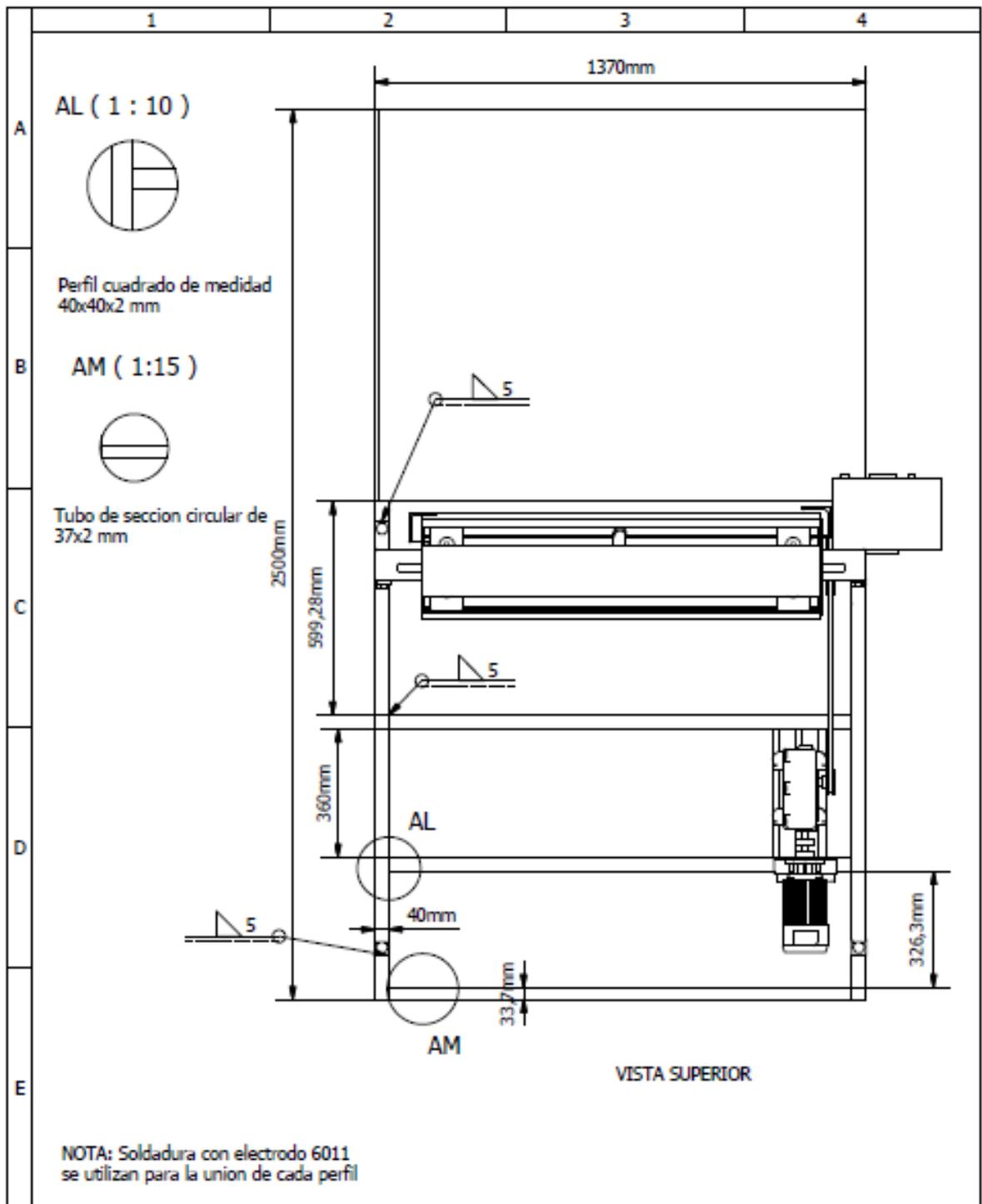
				Tolerancias:	Masa: 15.94 kg	Materiales: ACERO ASTM-A500	
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dib.	15/05/13	MEJIA A.	
				Rev.	12/12/13	ARIAS O.	
				Apro.	12/12/13	ARIAS O.	
				Firma: Αδριαμ		Número del dibujo:	Registro:
						CIME-AIMJ-00202	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución:			



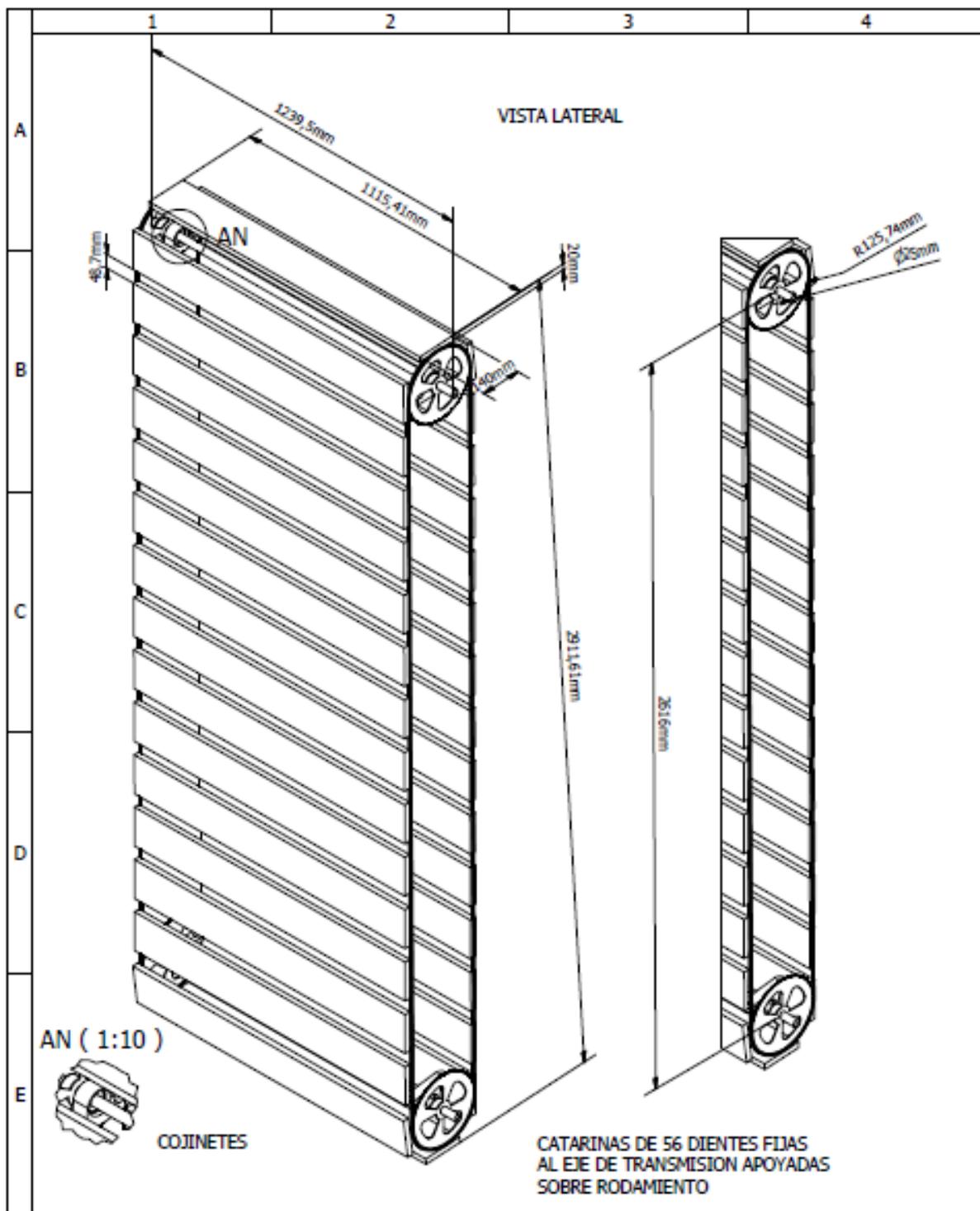


				Tolerancias:	Masa:	Materiales:	
					2.25 kg	AERO ASTM A-500	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dib. 15/05/13	MEJIA A.	FIJACIONES LATERALES	1:10
				Rev. 12/12/13	ARIAS O.		
				Apro. 12/12/13	ARIAS O.		
				Firma:		Número del dibujo:	Registro:
				Αδριαμ		CIME-AIMJ-00203	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre		Sustitución:		





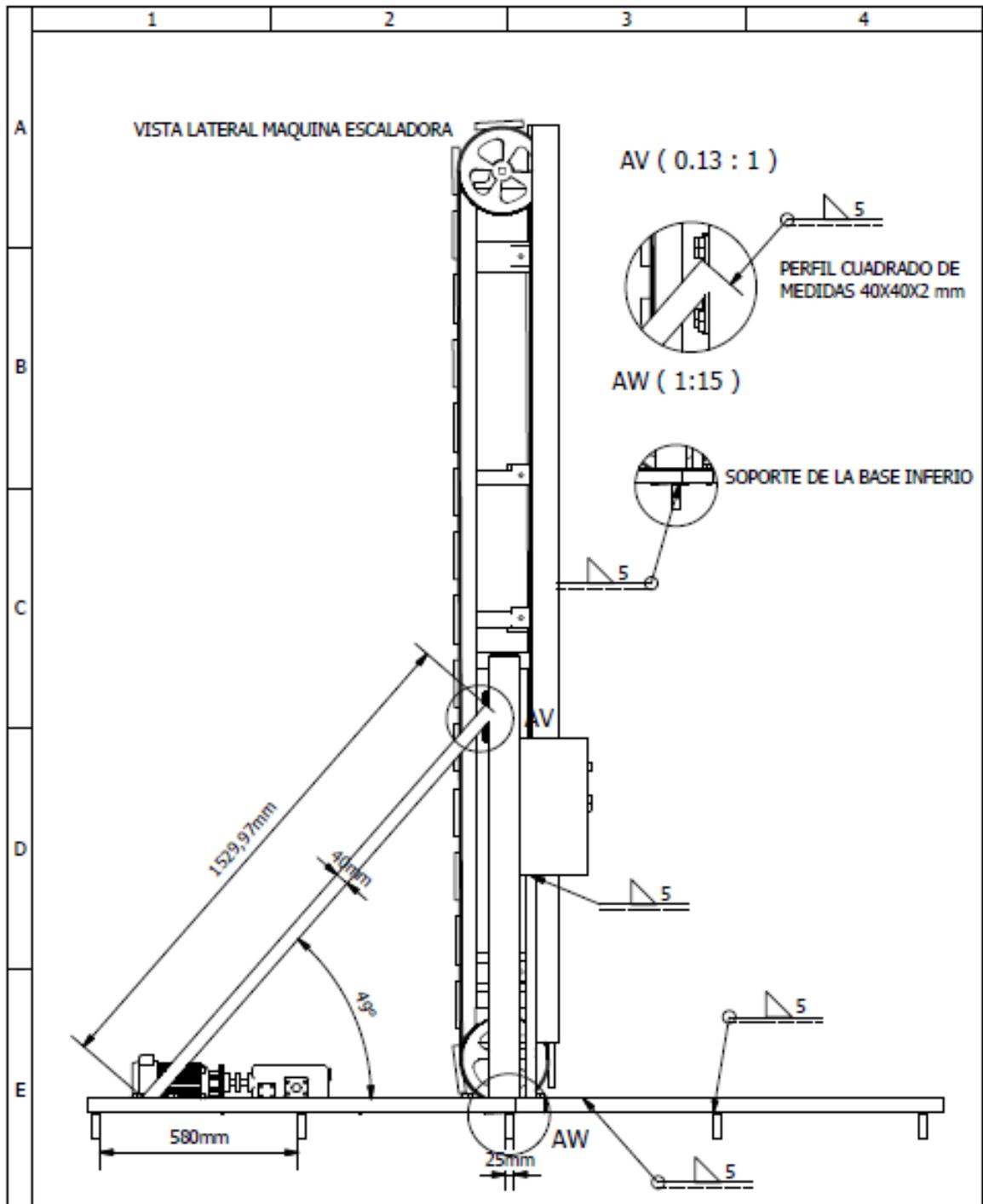
				Tolerancias:	Masa:	Materiales:		
					1334.6 kg	ACERO AST-A500		
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:	
				Dib. 15/05/13	MEJIA A.	<b>BASE INFERIOR</b>	1:8	
				Rev. 12/12/13	ARIAS O.			
				Apro. 12/12/13	ARIAS O.			
				Firma:		Número del dibujo:	Registro:	
				<b>Αδριαμ</b>		<b>CIME-AIMJ-00205</b>		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				Sustitución:	



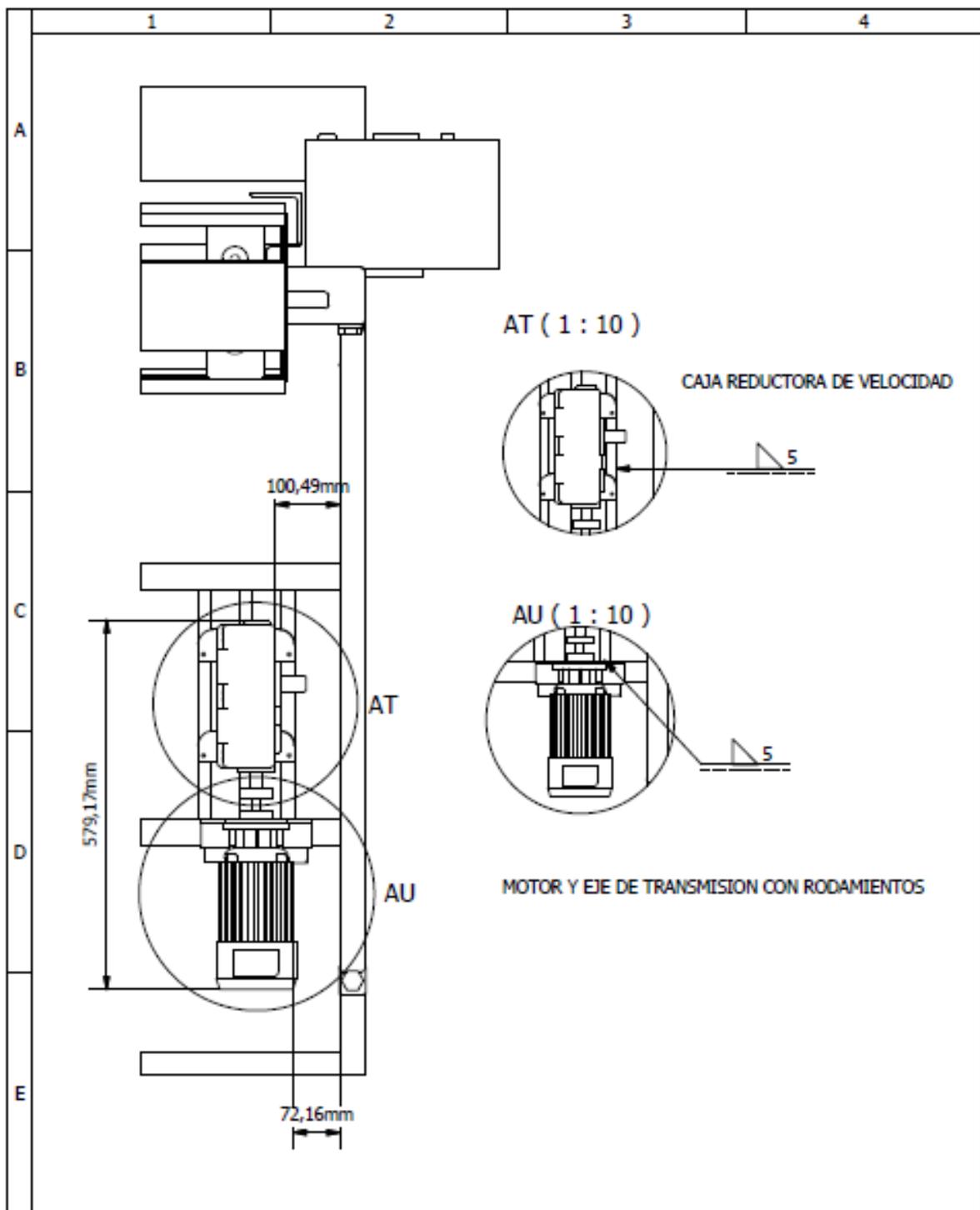
				Tolerancias:	Masa:	Materiales:	
					742.9 kg	ACERO ASTM - A500	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dib. 15/05/13	MEJIA A.	AREA DE ESCALADA	1:10
				Rev. 12/12/13	ARIAS O.		
				Apro. 12/12/13	ARIAS O.		
				Firma:		Número del dibujo:	Registro:
				Αδριαμ		CIME-AIMD-003	⊕
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	



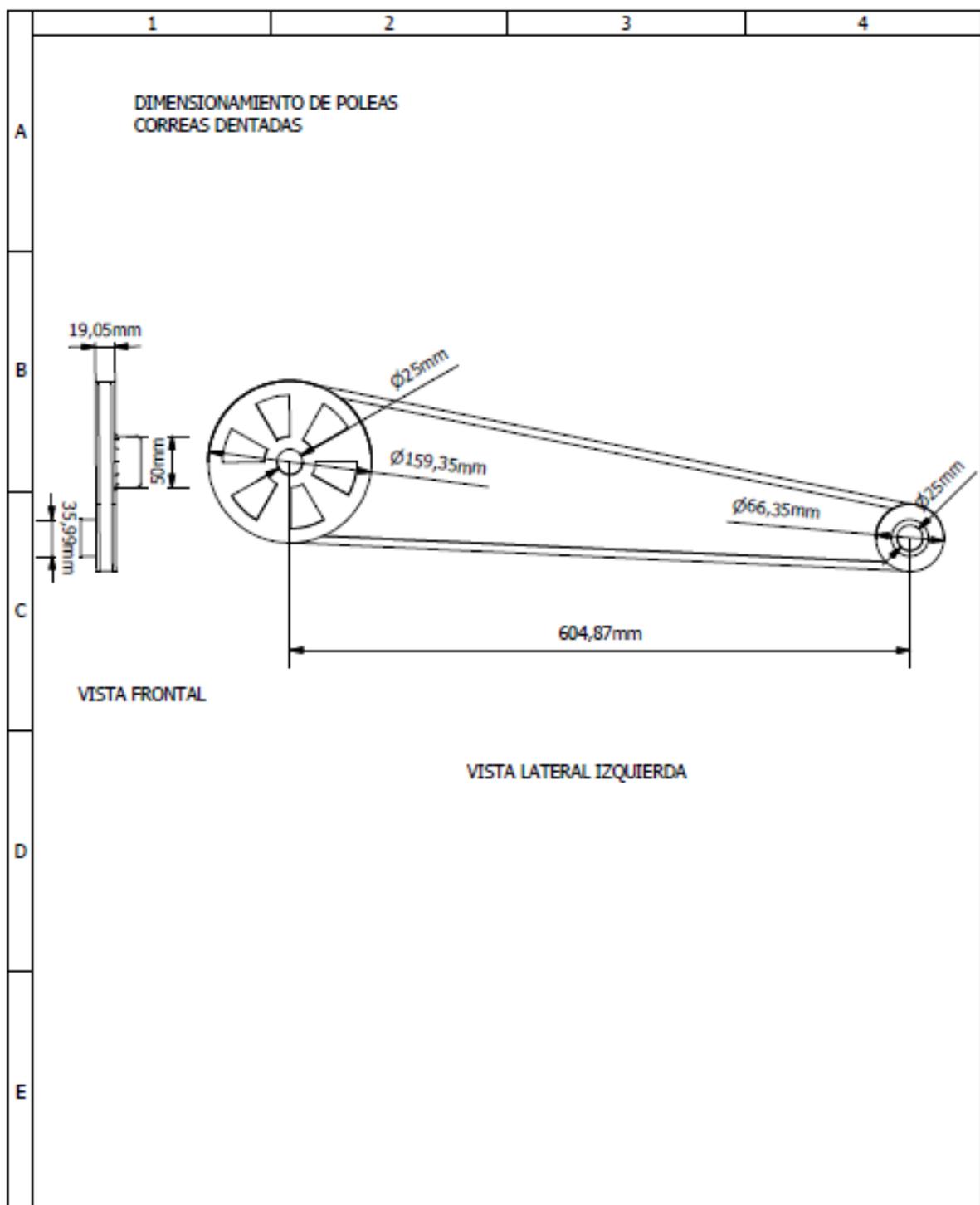




				Tolerancias:	Masa:	Materiales:	
					6.7 Kg	ACERO AST-A500	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dib. 15/05/13	MEJIA A.	VISTA LATERAL	1:5
				Rev. 12/12/13	ARIAS O.		
				Apro. 12/12/13	ARIAS O.		
				Firma:	Número del dibujo:		Registro:
				Αδριαμ	CIME-AIMJ-00303		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución:			



			Tolerancias:	Masa:	Materiales:	
				8,45 Kg	MATERIAL DE ACERO CROMO GCR15 2	
			Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dib. 15/05/13	MEJIA A.	MOTOR-REDUCTOR	1:5
			Rev. 12/12/13	ARIAS O.		
			Apro. 12/12/13	ARIAS O.		
			Firma:	Número del dibujo:		Registro:
			Αδριαμ	CIME-AIMJ-004		
Edición	Modificación	Fecha		Nombre	Sustitución:	



				Tolerancias:	Masa:	Materiales:			
					4.8 KG	ACERO ASTM-A500			
				Fecha	Nombre	Denominación:			Escala:
				Dib. 15/05/13	MEJIA A.	POLEAS			1:8
				Rev. 12/12/13	ARIAS O.				
				Apro. 12/12/13	ARIAS O.				
				Firma:	Número del dibujo:				Registro:
				Αδριαμ	CIME-AIMJ-00401				
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución:					