

AUTOMATIZACIÓN DE GRÚA MANUAL Y MÓVIL

ALFONSO RAFAEL ABAD MARTÍNEZ

IVÁN DAVID CARDOZO GUEVARA

DAVID MADERA SILVA

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE INGENIERÍA

TECNOLOGÍA MECÁNICA INDUSTRIAL

MEDELLÍN

2017

AUTOMATIZACIÓN DE GRÚA MANUAL Y MÓVIL

ALFONSO RAFAEL ABAD MARTÍNEZ

IVÁN DAVID CARDOZO GUEVARA

DAVID MADERA SILVA

Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo Mecánico Industrial

Asesor  
José Betancur  
Ingeniero Mecánico

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE INGENIERÍA

TECNOLOGÍA MECÁNICA INDUSTRIAL

MEDELLÍN

2017

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

\_\_\_\_\_  
Firma del presidente del jurado

\_\_\_\_\_  
Firma del jurado

\_\_\_\_\_  
Firma del jurado

Medellín, 12 de mayo de 2017

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	10
1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	11
2. JUSTIFICACIÓN	12
3. OBJETIVOS	13
3.1. OBJETIVO GENERAL	13
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
4. REFERENTES TEÓRICOS	14
4.1. COMPONENTES DEL ELEVADOR	14
4.1.1. Malacate	14
4.1.1.1. Tipos de malacates	15
4.1.2. Polea	17
4.1.2.1. Tipos de poleas	18
4.1.3. Rueda con frenos multidireccional	20
4.1.4. Cable	20
4.1.5. Contactor	21
4.1.6. Pulsadores	21
4.1.7. Final de carrera o microswitch	22
4.1.8. Motores eléctricos	22
4.1.8.1. Tipos de motores eléctricos	23
4.1.9. Motorreductores	24
4.1.10. Inversión de giro de motores trifásicos	26
4.1.11. Proceso de soldadura	27
4.1.11.1. Reseña histórica	27
4.1.11.2. Tipo de soldadura	27
4.1.12. Electrodo	31
4.1.13. Tipo de perfilería estructura	32
5. METODOLOGÍA	34
6. RESULTADOS DEL PROYECTO	35
6.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	35
6.2. DISEÑO Y SELECCIÓN DEL ELEVADOR	35

6.2.1. Pasos para el diseño del elevador	38
6.3. ELEMENTOS Y DISTRIBUCIÓN PARA LA ELABORACIÓN DEL ELEVADOR	38
6.3.1. Elementos del elevador	38
6.3.1.1. Estructura	38
6.3.1.2. Mecanismos	39
6.4. DATOS Y CÁLCULOS PARA EL DISEÑO DEL ELEVADOR	40
6.4.1. Datos y cálculos del motor reductor	40
6.4.2. Datos y cálculos para la estructura del elevador	41
6.5. MANUAL DE USO	45
6.6. PRESUPUESTO	47
7. CONCLUSIONES	48
8. RECOMENDACIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	50
ANEXOS	51

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Ficha técnica	33
Tabla 2. Ventajas y desventajas en los tipos de elevadores	36
Tabla 3. Datos y cálculos del motor reductor. Datos del Motor reductor SIEMENS	40
Tabla 4. Relación de ecuaciones y significado de siglas	45
Tabla 5. Presupuesto	47

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Elevador	14
Figura 2. Malacate manual	15
Figura 3. Malacate eléctrico	17
Figura 4. Malacate hidráulico	17
Figura 5. Polea	18
Figura 6. Polea móvil	19
Figura 7. Polea simple móvil	19
Figura 8. Polea compuesta	20
Figura 9. Rueda con frenos multidireccional	20
Figura 10. Cable	21
Figura 11. Contactor	21
Figura 12. Pulsadores	22
Figura 13. Final de carrera o microswitch	22
Figura 14. Motor de corriente alterna	23
Figura 15. Motor de corriente continua	24
Figura 16. Motorreductor	24
Figura 17. Principios básicos de un motorreductor	25
Figura 18. Fórmula de combinación de potencia, par y velocidad en un motorreductor	25
Figura 19. Circuito	26

Figura 20. Proceso de soldadura	28
Figura 21. Soldadura SMAW	28
Figura 22. Proceso de soldadura TIG (GTAW)	29
Figura 23. Proceso de soldadura MIG	30
Figura 24. Proceso de soldadura plasma	31
Figura 25. Electrodo	31
Figura 26. Tipo de perfilería estructura	32
Figura 27. Elevador hidráulico	36
Figura 28. Elevador eléctrico fijo	37
Figura 29. Elevador eléctrico móvil	37
Figura 30. Plano 1. Plano eléctrico. Diagrama de potencia y de control	39
Figura 31. Estructura y componentes del elevador	40
Figura 32. Gráfica, resistencia del material	41
Figura 33. Gráfica de esfuerzo brazo horizontal	42
Figura 34. Gráfica de esfuerzo soporte diagonal	43
Figura 35. Gráfica de esfuerzo diagonal 1	44
Figura 36. Gráfica de esfuerzo diagonal 2	44

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. Estructura del elevador	51
Anexo 2. Transmisión mecánica	51
Anexo 3. Piñón y eje de transmisión	52
Anexo 4. Motor reductor	52
Anexo 5. Caja reductora con piñón y eje de transmisión	53
Anexo 6. Estructura del elevador con acabado	53
Anexo 7. Plano 2. Eje de transmisión	54
Anexo 8. Plano 3. Rodachinas	55
Anexo 9. Plano 4. Polea	56
Anexo 10. Plano 5. Isométrico y vistas del elevador	57
Anexo 11. Plano 6. Ensamble parcial sin motor	58
Anexo 12. Plano 7. Ensamble total	59

## **INTRODUCCIÓN**

La Institución Universitaria Pascual Bravo, sede Robledo, ofrece diferentes programas académicos, entre ellos, el de Tecnología Electromecánica, y para cumplir su misión formadora cuenta con laboratorios en los cuales se desarrolla la parte práctica de las materias o proyectos que así lo requieran, entre ellos, el laboratorio de máquinas y herramientas del bloque 5, el cual es uno de los que más se utilizan como espacio para la fabricación de piezas por parte de los estudiantes, laboratoristas y docentes. Conforme a lo anterior, se pretende diseñar y fabricar un elevador móvil con un sistema electromecánico acoplado a un malacate o cabrestante para levantar cabezales de fresadoras y para facilitar actividades y reducir tiempos de operación.

Con el desarrollo de este proyecto se pretende, además, garantizar que la labor de hacer el cambio de cabezales en las fresadoras sea más segura y ágil, pues con este equipo se busca minimizar el riesgo asociado a la manipulación de piezas o partes pesadas.

## **1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Sucede muy a menudo que en algunos talleres y laboratorios de las universidades no se cumple con la logística y elementos necesarios para brindar la seguridad y protección de los estudiantes y el personal que utilizan las máquinas y herramientas, por lo cual puede ser común que las instituciones no ofrezcan este tipo de elementos ni las capacitaciones necesarias para evitar situaciones peligrosas, como cuando se manipulan elementos pesados, en este caso, un cabezal de fresadora.

A propósito, la Institución Universitaria Pascual Bravo cuenta con una fresadora vertical que se utiliza para las prácticas del personal estudiantil y para la elaboración de piezas de mecanizado.

Ahora bien, para que este equipo trabaje distintas piezas debe ser removido un cabezal que determina cómo se va a proceder y a trabajar, y he aquí el problema, puesto que para remover, reemplazar y cambiar cada cabezal móvil se aplica el esfuerzo humano generado por dos o tres personas, lo cual no es conveniente si se conoce que su peso oscila entre 80 y 90 kg. Esto puede ocasionar lesiones, fracturas, golpes y daños muy graves. De aquí surge por ello la necesidad de la elaboración de dicha estructura que permitirá elevar el cabezal de la fresadora.

## 2. JUSTIFICACIÓN

La importancia de este estudio surgió de la necesidad de diseñar y construir una estructura capaz de levantar el cabezal móvil de una fresadora, con el fin de disminuir el esfuerzo generado por el personal de la Institución Universitaria Pascual Bravo (por lo general, son dos o tres personas). Dicha estructura diseñada logrará un control y manejo fácil, gracias a un mando que permite accionar un motor de doble giro (dependiendo si se va a subir o bajar una carga). A su vez, contará con un final de carrera con el cual habrá un control sobre la altura máxima a la cual podrá subir cualquier carga, siempre respetando el peso máximo y nominal del elevador.

En cuanto a las ventajas que generará este elevador de cabezal, lo más relevante es la seguridad laboral, ya que al ser levantada una carga por un motor evitará riesgos, lesiones o accidentes más graves, puesto que los cabezales de la fresadora tienen un peso que oscila entre 40 kg y 90 kg, valores que están por encima de lo que estipulan las diferentes normas de las ARL (aseguradora de riesgos laborales), por lo cual se corre el riesgo de presentar lesiones por sobreesfuerzos.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar y elaborar un elevador para cabezote de fresadora con el fin de facilitar actividades y reducir tiempos de operación en talleres de mecánica en la Institución Universitaria Pascual Bravo.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Ensamblar una transmisión que controle de manera segura las velocidades del motor reductor del elevador.

Calcular los esfuerzos a los cuales se ve sometida la estructura del elevador.

Mejorar las medidas de seguridad a las que están expuestos los estudiantes a la hora de hacer el cambio de cabezote.

## 4. REFERENTES TEÓRICOS

### 4.1. COMPONENTES DEL ELEVADOR

**4.1.1. Malacate.** Es un dispositivo mecánico, compuesto por un engranaje impulsado manualmente, por un animal, una máquina de vapor, eléctrica o hidráulica, unido a un rodillo o cilindro giratorio que enrolla un cable o una cuerda que sirve para arrastrar, levantar y/o desplazar objetos o grandes cargas<sup>1</sup>.

En otra acepción, un malacate es un equipo de seguridad diseñado para transportar verticalmente materiales durante una construcción u obras con altura importante, obras de minería y túneles.

Algunos malacates tienen dispositivos de seguridad que permiten el transporte de personas, pero, generalmente, son piezas que contienen un tambor donde se enrolla un cable de acero, un embrague, una transmisión y estos son fijados a una superficie o vehículo.

La longitud del cable es esencial, pues como mínimo debe tener 20 metros, pero los más recomendables son los 40 o 50 metros<sup>2</sup>.

- Capacidad de Tracción de carga de 5,000 Kg.
- Capacidad de elevación de Carga 3,500 Kg
- Dimensiones 720 x 320 x 140 (mm).
- Usa cable No. 1KW93
- Largo: 74cm
- Fuerza: 81 Kg
- Dimensiones: 720 X 320 X 140
- Capacidad: 3,500 Kg.
- Capacidad de tracción de carga: 3,500 Kg.

Figura 1. Elevador.



Fuente: <https://www.hpctecnologias.com/>

<sup>1</sup>Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki?curid=1808068>

<sup>2</sup> Another student's paper: Author: SERGIO CAMILO GARZON GIRALDO; Submitted: Sun, Jun 26 2016, 12:36 AM; Filename: INFORME\_MANUFACTURASERGIO GARZONDPI\_1020153.pdf

#### 4.1.1.1. Tipos de malacates

**a) Malacate manual.** Los malacates (del náhuatl malacatl, huso, cosa giratoria) eran máquinas de tipo cabrestante, de eje vertical, muy usadas en las minas para extraer minerales y agua, que inicialmente tenían un tambor en lo alto del eje, y en su parte baja la, o las, varas a las que se enganchan las caballerías que lo movían. Posteriormente pasaron a utilizar energía eléctrica para mover un tambor horizontal y a estar en lo alto de una torre. Hoy en día se usa esta denominación para denominar a los cabrestantes en muchas partes de América Latina<sup>3</sup>.

Características. Consiste en un rodillo giratorio, alrededor del cual se enrolla un cable o una maroma, provocando el movimiento en la carga sujeta al otro lado del mismo. En los cabrestantes manuales, unas barras cruzadas en los extremos del cilindro giratorio permiten aplicar la fuerza necesaria. Son parte integral, entre otras cosas, del equipamiento náutico.

El cable puede ser de acero o un material sintético, como kevlar. El kevlar es más ligero y aguanta mejor los tirones, pero es menos resistente a las rozaduras durante el arrastre.

Usos y aplicaciones. La utilización de cabrestantes también está extendida a una gran variedad de labores industriales, entre las cuales se encuentra la minería. En minería los cabrestantes se emplean para la extracción de materiales y personal en jaulas o trenes de vagones procedentes del interior de la mina. En el caso de las jaulas, los cabrestantes se disponen en el castillete del pozo vertical, y permiten el izado de una jaula minera en vertical. En el caso de los trenes de vagones, los cabrestantes permiten tirar de los mismos mediante un cable de acero u otro dispositivo, rodando el tren de vagones por la superficie inclinada<sup>3</sup>.

Figura 2. Malacate manual.



Fuente: [http://images.locanto.com.mx/1245289130/VENTA-DE-MALACATE-MANUAL-PARA-HAMACA\\_1.jpg](http://images.locanto.com.mx/1245289130/VENTA-DE-MALACATE-MANUAL-PARA-HAMACA_1.jpg)

<sup>3</sup><https://es.wikipedia.org/wiki?curid=1808068>

**b) Malacate eléctrico.** Están compuestos por un motor eléctrico unido a un eje que transmite la fuerza a un engranaje, permitiendo así el desplazamiento del objeto.

Un malacate eléctrico permite mover cargas de importante capacidad, así como favorecer su levantamiento, siendo muy utilizado en empresas de construcción, talleres, tareas de excavación o para su uso en vehículos todoterreno. Cuenta con Equipos de Elevación para hacerte con malacates eléctricos de última generación.

Cuando las cargas son especialmente pesadas, un malacate eléctrico es de gran ayuda. Este equipo dispone de un rodillo giratorio alrededor del cual se enrolla un cable de acero (normalmente), generando el movimiento de la carga sujeta al mismo.

Dentro de las funciones y aplicaciones que los malacates eléctricos realizan está el ejecutar tareas para diferentes sectores industriales y otras de uso personal. Gracias a este potente equipo de seguridad cada una de ellas se efectúa de manera cómoda y sencilla.

Su extenso abanico de capacidades hace que sea posible encontrar *malacates eléctricos* para todo tipo de necesidades, pero siempre efectivos y capaces de ofrecer respuestas en los momentos más determinantes.

Los malacates eléctricos, gracias a su eficiencia y potencia, se aplican habitualmente en sectores como:

- La minería donde su utilización es indispensable debido a que facilita la extracción de materiales procedentes desde el interior.
- La industria metalúrgica y cementera donde son usados para remontar y descargar materiales u objetos a tolvas de forma eficaz.
- En trabajos de excavación, así como para el arrastre de vehículos y otras situaciones de emergencia.

Gracias a su sencillo empleo permite al personal ejecutar labores con total seguridad, optimizando el trabajo pesado.

Para su uso en el campo de la construcción, el malacate eléctrico es una excelente elección por las siguientes características:

- Fuerte potencia de tracción.
- Freno.
- Tambor soldado en alta resistencia, seguro y confiable.

A estos distintivos cabe añadir su gran capacidad de resistencia, un motor de mucho arranque, variados modelos, diferentes formas y tamaños. Cada tipo está diseñado para cumplir adecuadamente cada tarea asignada y ser ocupado eficazmente en diversas aplicaciones mecánicas como cargar peso, descargar, mover, levantar y/o transportar

grandes objetos. Está especialmente diseñado para soportar cargas de 300 kilos hasta 2 toneladas con total comodidad.

Figura 3. Malacate eléctrico.



Fuente: [https://http2.mlstatic.com/aparejo-electrico-500-kg-malacate-guinche-oferta-garantia-D\\_NQ\\_NP\\_4569-MLA37310528\\_1147-O.jpg](https://http2.mlstatic.com/aparejo-electrico-500-kg-malacate-guinche-oferta-garantia-D_NQ_NP_4569-MLA37310528_1147-O.jpg)

**c) Malacate hidráulico.** Son utilizados para soportar y levantar mayores cargas. A diferencia de los anteriores su principio de funcionamiento se basa en la fuerza que genera un aceite poco compresible para soportar cargas.

Figura 4. Malacate hidráulico.



Fuente: [https://img.milanuncios.com/fg/1019/34/101934768\\_1.jpg?](https://img.milanuncios.com/fg/1019/34/101934768_1.jpg?)

**4.1.2. Polea.** Una polea, es una máquina simple que sirve para transmitir una fuerza. Se trata de una rueda, generalmente maciza y acanalada en su borde, que, con el curso de una cuerda o cable que se hace pasar por el canal ("garganta"), se usa como elemento de transmisión para cambiar la dirección del movimiento en máquinas y mecanismos. Además, formando conjuntos —aparejos o polipastos— sirve para reducir la magnitud de la fuerza necesaria para mover un peso. Según definición de Hatón de la Goupillière, «la polea es el punto de apoyo de una cuerda que moviéndose se arrolla sobre ella sin dar una vuelta completa» actuando en uno de sus extremos la resistencia y en otro la potencia.

La historia de los ascensores se inició con la invención de la POLEA por parte del matemático Arquímedes, en el siglo III a.C. Esta máquina simple se puede disponer de muy distintas formas (simple fija, simple móvil, polipasto), transmitiendo las fuerzas involucradas de una forma diferente. Los primeros ascensores utilizaban sistemas de poleas para elevar mercancías, de ahí el nombre de montacargas. Existen dos tipos de ascensores: los hidráulicos u oleodinámicos; y los eléctricos (más habituales), que utilizan el sistema de POLEA de tracción con contrapeso para minimizar el esfuerzo del motor<sup>4</sup>.

Arquímedes de Siracusa también fue el inventor de las POLEAS COMPUESTAS, basada en el principio de la palanca, empleándola para mover un gran barco para sorpresa del escéptico Hierón. El empeño del rey Hierón era la construcción de una gran flota e hizo construir la mayor nave de su época, la Syrakosa, que pesaba 4,200 toneladas y que en el momento de su botadura quedó encallada<sup>4</sup>.

Figura 5. Polea.



Fuente:

<http://www.ferreteriamontiel.com/media/catalog/product/cache/1/image/1800x/0f1a251f656f9e084e8d07ce2f947450/1/0/x10649.jpg.pagespeed.ic.CY17rdkqYs.jpg>

#### 4.1.2.1. Tipos de poleas

**a) Polea móvil.** La polea móvil no es otra cosa que una polea de gancho conectada a una cuerda que tiene uno de sus extremos anclados a un punto fijo y el otro (extremo móvil) conectado a un mecanismo de tracción.

Estas poleas disponen de un sistema armadura-eje que les permite permanecer unidas a la carga y arrastrarla en su movimiento (al tirar de la cuerda la polea se mueve arrastrando la carga).

<sup>4</sup>[https://www.google.com/search?q=Another+student%27s+paper:+Author:+SERGIO+CAMILO+GARZON+GIRALDO%CD%BE+Submitted:+Sun,+Jun+26+2016,12:36+AM%CD%BE+Filename:+INFORME\\_MANUFACTURASERGIOGARZONDPI\\_1020153.pdf&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b-ab&gfe\\_rd=cr&ei=XiUnWcmTMIHA3AS6ip3YBg](https://www.google.com/search?q=Another+student%27s+paper:+Author:+SERGIO+CAMILO+GARZON+GIRALDO%CD%BE+Submitted:+Sun,+Jun+26+2016,12:36+AM%CD%BE+Filename:+INFORME_MANUFACTURASERGIOGARZONDPI_1020153.pdf&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b-ab&gfe_rd=cr&ei=XiUnWcmTMIHA3AS6ip3YBg)

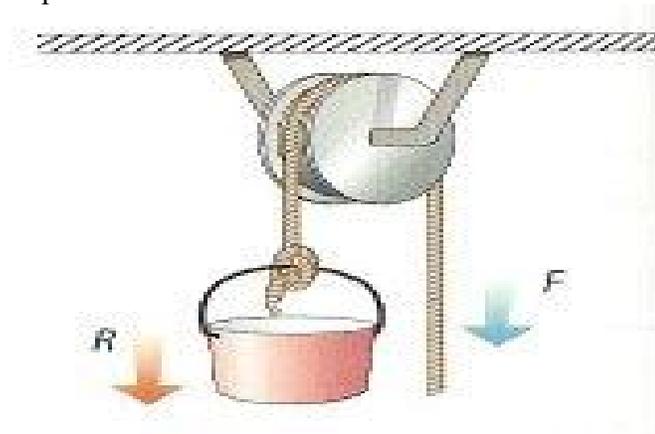
Figura 6. Polea móvil.



Fuente: [https://toldosyules.com/4073-large\\_default/polea-movil-con-gancho-de-acero-inox-pmc-01.jpg](https://toldosyules.com/4073-large_default/polea-movil-con-gancho-de-acero-inox-pmc-01.jpg)

**b) Polea simple móvil.** Produce una ventaja mecánica, la fuerza necesaria para levantar la carga es justamente la mitad de la fuerza que habría sido requerida para levantar la carga sin polea. Por el contrario la longitud de la cuerda de la que debe tirarse es el doble de la distancia que se desea hacer subir la carga<sup>5</sup>.

Figura 7. Polea simple móvil.

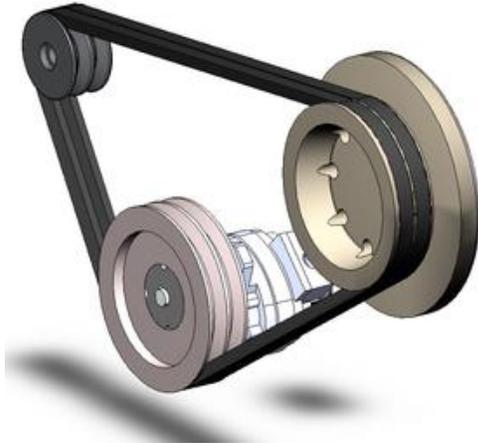


Fuente: <https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2008/07/poleafija.jpg>

**c) Polea compuesta.** Existen sistemas con múltiples poleas que pretenden obtener una gran ventaja mecánica, es decir, elevar grandes pesos con bajo esfuerzo. Estos sistemas de poleas son diversos, aunque tienen algo en común, en cualquier caso se agrupan en equipos de poleas fijas y móviles (Walker, Feldmann y King, 2006)

<sup>5</sup><http://elmundodelarueda.blogspot.com.co/2010/11/larueda.html>

Figura 8. Polea compuesta.



Fuente: <https://image.slidesharecdn.com/inventoseinventores-141017231838-conversion-gate02/95/evolucion-tecnologica-14-638.jpg?cb=1413588094>

**4.1.3. Rueda con frenos multidireccional.** Es una rueda sin tracción, simple o doble, que puede girar libremente y que generalmente está situada en la parte inferior de la estructura. Este tipo de rueda tiene una ventaja fundamental, y es que puede girar en todas las direcciones, sin embargo esta facilidad puede convertirse también en un problema conocido como *aleteo*.

Figura 9. Rueda con frenos multidireccional.



Fuente: <https://www.logismarket.com.ar/ip/tecni-tem-rueda-doble-de-goma-gris-rueda-doble-de-goma-gris-con-placa-y-freno-serie-713-896166-FGR.jpg>

**4.1.4. Cable.** Los cables de acero están constituidos por alambres de acero, generalmente trenzados en hélice (espiral) formando las unidades que se denominan torones los cuales posteriormente son cableados alrededor de un centro que puede ser de acero o de fibra. El número de torones en el cable puede variar según las propiedades que se desean obtener.

Figura 10. Cable.



Fuente: <https://www.muchomaterial.com/assets/images/articulos/originales/15220B.jpg>

**4.1.5. Contactor.** Es un aparato electromecánico de mando a distancia, que puede cerrar o abrir circuitos ya sea en vacío o en carga. Su principal aplicación es la de efectuar maniobras de apertura y cierre de circuitos relacionados con instalación de motores. El contactor está formado por una bobina y unos contactos que pueden estar abiertos o cerrados, que hacen de interruptores de apertura y cierre de la corriente en el circuito.

Figura 11. Contactor.



Fuente: <https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/files/2013/03/contactor.jpg>

**4.1.6. Pulsadores.** Es un interruptor o switch cuya función es permitir o interrumpir el paso de la corriente eléctrica, a diferencia de un switch común, un pulsador solo realiza su trabajo mientras se esté presionando. Existen pulsadores normalmente abiertos (NA) y normalmente cerrados (NC), cuando pulsas uno de tipo NC, se abre el circuito, es decir, no permite el paso de la corriente, y en un NA, cuando se presiona permite el paso de corriente, generalmente se usa para enviar pulsos o para activar algo.

Figura 12. Pulsadores.



Fuente: <http://www.raelectronica.es/material/signum.jpg>

**4.1.7. Final de carrera o microswitch.** Son interruptores de límites, que pueden ser de tipo eléctrico, neumático o mecánico y se sitúan al final del recorrido o de un elemento móvil, con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito. Internamente pueden contener interruptores normalmente abiertos (NA), y cerrados (NC) o conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados. Existen multitud de tipos de interruptores finales de carrera que se suelen distinguir por el elemento móvil que genera la señal eléctrica de salida. Se tienen, por ejemplo, los de lengüeta, bisagra, palanca con rodillo, varilla, palanca metálica con muelle, de pulsador, etc.

Figura 13. Final de carrera o microswitch.



Fuente: [http://ab.rockwellautomation.com/resources/images/allenbradley/gl/medlrgprod/802B\\_SmallPrecisionSwitchFamily\\_front1-large\\_312w255h.jpg](http://ab.rockwellautomation.com/resources/images/allenbradley/gl/medlrgprod/802B_SmallPrecisionSwitchFamily_front1-large_312w255h.jpg)

**4.1.8. Motores eléctricos.** Los motores eléctricos son propulsores que no necesitan de una combustión interna para proporcionar la energía, sino que ésta viene a través de la fuerza que producen el extractor y el rotor. Estos sistemas pueden funcionar tanto a través de baterías como conectados a una red eléctrica<sup>6</sup>.

<sup>6</sup>[https://www.google.com/search?q=Another+student%27s+paper:+Author:+ANGEL+DAVID+VIAFARA+ARBOLEDA%CD%BE+Submitted:+Tue,+Aug+23+2016,6:23+PM%CD%BE+Filename:+Trabajo+motores+el%C3%A9ctricos.docx&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b-ab&gfe\\_rd=cr&ei=wyknWYzcE8uD3ATb\\_5XYCA](https://www.google.com/search?q=Another+student%27s+paper:+Author:+ANGEL+DAVID+VIAFARA+ARBOLEDA%CD%BE+Submitted:+Tue,+Aug+23+2016,6:23+PM%CD%BE+Filename:+Trabajo+motores+el%C3%A9ctricos.docx&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b-ab&gfe_rd=cr&ei=wyknWYzcE8uD3ATb_5XYCA)

#### 4.1.8.1. Tipos de motores eléctricos

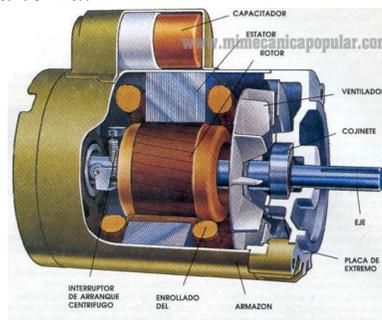
a) **Motores de corriente alterna.** Se usan mucho en la industria, sobretodo, el motor trifásico asíncrono de jaula de ardilla<sup>7</sup>.

b) **Motores de corriente continúa.** Suelen utilizarse cuando se necesita precisión en la velocidad, montacargas, locomoción, etc<sup>7</sup>.

c) **Motorreductores.** Pero no nos quedemos aquí, realicemos una clasificación más amplia<sup>8</sup>.

- Motor de corriente alterna:

Figura 14. Motor de corriente alterna.



Fuente: [https://vertigo2040.files.wordpress.com/2011/07/trabaja\\_motor\\_electrico-a.jpg](https://vertigo2040.files.wordpress.com/2011/07/trabaja_motor_electrico-a.jpg)

Podemos clasificarlos de varias maneras, por su velocidad de giro, por el tipo de rotor y por el número de fases de alimentación. Vamos a ello<sup>7</sup>:

- Por su velocidad de giro:

Asíncronos. Un motor se considera asíncrono cuando la velocidad del campo magnético generado por el extractor supera a la velocidad de giro del rotor<sup>6</sup>.

Síncronos. Un motor se considera síncrono cuando la velocidad del campo magnético del extractor es igual a la velocidad de giro del rotor. Recordar que el rotor es la parte móvil del motor. Dentro de los motores síncronos, nos encontramos con una subclasificación<sup>8</sup>:

- Motor de corriente continua:

La clasificación de este tipo de motores se realiza en función de los bobinados del inductor y del inducido:

<sup>7</sup>[https://www.google.com/search?q=Another+student%27s+paper&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b-ab&gfe\\_rd=cr&ei=0SknWeO2LcuD3ATb\\_5XYCA](https://www.google.com/search?q=Another+student%27s+paper&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b-ab&gfe_rd=cr&ei=0SknWeO2LcuD3ATb_5XYCA)

- Motores de excitación en serie.
- Motores de excitación en paralelo.
- Motores de excitación compuesta.

Figura 15. Motor de corriente continúa.



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos74/motores-corriente-directa/image002.jpg>

**4.1.9. Motorreductores.** Los reductores y moto reductores mecánicos de velocidad se pueden contar entre los inventos más antiguos de la humanidad y aún en estos tiempos del siglo XXI se siguen utilizando prácticamente en cada máquina que tengamos a la vista, desde el más pequeño reductor o motor reductor capaz de cambiar y combinar velocidades de giro en un reloj de pulsera, cambiar velocidades en un automóvil, hasta enormes Motorreductores capaces de dar tracción en buques de carga, molinos de cemento, grandes máquinas cavadoras de túneles o bien en molinos de caña para la fabricación de azúcar<sup>8</sup>.

Un motor reductor tiene un motor acoplado directamente, el reductor no tiene un motor acoplado directamente.

Figura 16. Motor reductor.



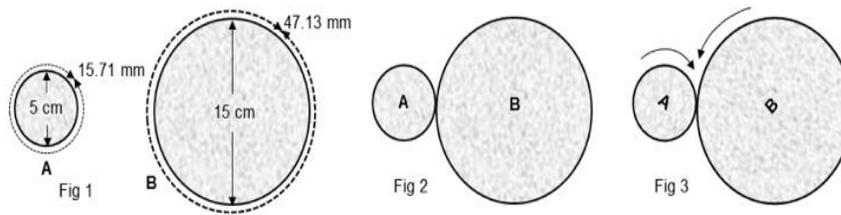
Fuente: <http://www.puentegrúa.es/wp-content/uploads/motorreductor.jpg>

La sencillez del principio de funcionamiento y su grado de utilidad en una gran variedad de aplicaciones es lo que ha construido la trascendencia de este invento al través de los siglos.

A continuación se dan los principios básicos de un reductor o motor reductor de velocidad: Supongamos que la rueda “A” de la fig.16 tiene un diámetro de 5 cm. Su perímetro será entonces de  $5 \times 3.1416 = 15.71$  cm. El perímetro es la longitud total del envolvente de la rueda. Una rueda “B” de 15 cm de diámetro y 47.13 cm de perímetro ( $15 \times 3.1416$ ) está haciendo contacto con el perímetro de la rueda “A”

<sup>8</sup>Another student's paper: Author: DAVID ALEXANDER POSADA VASQUEZ; Submitted: Wed, Oct 12 2016, 4:56 PM; Filename: herramientas de word.docx

Figura 17. Principios básicos de un motor reductor.



Fuente: <http://www.potenciaelectromecanica.com/wp-content/uploads/2013/06/motoreductor1.png>

Concepto de par o torque en un motor reductor. El “torque” o “par” es una fuerza de giro; Por ejemplo la fuerza de giro de la flecha de salida del motor reductor; es también la fuerza de giro en la flecha de un motor. No es simplemente una fuerza expresada en kilogramos, libras, onzas, Newton, etc.; tampoco es una potencia en HP o en Kilowatts. Es una fuerza de giro cuyas unidades son kilogramos – metro, o libra – pie, o libras – pulgada, o Newton – metro, etc.

Un motor eléctrico tiene una determinada potencia en HP y tiene una cierta velocidad de operación a la cual gira la flecha de salida, por ejemplo 1800 Revoluciones por Minuto (RPM). Estas dos características: Velocidad y Potencia llevan aparejado un cierto “torque” o “par” que puede liberar el motor. Es precisamente el “par” lo que permitirá que podamos o no girar una determinada carga, cuanto más alto el “par” más grande será la carga que podemos girar. El que tan rápido podamos hacerlo dependerá de la potencia del motor reductor. Las dos características están interrelacionadas y dependen una de la otra.

Esta combinación de potencia, par y velocidad en un motor o motor reductor está regida por la siguiente fórmula:

Figura 18. Fórmula de combinación de potencia, par y velocidad en un motor reductor.

$$\text{PAR (en kg-m)} = \frac{\text{POTENCIA (en HP)} \times 716}{\text{VELOCIDAD DE GIRO DE LA FLECHA DEL MOTOR O REDUCTOR (RPM)}}$$

RPM = número de giros de la flecha por minuto

$$T = \frac{HP \times 716}{RPM} \quad \text{en kg-m}$$

Fuente: elaboración propia

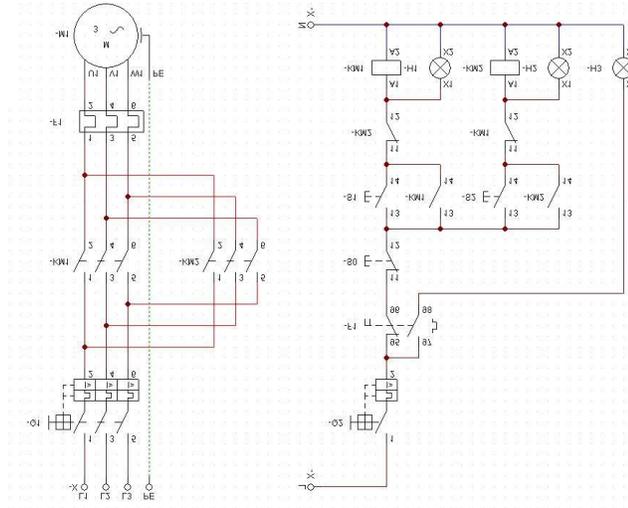
**4.1.10. Inversión de giro de motores trifásicos.** Los motores asíncronos trifásicos son usados en una gran variedad de aplicaciones en la industria. Mover parte de una máquina

herramienta, subir y bajar un guinche para levantar o bajar una carga o desplazar atrás y adelante un puente grúa son sólo algunos pocos ejemplos.

En estas aplicaciones es muy común tener que controlar el sentido de giro del motor, para poder elegir en qué dirección se mueve el mecanismo que tiene bajo su control.

En este artículo veremos un circuito para poder lograr esta maniobra.

Figura 19. Circuito.



Fuente: elaboración propia

**4.1.11. Proceso de soldadura.** La soldadura es un proceso de fijación en donde se realiza la unión de dos o más piezas de un material, (generalmente metales o termoplásticos), usualmente logrado a través de la coalescencia (fusión), en la cual las piezas son soldadas fundiendo, se puede agregar un material de aporte (metal o plástico), que, al fundirse, forma un charco de material fundido entre las piezas a soldar (el baño de soldadura) y, al enfriarse, se convierte en una unión fija a la que se le denomina cordón. A veces se utiliza conjuntamente presión y calor, o solo presión por sí misma, para producir la soldadura. Esto está en contraste con la soldadura blanda (en inglés soldering) y la soldadura fuerte (en inglés brazing), que implican el derretimiento de un material de bajo punto de fusión entre piezas de trabajo para formar un enlace entre ellos, sin fundir las piezas de trabajo<sup>9</sup>.

Muchas fuentes de energía diferentes pueden ser usadas para la soldadura, incluyendo una llama de gas, un arco eléctrico, un láser, un rayo de electrones, procesos de fricción o ultrasonido. La energía necesaria para formar la unión entre dos piezas de metal generalmente proviene de un arco eléctrico. La energía para soldaduras de fusión o termoplásticos generalmente proviene del contacto directo con una herramienta o un gas caliente<sup>10</sup>.

<sup>9</sup><http://ocasojavier.blogspot.com.co/2010/06/historiadelasoldadura.html>

<sup>10</sup><https://es.wikipedia.org/wiki?curid=81419>

#### 4.1.11.1. Reseña histórica

La historia de la unión de metales se remonta a varios milenios, con los primeros ejemplos de soldadura desde la edad de bronce y la edad de hierro en Europa y el Oriente Medio. La soldadura fue usada en la construcción del Pilar de hierro de Delhi, en la India, erigido cerca del año 310 y pesando 5.4 toneladas métricas. La Edad Media trajo avances en la soldadura de fragua, con la que los herreros repetidamente golpeaban y calentaban el metal hasta que ocurría la unión. En 1540, Vannoccio Biringuccio publicó a De la pirotechnia, que incluye descripciones de la operación de forjado<sup>11</sup>.

Los artesanos del Renacimiento eran habilidosos en el proceso, y la industria continuó creciendo durante los siglos siguientes. Sin embargo, la soldadura fue transformada durante el siglo XIX. En 1800, Sir Humphry Davy descubrió el arco eléctrico<sup>12</sup>, y los avances en la soldadura por arco continuaron con las invenciones de los electrodos de metal por un ruso, Nikolai Slavyanov, y un americano, C. L. Coffin a finales de los años 1800, incluso como la soldadura por arco de carbón, que usaba un electrodo de carbón, ganó popularidad<sup>13</sup>.

#### 4.1.11.2. Tipo de soldadura

**a) Proceso de soldadura SMAW.** El proceso de soldadura por arco es uno de los más usados y abarca diversas técnicas<sup>14</sup>. Una de esas técnicas es la *soldadura por arco con electrodo metálico revestido* (SMAW, por sus siglas en inglés), también conocida como *soldadura por arco con electrodo recubierto*, *soldadura de varilla* o *soldadura manual de arco metálico*<sup>15</sup>.

<sup>11</sup><http://soldaduraenplatinas.blogspot.com.co/>

<sup>12</sup><http://soldaduray.blogspot.com.co/>

<sup>13</sup>[https://www.google.com/search?q=Another+student%27s+paper:+Author:+CRISTIAN+DAVEY+ACOSTA+MONTA%C3%91A%CD%BE+Submitted:+Mon,+May+012017,+12:16+PM%CD%BE+Filename:+cristian+acosta.docx&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b-ab&gfe\\_rd=cr&ei=OjAnWfu6GMOfmAPW76aoAg](https://www.google.com/search?q=Another+student%27s+paper:+Author:+CRISTIAN+DAVEY+ACOSTA+MONTA%C3%91A%CD%BE+Submitted:+Mon,+May+012017,+12:16+PM%CD%BE+Filename:+cristian+acosta.docx&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b-ab&gfe_rd=cr&ei=OjAnWfu6GMOfmAPW76aoAg)

<sup>14</sup>[http://html.rincondelvago.com/soldadura\\_3.html](http://html.rincondelvago.com/soldadura_3.html)

<sup>15</sup><https://www.google.com/search?q=Another+student%27s+paper%3A+Author%3A+ALVARO+ANTONIO+ACOSTA+DE+LA+HOZ%CD%BE+Submitted%3A+Sat%2C+Mar+112017%2C+5%3A12+PM%CD%BE+Filename%3A+ALVARO.pptx&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b-ab>

Figura 20. Proceso de soldadura.

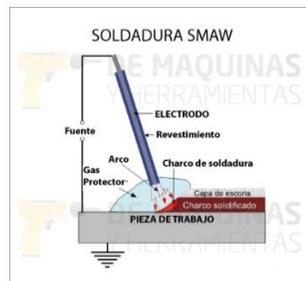


Fuente:

<http://www.mipsa.com.mx/dotnetnuke/portals/0/Images/Soldadura/SoldadoraGMAW2.jpg?ver=2015-11-21-122228-003>

Se trata de una técnica en la cual el calor de soldadura es generado por un *arco eléctrico* entre la pieza de trabajo (*metal base*) y un *electrodo metálico consumible* (*metal de aporte*) recubierto con materiales químicos en una composición adecuada (*fundente*). Podemos visualizar el proceso en la siguiente figura<sup>16</sup>:

Figura 21. Soldadura SMAW.



Fuente:<http://www.demaquinasyherramientas.com/wp-content/uploads/2013/07/Soldadura-Smaw.jpg>

Todos los elementos que participan en la *soldadura SMAW* cumplen una función importante. Veamos por qué:

**El arco:** el comienzo de todo proceso de soldadura por arco es precisamente la *formación del arco*. Una vez que este se establece, el metal de aporte y el fundente que lo recubre empiezan a consumirse. La fuerza del arco proporciona la acción de excavar el metal base para lograr la penetración deseada. Este proceso continúa a medida que la soldadura se ensancha y el electrodo avanza a lo largo de la pieza de trabajo<sup>16</sup>.

**El metal de aporte:** al derretirse, forma gotas que se depositan sobre la pieza de trabajo dando lugar al *charco de soldadura*, que llena el espacio de soldadura y une las piezas en lo que se denomina una *junta de soldadura*.

<sup>16</sup>[https://www.google.com/search?q=Another+student%27s+paper&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b-ab&gfe\\_rd=cr&ei=9TAnWfGbCrDH\\_ATnuKrICw](https://www.google.com/search?q=Another+student%27s+paper&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b-ab&gfe_rd=cr&ei=9TAnWfGbCrDH_ATnuKrICw)

**El fundente:** se derrite junto con el metal de aporte formando un *gas* y una capa de *escoria*, que protegen el arco y el charco de soldadura. El fundente limpia la superficie metálica, suministra algunos elementos de aleación a la soldadura, protege el metal fundido contra la oxidación y estabiliza el arco. La escoria se retira después de la solidificación<sup>16</sup>.

**b) Proceso de soldadura TIG (GTAW).** *Gas tungsten arc welding (GTAW) o Tungsten inert gas (TIG)*<sup>17</sup>. El sistema TIG es un sistema de soldadura al arco con protección gaseosa, que utiliza el intenso calor de un arco eléctrico generado entre un electrodo de tungsteno no consumible y la pieza a soldar, donde puede o no utilizarse metal de aporte<sup>18</sup>.

Se utiliza gas de protección cuyo objetivo es desplazar el aire, para eliminar la posibilidad de contaminación de la soldadura por el oxígeno y nitrógeno presente en la atmósfera.

La característica más importante que ofrece este sistema es entregar alta calidad de soldadura en todos los metales, incluyendo aquellos difíciles de soldar, como también para soldar metales de espesores delgados y para depositar cordones de raíz en unión de cañerías<sup>17</sup>.

Las soldaduras hechas con sistema TIG son más fuertes, más resistentes a la corrosión y más dúctiles que las realizadas con electrodos convencionales<sup>14</sup>.

Cuando se necesita alta calidad y mayores requerimientos de terminación, se necesario utilizar el sistema TIG para lograr soldaduras homogéneas, de buena apariencia y con un acabado completamente liso<sup>19</sup>.

Figura 22. Proceso de soldadura TIG (GTAW).



Fuente:

<http://d2n4wb9orp1vta.cloudfront.net/resources/images/cdn/cms/Soldadura%20TIG.jpg>

**c) Proceso de soldadura MIG.** La soldadura con gas protector de metal es un procedimiento de soldadura con arco eléctrico en el que un electrodo de hilo sin fin se funde bajo una cubierta de gas protector. El gas sirve aquí de protección contra la influencia de la atmósfera del entorno. El procedimiento se caracteriza por las diversas posibilidades de uso en cuanto a material, grado de mecanización y posición de soldadura. Con la soldadura con gas protector de metal pueden unirse casi todos los materiales soldables<sup>20</sup>.

<sup>17</sup><http://www.grupmav.es/formacion/soldadura/especializada>

<sup>18</sup><https://es.wikipedia.org/wiki?curid=369932>

<sup>19</sup>[http://html.rincondelvago.com/soldadura\\_2.html](http://html.rincondelvago.com/soldadura_2.html)

Los aceros no aleados y aleados se sueldan preferentemente con gas activo, p. ej. dióxido de carbono. Este sub procedimiento se denomina soldadura con gas activo de metal, soldadura MAG en su forma abreviada. Los aceros muy aleados y los materiales como el aluminio, el magnesio, materiales con base de níquel y el titanio se sueldan con gas inerte, p. ej. Argón. El sub procedimiento que se aplica para tal fin es la llamada soldadura con gas inerte de metal, o soldadura MIG.

Figura 23. Proceso de soldadura MIG.



Fuente:[http://3.bp.blogspot.com/-VxETYUBKm9g/UU94OTBQ\\_AI/AAAAAAAAAXk/nqnA2WoBq-g/s640/soldadura+semiatom%25C3%25A1tica.jpg](http://3.bp.blogspot.com/-VxETYUBKm9g/UU94OTBQ_AI/AAAAAAAAAXk/nqnA2WoBq-g/s640/soldadura+semiatom%25C3%25A1tica.jpg)

**d) Proceso de soldadura plasma.** La soldadura por plasma es considerada como un método más avanzado que la soldadura TIG, ya que proporciona un aumento de productividad. Conocida técnicamente como PAW (Plasma Arc Welding), la soldadura por plasma alcanza una densidad energética y temperaturas superiores a la TIG. El arco eléctrico es formado entre el electrodo y la pieza a soldar<sup>7</sup>.

La energía para conseguir la ionización la logra el arco eléctrico que se forma entre el electrodo y el metal a soldar. En la soldadura por plasma se emplea un gas, generalmente argón puro, que pasa a estado plasmático por medio de un orificio de reducción que estrangula el paso del gas logrando aumentar la velocidad del mismo, dirigiendo al metal que se desea soldar, un chorro concentrado que puede alcanzar una temperatura entre 20.000 y los 28.000°C. El flujo de gas de plasma no protege al arco, el baño de fusión y el material expuesto al calentamiento de la atmósfera, por lo que se utiliza un segundo gas que protege al conjunto envolviéndolo. Los electrodos utilizados para la soldadura por plasma mayormente son fabricados con tungsteno sinterizado<sup>21</sup>.

<sup>20</sup>[https://www.google.com/search?q=Another+student%27s+paper:+Author:+SERGIO+CAMILO+GARZON+GIRALDO%CD%BE+Submitted:+Sun,+Jun+26+2016,12:36+AM%CD%BE+Filename:+INFORME\\_MA+NUFACTURASERGIOGARZONDPI\\_1020153.pdf&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b-ab&gfe\\_rd=cr&ei=-zEnWdGaOMjC2ALKvrHoDA](https://www.google.com/search?q=Another+student%27s+paper:+Author:+SERGIO+CAMILO+GARZON+GIRALDO%CD%BE+Submitted:+Sun,+Jun+26+2016,12:36+AM%CD%BE+Filename:+INFORME_MA+NUFACTURASERGIOGARZONDPI_1020153.pdf&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b-ab&gfe_rd=cr&ei=-zEnWdGaOMjC2ALKvrHoDA)

<sup>21</sup><https://es.wikipedia.org/wiki?curid=369926>

Figura 24. Proceso de soldadura plasma.



Fuente: <https://www.ecured.cu/images/thumb/0/06/Plasma2.jpg/180px-Plasma2.jpg>

**4.1.12. Electrodo.** Es un conductor eléctrico utilizado para hacer contacto con una parte no metálica de un circuito, por ejemplo un semiconductor, un electrolito, el vacío (en una válvula termoiónica), un gas (en una lámpara de neón), etc<sup>22</sup>.

**Funcionamiento.** Un electrodo es una superficie en donde ocurren reacciones de óxido-reducción. Por lo que los procesos que tienen lugar en la interface metal-solución de cualquier metal en contacto con un electrolito (medio agresivo), no se pueden medir de una manera absoluta (tiene que ser tan sólo relativa). El metal en contacto con el electrolito tiene, por un lado, tendencia a disolverse, con lo que queda cargado negativamente y, por otro lado, a que iones del electrolito se depositen sobre el metal con lo que se alcanza el equilibrio en un determinado momento. Se ha creado, pues, una diferencia de potencial entre el metal y el electrolito. Para poder medir esta diferencia de potencial se adoptó un electrodo patrón que es el electrodo normal de hidrógeno, al cual, por convención y a cualquier temperatura, se le asignó el valor cero<sup>22</sup>.

Figura 25. Electrodo.



Fuente: <http://www.ferrovicmar.com/imagen-herramientas/rutilo-electrodo-so6013/electrodo-rutilo-unidad.jp>

<sup>22</sup>[https://www.google.com/search?q=Another+student%27s+paper:+Author:+JENNY+ALEXANDDRA+GU+TIERREZ+MOSQUERA%CD%BE+Submitted:+Mon,Feb+15+2016,+11:55+PM%CD%BE+Filename:+trab+ajo+de+normatividad.docx&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b-ab&gfe\\_rd=cr&ei=nDMnWdnPJMfE2ALAm5iACg](https://www.google.com/search?q=Another+student%27s+paper:+Author:+JENNY+ALEXANDDRA+GU+TIERREZ+MOSQUERA%CD%BE+Submitted:+Mon,Feb+15+2016,+11:55+PM%CD%BE+Filename:+trab+ajo+de+normatividad.docx&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b-ab&gfe_rd=cr&ei=nDMnWdnPJMfE2ALAm5iACg)

## Tipos de electrodo

- a) **AWS 6010**: Electrodo celulósico con buena penetración en todas las posiciones.
- b) **AWS 6011**: Electrodo celulósico con buena penetración en todas posiciones.
- c) **AWS 6013**: Electrodo rutilico con uso general para aceros comunes. Tiene buen encendido, un arco suave con muy buen desprendimiento de escoria y terminación. El más utilizado en chapa fina. Este electrodo es de los más comunes en uso (recomendado).
- d) **AWS E7016**: Para trabajar con corriente alterna, es un electrodo básico de bajo hidrógeno especial para trabajar aleaciones con alto contenido de azufre y fósforos. Otro de los electrodos más usados (básico), ideal para soportar esfuerzos (recomendado).
- e) **AWS E7018-1**: Electrodo con polvo de hierro en el revestimiento, de arco suave y estable, permite soldadura limpia, uniforme y con excelentes propiedades mecánicas (muy recomendado).

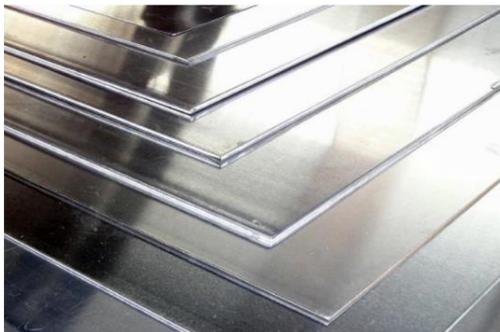
**4.1.13. Tipo de perfilería estructura.** Se conoce como pletina a las placas de metal planas u hojas rectangulares de acero u otros metales presentes en la industria siderúrgica, de manufactura o fabricación, particularmente en el mercado de perfiles.

Desde la acería y posterior al enrollado de las bobinas de las que las hojas comerciales de acero son surtidas, estas hojas rectangulares ya en forma plana pueden encontrarse en tamaños estandarizados (por ejemplo 4' x 8', 4'x 12' etc.); esto significa una forma común para empezar a trabajar con el material, ya sea desde su contabilidad, transportación y manejo, o ya el inmediato proceso de fabricación.

La calidad y costo de las pletinas varía dependiendo, entre otros factores, en su composición y la aplicación superficial posterior a su formación, como lo es por ejemplo, si el acabado de las hojas es acompañado de aceite, el cual las protege de excesiva oxidación.

El grosor de las pletinas comerciales de acero también está estandarizado y llega a corresponder con fracciones de pulgada y con dimensiones decimales de calibre.

Figura 26. Tipo de perfilería estructura.



Fuente: <http://www.ppfaluminios.com/img/perfileria-aluminio-ppf5.jpg>

**Ficha técnica:**

Tabla 1. Ficha técnica.

Se produce en barras de 6 metros de longitud. Se suministra e paquetes de 2 TM, formados por paquetes de 1 TM c/u.

DIMENSIONES NOMINALES (pulg)	PESO NOMINAL	
	Kg/m	Kg/6m
1/8" x 1/2" x 6 m	0.32	1.92
1/8" x 5/8" x 6 m	0.39	2.34
1/8" x 3/4" x 6 m	0.48	2.88
1/8" x 1" x 6 m	0.64	3.84
1/8" x 1 1/4" x 6 m	0.80	4.80
1/8" x 1 1/2" x 6 m	0.95	5.70
1/8" x 2" x 6 m	1.27	7.62
3/16" x 1/2" x 6 m	0.48	2.88
3/16" x 5/8" x 6 m	0.61	3.66
3/16" x 3/4" x 6 m	0.74	4.44
3/16" x 1" x 6 m	0.98	5.88
3/16" x 1 1/4" x 6 m	1.18	7.08
3/16" x 1 1/2" x 6 m	1.42	8.52
3/16" x 2" x 6 m	1.90	11.40
3/16" x 2 1/4" x 6 m	2.14	12.84
3/16" x 2 1/2" x 6 m	2.37	14.22
3/16" x 3" x 6 m	2.85	17.10
1/4" x 1/2" x 6 m	0.64	3.84
1/4" x 5/8" x 6 m	0.80	4.80
1/4" x 3/4" x 6 m	0.95	5.70
1/4" x 1" x 6 m	1.28	7.68
1/4" x 1 1/4" x 6 m	1.58	9.48
1/4" x 1 1/2" x 6 m	1.90	11.40
1/4" x 2" x 6 m	2.53	15.18
1/4" x 2 1/2" x 6 m	3.16	18.96
1/4" x 3" x 6 m	3.80	22.80
1/4" x 4" x 6 m	5.06	30.36
3/8" x 1" x 6 m	1.92	11.52
3/8" x 1 1/4" x 6 m	2.38	14.28
3/8" x 1 1/2" x 6 m	2.85	17.10
3/8" x 2" x 6 m	3.80	22.80
3/8" x 2 1/2" x 6 m	4.74	28.44
3/8" x 3" x 6 m	5.70	34.20
3/8" x 4" x 6 m	7.60	45.60

Fuente: [http://www.ferrocenter.com.ar/images/tabla\\_perfiles01.jpg](http://www.ferrocenter.com.ar/images/tabla_perfiles01.jpg)

## 5. METODOLOGÍA

El presente trabajo de grado, por la modalidad que representa, corresponde a un proyecto de control que está encaminado a solucionar problemas de inseguridad en la movilidad de los cabezotes de las fresadoras situadas en los laboratorios de la IUPB.

Por su naturaleza, es una investigación analítica y sintética, en razón de separar cada uno de los elementos que integran el sistema. Desde esta perspectiva, es necesario desmenuzar cada uno de los dispositivos, debido a que es una forma de conocer la funcionalidad del objeto de estudio con el propósito de optimizar su buen estado y comportamiento en el sistema integrado.

Así pues, que se recurre al método sintético, el cual contribuye a reunir los diversos elementos para lograr un fin, con relación a los intereses pertinentes en el proceso de cuantificar y unificar de forma científica cada concepto concerniente al sistema.

Basado en las técnicas anteriormente mencionadas, se fundamenta de manera lógica y práctica la automatización del mecanismo para garantizar la funcionalidad de cada componente del que está compuesto.

## **6. RESULTADOS DEL PROYECTO**

### **6.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

Después de haber hecho un análisis de la necesidad antes planeada, se toma la decisión de diseñar y elaborar un elevador capaz de levantar el cabezal móvil de una fresadora, con el fin de disminuir el esfuerzo realizado por parte del operador de la máquina, para el cambio de dichos cabezales.

En tal sentido, el elevador de cabezal móvil está estructurado por los siguientes componentes: un motor de doble giro capaz de generar trabajos en ambas direcciones y que sirve para levantar y bajar cargas, dependiendo de la orden que se le den a los pulsadores de ascenso y descenso. Asimismo, cuenta con un final de carrera que determina el punto máximo de elevamiento de la carga y ruedas en la parte inferior para facilitar el desplazamiento de la misma, es de fácil manipulación.

Cabe resaltar que el elevador se diseñó teniendo en cuenta parámetros de diseño y cálculos propicios exigidos por calidad de construcción de este tipo de equipos para facilitar el desplazamiento del mismo y su manipulación.

### **6.2. DISEÑO Y SELECCIÓN DEL ELEVADOR**

Antes de elegir y seleccionar la estructura que iba a soportar (levantar y bajar) los cabezales de las fresadoras, se recurrió a varios diseños ya existentes y elaborados con el fin de mirar cuál era el más óptimo y práctico para adaptarlo al proyecto. La selección se realizó teniendo en cuenta varios factores como su funcionalidad, eficiencia, precio, facilidad de maniobra, peso y tamaño.

A continuación, se muestran los distintos diseños y se anexa una tabla con sus pros y contras como comparativo.

Tabla 2. Ventajas y desventajas en los tipos de elevadores.

	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Elevador Hidráulico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se puede desplazar a varios lugares dependiendo su uso.</li> <li>• Al ser hidráulico puede levantar mayor peso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que el levantamiento se hace de manera manual.</li> <li>• El esfuerzo recae sobre un punto fijo que se encarga de levantar todo el peso.</li> </ul>
Elevador Eléctrico fijo pluma	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fácil manejo gracias a un tablero de control.</li> <li>• Puede estacionarse y girar 360 grados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No tiene un buen centro de masa por lo que un peso muy grande podría desequilibrar el equipo.</li> <li>• No puede desplazarse a otras zonas.</li> </ul>
Elevador Eléctrico móvil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que se puede desplazar a varios lugares dependiendo su uso.</li> <li>• Fácil manejo gracias a un tablero de control.</li> <li>• Enormemente más ligera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las ruedas son muy pequeñas, por lo que se dificulta el desplazamiento cuando el terreno no es uniforme.</li> </ul>

Fuente Elaboración propia.

Figura 27. Elevador hidráulico.



Fuente: <http://picos.com.co/image/data/PRODUCTOS/MIKELS/t-1300.jpg>

Figura 28. Elevador eléctrico fijo.



Fuente: [https://www.google.com.co/search?q=malacates&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiKpfsKS4ZHNAhXIKyYKHSxMB2kQ\\_AUIBigB#tbn=isch&tbs=rimg%3ACYvviMTeV3PjIjiRJfhas2FFrCzaM01BAOqdthtx17BMrwtsOmdDBfnnYEXMpG7ejWxhaM2K5KBqg9GjfG4\\_1czlSoSCZEIfxqzYUWEWO\\_1KT35pDS4KhIJsLNzSUEA6oRO9EviEjRWegqEgl22G3HXsEyvBGtjp0FEnInlioSCS2w6Z0MFeZEeOOL7jdYUVtKhIJgT5cykbt6NYRhzaapI2CWzEqEgnGFozYrkoGqBFZcFVBzMDhcCoSCT0aN8bj9zMhEbAiXXeKoL9q=malacate%20electrico%20industrial&imgcr=sj7brG9nqwGs9M%3A](https://www.google.com.co/search?q=malacates&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiKpfsKS4ZHNAhXIKyYKHSxMB2kQ_AUIBigB#tbn=isch&tbs=rimg%3ACYvviMTeV3PjIjiRJfhas2FFrCzaM01BAOqdthtx17BMrwtsOmdDBfnnYEXMpG7ejWxhaM2K5KBqg9GjfG4_1czlSoSCZEIfxqzYUWEWO_1KT35pDS4KhIJsLNzSUEA6oRO9EviEjRWegqEgl22G3HXsEyvBGtjp0FEnInlioSCS2w6Z0MFeZEeOOL7jdYUVtKhIJgT5cykbt6NYRhzaapI2CWzEqEgnGFozYrkoGqBFZcFVBzMDhcCoSCT0aN8bj9zMhEbAiXXeKoL9q=malacate%20electrico%20industrial&imgcr=sj7brG9nqwGs9M%3A)

Figura 29. Elevador eléctrico móvil.



Fuente: [http://img.directindustry.es/images\\_di/photo-g/9317-4477491.jpg](http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/9317-4477491.jpg)

Teniendo en cuenta la Tabla 1, se analizó cada una de las figuras y se decidió escoger el elevador eléctrico móvil (Figura 29), debido a que presenta mayores ventajas de seguridad con respecto a las demás, fuera de su diseño y montaje eficiente.

### **6.2.1. Pasos para el diseño del elevador.**

- Medición de fresadora. (Para determinar las longitudes de alto y ancho que debía presentar el elevador.)
- Diseño de estructura. (Planos y diseño en software.)
- Corte y ensamble de estructura.
- Posicionamiento de ruedas.
- Posicionamiento de poleas.
- Ensamble eléctrico.
- Ensamble de transmisión mecánica.
- Acabado. (Pintura.)

## **6.3. ELEMENTOS Y DISTRIBUCIÓN PARA LA ELABORACIÓN DEL ELEVADOR**

**6.3.1. Elementos del elevador.** Como se ha mencionado anteriormente, el elevador tiene la función de levantar y bajar de manera controlada un peso a una altura aproximada de 1.60 m, levantando un porción que puede oscilar entre 40 kg y 90 kg. Para cumplir con tal función el elevador está dividido en dos grupos.

### **6.3.1.1. Estructura**

Encierra todo lo que tiene que ver con el chasis; es el cuerpo y la base.

Para el montaje del elevador se tuvo en cuenta referencias y diseños ya disponibles en el mercado, pero adaptados a las necesidades del proyecto. Cabe resaltar, que la estructura se hizo con material PTS o tubo cuadrado de 2 x 2 pulgadas con un espesor de 2 mm, ideal para diseño de estructuras y para la unión de la tubería ya cortada con las dimensiones previas del plano. A su vez, se utilizó soldadura con electrodo revestido 6011.

El diseño de la estructura se hizo con el software solidworks 2015, cumpliendo con las normas ANSI y en escala de centímetros; las imágenes y vistas del plano están en escala 1:10 con la respectiva distribución en la hoja. No obstante, en el plano se muestran las dimensiones de cada sección de la estructura de acuerdo a la vista que se proyecta.

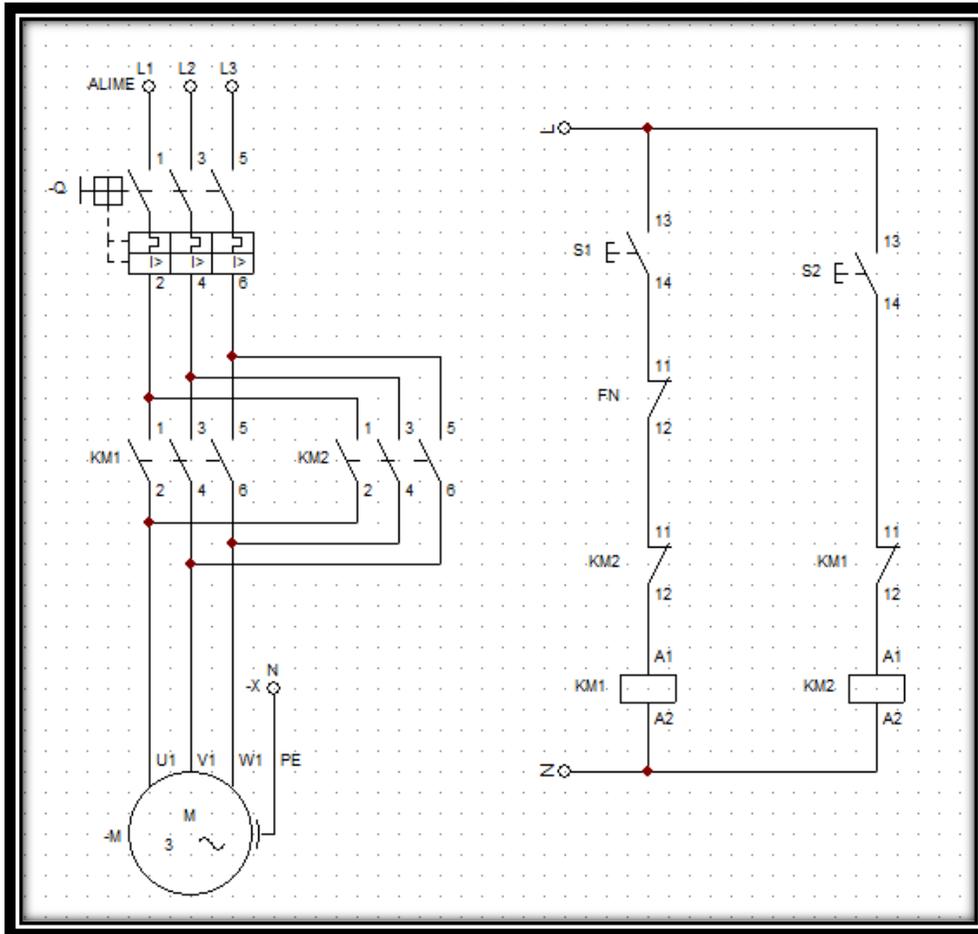
Por otra parte, la estructura cuenta con cuatro ruedas que permiten su previo desplazamiento a cualquier lugar que se requiera, con el fin de volverla ergonómica a pesar de ser de considerable tamaño. Como dato particular no siendo relevante la estructura tiene un peso que oscila entre los 40kg y 45kg haciéndola fácil para el transporte en caso tal de que se requiera mover o trasladar a largas distancias o, por el contrario, las ruedas no permitan tal desplazamiento.

### 6.3.1.2. Mecanismos

Son los elementos que hacen posible el movimiento de la estructura, del carro y de la carga (contactores, interruptores, final de carrera, etc.)

A continuación, se muestra el diagrama de potencia y de control del circuito instalado en la estructura; como se puede ver es un inversor de giro que consta de dos interruptores que tienen la función de accionar el giro en un sentido u otro (levantar o bajar carga), y un final de carrera que nos indica la altura máxima a la cual se puede levantar la carga. Cabe resaltar que a cada línea que energiza las dos bobinas se agregaron dos contactos cerrados de cada contactor, con el fin de que de que en tal caso de presionar los dos pulsadores no se genere un corto.

Figura 30. Plano 1. Plano eléctrico. Diagrama de potencia y de control.



Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado la parte de potencia comprende dos contactores que se encargan del cambio de giro y un interruptor magneto térmico trifásico que protege el circuito contra sobrecargas.

## 6.4. DATOS Y CÁLCULOS PARA EL DISEÑO DEL ELEVADOR

Figura 31. Estructura y componentes del elevador.



Fuente: Elaboración propia.

### 6.4.1. Datos y cálculos del motor reductor.

Tabla 3. Datos y cálculos del motor reductor. Datos del Motor reductor SIEMENS.

V: 220/440	IEC: 34	Cos: 0,76
KW: 0,45	A:2,2/1,1	Kg: 6,0
Nm:	Rpm: 1680	FS: 1,15
Hz: 60	HP:0,6	IP: 55

Fuente: Elaboración propia.

Potencia máxima de un motor para levantar determinado peso:

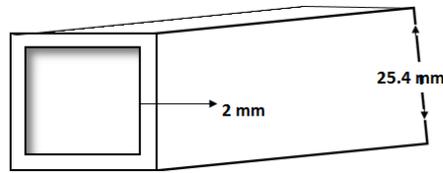
$$Potencia (HP) = \left( \frac{Kg * h}{t * 76} \right)$$

- $HP = \left( \frac{85Kg * 1.80m}{10seg * 76} \right) = 0.20 < 1/4.$
- $Kg = \left( \frac{0.25 * 10seg * 76}{1.80m} \right) = 105.555 Kg.$
- $t = \left( \frac{85Kg * 1.80m}{0.25 * 76} \right) = 8.05 seg.$

#### 6.4.2. Datos y cálculos para la estructura del elevador

##### a) Cálculos de resistencia del material (tuvo cuadrado 50.8mm\*50.8mm\*2mm)

Figura 32. Gráfica, resistencia del material.



Fuente: Elaboración propia.

$$A1 = (50.8 * 50.8) \text{ mm}$$

$$A1 = 2580.6 \text{ mm}^2$$

$$A2 = (46.8 \text{ mm} * 46.8 \text{ mm})$$

$$A2 = 2190.2 \text{ mm}^2$$

$$AT = (A1 - A2)$$

$$AT = (2580.6 \text{ mm}^2 - 2190.2 \text{ mm}^2)$$

$$AT = 390.4 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{CE} = \frac{F}{A}$$

$$\sigma_{CE} = \frac{4539.7N}{390.4\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{CE} = 11.62\text{MPa}$$

**b) Cálculo de esfuerzo para brazo horizontal que soporta la carga (cabezote de 40 a 90 kg)**

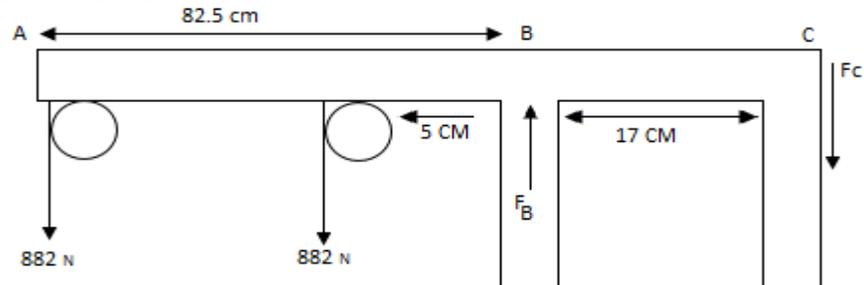
$$F = ma$$

$$F = (90 \text{ kg} * 9.8 \text{ m/s}^2)$$

$$F = 882 \text{ kg} * \text{m/s}^2$$

$$F = 882 \text{ N}$$

Figura 33. Gráfica de esfuerzo brazo horizontal.



Fuente: Elaboración propia.

$$\sum MB = 0 \quad \begin{matrix} \oplus \\ \ominus \end{matrix}$$

$$0 = (882 \text{ N} * 82.5 \text{ cm}) + (882 \text{ N} * 5 \text{ cm}) - (17 \text{ cm} * F_c)$$

$$0 = (882 \text{ N} * 0.825 \text{ m}) + (882 \text{ N} * 0.05 \text{ m}) - 0.17 F_c$$

$$0 = 727.65 + 44.1 - 0.17 F_c$$

$$F_c = \frac{771.75}{0.17}$$

$F_c = 4,539.7 \text{ N}$   $\longrightarrow$  Elemento sometido a tracción.

$$\sum MC = 0 \quad \begin{matrix} \oplus \\ \ominus \end{matrix}$$

$$0 = (882 \text{ N} * 1.045 \text{ m}) + (882 \text{ N} * 0.22 \text{ m}) + (F_B * 0.17 \text{ m})$$

$$0 = 912.69 + 194.04 + 0.17 F_B$$

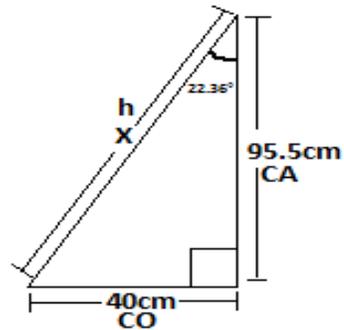
$$0 = 1.115.73 + 0.17 F_B$$

$$- F_B = \frac{1.115.73}{0.17}$$

$- F_B = 6.563.11 \text{ N}$   $\longrightarrow$  Elemento sometido a compresión

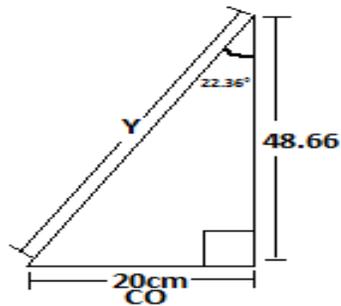
### c) Cálculo de esfuerzo, soporte diagonal

Figura 34. Gráfica de esfuerzo soporte diagonal.



Fuente: Elaboración propia.

$$\begin{aligned} X &= \sqrt{CO^2 + CA^2} \\ X &= \sqrt{(40\text{cm})^2 + (95.5\text{cm})^2} \\ X &= \sqrt{1'600 + 9'120.25} \\ X &= \sqrt{10'720.25} \\ X &= 103.5\text{cm} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} Y &= \sqrt{CO^2 + CA^2} \\ Y &= \sqrt{(20)^2 + (48.66)^2} \\ Y &= \sqrt{400 + 2'367.7} \\ Y &= \sqrt{2'767.8} \\ Y &= 52.6\text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tan &= \frac{CO}{CA} \\ \tan 22.36 &= \frac{20\text{cm}}{X} \\ X &= \frac{20}{\tan 22.36} = 48.66\text{cm} \end{aligned}$$

$$F_{Cy} = [\sin(22.36^\circ) \times 4'539.7N]$$

$$F_{Cy} = 1'725N$$

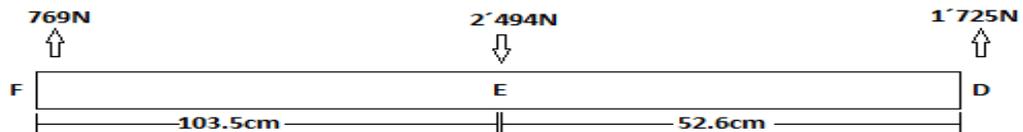
$$F_{By} = [\sin(22.36^\circ) \times 6'563.11N]$$

$$F_{By} = 2'494N$$

$$FF = (2'494N - 1'725N)$$

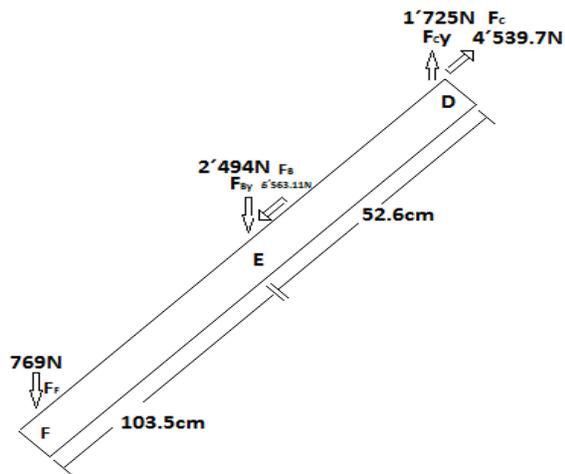
$$FF = 769N$$

Figura 35. Gráfica de esfuerzo diagonal 1.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 36. Gráfica de esfuerzo diagonal 2.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Relación de ecuaciones y significado de siglas.

$Potencia (HP) = \left( \frac{Kg * h}{t * 76} \right)$	Kg= Unidad o patrón básico de masa.
	HP= Es una medida de potencia, un patrón.
	h= Altura máxima a la cual se desea elevar en cuerpo.
	t= Tiempo estimado para levantar el cuerpo.
	76= Constante de la ecuación.
$F = (m * a)$	m= Masa del cuerpo.
	a= Aceleración de la gravedad o fuerza gravitatoria.
	F= Fuerza o esfuerzo del cuerpo.
N= Newton (Unidad de fuerza en el SI)	$\Sigma$ = Sumatoria (Para ser cálculos donde el resultado de 0).
MB= Momento en el punto B.	T= Esfuerzo cortante.
MC = Momento en el punto C.	A1= Dimensión del tubo cuadrado por fuera
Fc= Fuerza generada en el punto C.	A2= Dimensión del tubo cuadrado por dentro
Fb= Fuerza generada en el punto B.	AT= Área de la sección metálica (Diferencia entre A1-A2)
FF= Fuerza generada en el punto F vertical.	FCy= Fuerza en el punto C, descompuesta en el eje y.
	FBy= Fuerza en el punto B, descompuesta en el eje y.

Fuente: Elaboración propia.

## 6.5. MANUAL DE USO

Este manual dará a conocer la forma cómo utilizar de manera fácil y segura el elevador de cabezote. También veremos las advertencias que hay que saber al momento de operarlo. Esta herramienta le brindará años de uso con un alto rendimiento y sin problemas.

**Precaución:** lea cuidadosamente todo el manual del operador antes de proceder a utilizar el elevador de cabezote para fresadora.

Preste especial atención a las instrucciones de seguridad, advertencias y avisos. Si utiliza el elevador de cabezote para fresadora correctamente y solo para los fines que se ha diseñado, el mismo le brindará años de servicio con seguridad y sin problemas.

### Reglas de seguridad generales

**Advertencia:** lea y comprenda todas las instrucciones. El incumplimiento de todas las instrucciones siguientes puede producir lesiones personales graves.

## **Pasos para el funcionamiento**

- Revisar el estado de los componentes (guaya, malacate, enchufe, etc.) y si hay puntos de conexión para el motor reductor.
- Conectar el motor para energizar los componentes y poner en funcionamiento el elevador.
- Presionar el pulsador  para subir la carga que se desee (tener en cuenta el peso límite que puede soportar el elevador) en caso tal de levantar o para bajar la carga. 

## **Lugar de trabajo**

- Mantenga el lugar de trabajo limpio y bien iluminado para que no ocurran accidentes.
- Mantenga a los espectadores, niños o visitantes a una distancia prudente cuando esté utilizando el elevador. Las distracciones pueden hacerle perder el control.
- No abuse del cable eléctrico. Mantenga el cable alejado del calor, del aceite, bordes afilados o piezas móviles. Reemplace inmediatamente el cable eléctrico que se encuentre en mal estado, los cables dañados pueden ocasionar incendios.

## **Seguridad personal**

- Manténgase alerta, observe lo que está haciendo y use sentido común cuando este cansado o bajo la influencia de drogas, alcohol o medicinas. Un momento de distracción cuando esté trabajando con el elevador puede ocasionar una lesión grave.
- Evite la puesta en marcha accidental. Asegúrese de que el interruptor este en la posición “OFF”.
- Mantenga siempre un buen equilibrio y una posición firme. El buen equilibrio y la posición firme permite un mejor control del elevador en situaciones imprevistas.

## **Uso y cuidado de las herramientas**

- No esfuerce el elevador.
- No use el elevador sin el interruptor. Es peligroso si el elevador no puede ser controlado con el interruptor por lo tanto debe ser reparado.
- Desconecte el cable del elevador antes de hacer algún ajuste, cambiar accesorios o guarda. Estas medidas preventivas de seguridad reducen el riesgo de que el elevador se ponga en marcha accidentalmente.
- Verifique si hay piezas atascadas, quebradas o existe cualquier otra situación que pueda afectar el funcionamiento del elevador. Si está dañado debe repararse antes del uso. Muchos accidentes son causados debido al mal estado de las herramientas.
- La reparación de las herramientas debe ser efectuada solamente por personal calificado. La reparación o mantenimiento efectuado por personal no especializado puede causar lesiones personales.

Lea cuidadosamente el manual de usuario. Aprenda sus aplicaciones y limitaciones, así como también los riesgos potenciales específicos realizados con esta herramienta; si se cumplen estas reglas se reducirá el riesgo de una lesión grave.

## 6.6. PRESUPUESTO

Tabla 5. Presupuesto.

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>COSTOS</b>
REALIZAR ESTUDIO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA	1.000.000
ELABORACION DE UN MANUAL DE ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL USO DEL ELEVADOR	30.000
PAPELERIA	10.000
INTERNET	10.000
<b>TOTAL</b>	<b>1.050.000</b>

Fuente: Elaboración propia.

## 7. CONCLUSIONES

Como resultado del diseño y construcción del elevador para cabezal móvil, es posible concluir que fue satisfactorio, ya que se logró cumplir a cabalidad las metas planteadas desde el inicio, y con este proyecto se dio solución a la problemática de seguridad que se tenía dentro de los laboratorios de la Institución Universitaria Pascual Bravo.

Esta es una implementación que genera ventajas, puesto que reduce el esfuerzo generado por los operarios de la fresadora, al levantar los cabezales que oscilan entre unos 40 y 90 Kg.

Por otro lado, se logró definir ventajas y desventajas de los diferentes tipos de elevador, dando paso a un diseño sencillo, eficiente y seguro para la manipulación efectuada por el personal.

Los cálculos dan un valor agregado, puesto que demuestran técnicamente las capacidades del elevador.

## **8. RECOMENDACIONES**

Realizarle mantenimiento preventivo a cada mecanismo del elevador, tanto en el mecanismo de transmisión como en el sistema de control para evitar fallas imprevistas en este.

Antes de manipular el elevador se debe identificar cada uno de las señales y pulsadores de seguridad para prevenir instantáneamente cualquier posible incidente.

Respetar la capacidad máxima del elevador, con el fin de eludir daños en este o un mayor agravante lesiones personales.

## BIBLIOGRAFÍA

- h. myszka, D (2012). *Máquina y mecanismo*. México
- lladonosa, v. (1993). *circuitos basicos de contactores y temporizadores*. barcelona, españa: marcombo, boixareu.
- martin, s. j., & moreno, d. c. (1996). *Del clavo al ordenador*. madrid: fareso, SA.
- La Facultad de Ingeniería, UNAM (1997). Universidad Nacional Autónoma de México. *Revista de Ingeniería*, volumen 67
- Manuel Álvarez Pulido., (2000). *Convertidores de frecuencia, controladores de motores y SSR*. Barcelona, España: marcombo, SA
- Robert L. Mott, P.E., (2006). *Diseño de Elementos de Maquina*. Pearson educación. Naucalpan de Juárez, Estado de México
- Manuel M. Pérez & Cristina F. López. (2012). *Manual de Soldadura con Electrodo Revestido*. Paraninfo.

## ANEXOS

### Anexo 1. Estructura del elevador



### Anexo 2. Transmisión mecánica



Anexo 3. Piñón y eje de transmisión



Anexo 4. Motor reductor



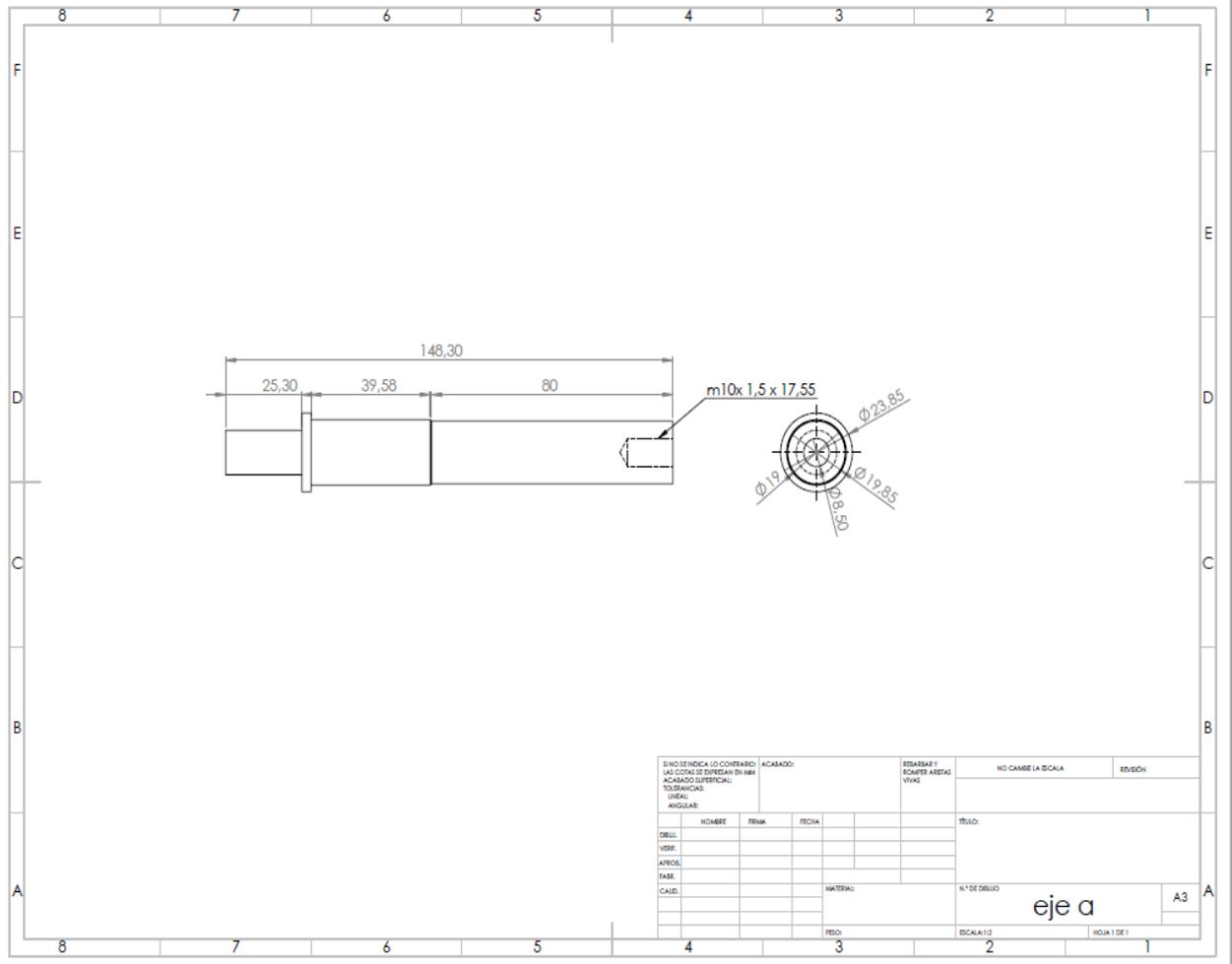
Anexo 5. Caja reductora con piñón y eje de transmisión



Anexo 6. Estructura del elevador con acabado

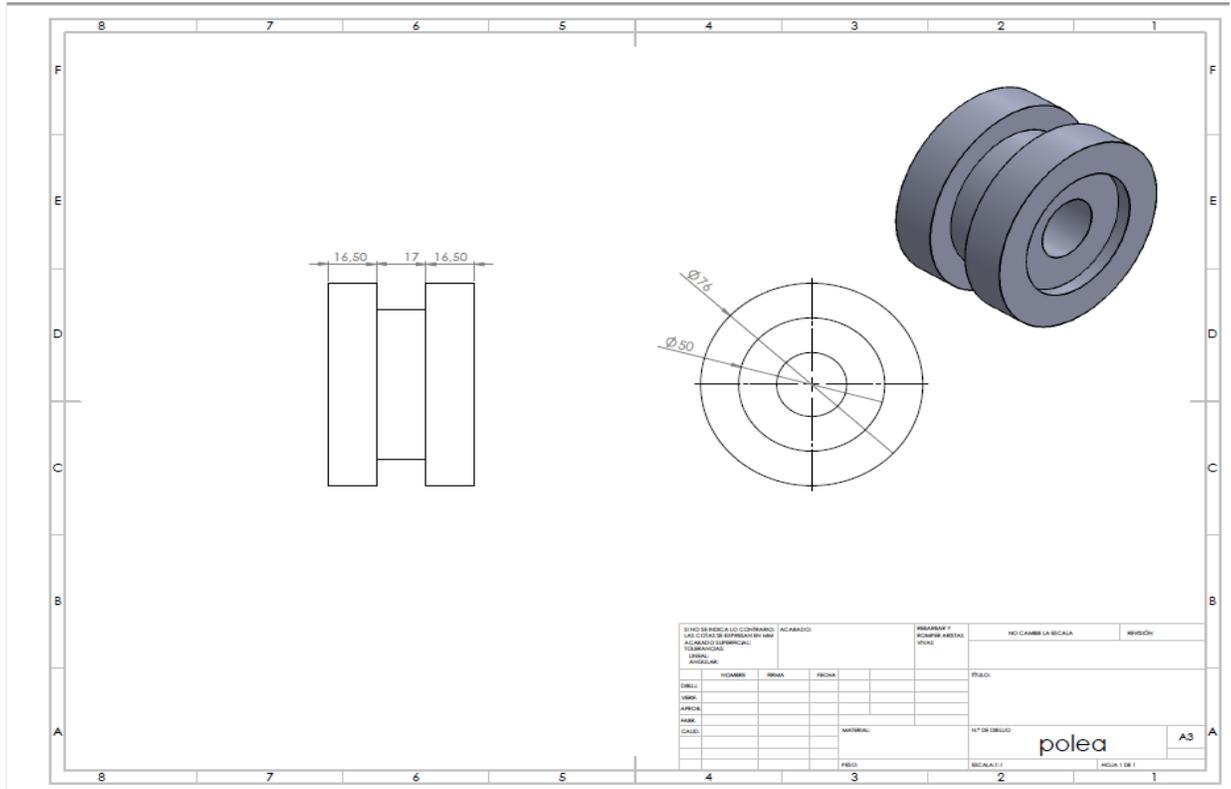


# Anexo 7. Plano 2. Eje de transmisión

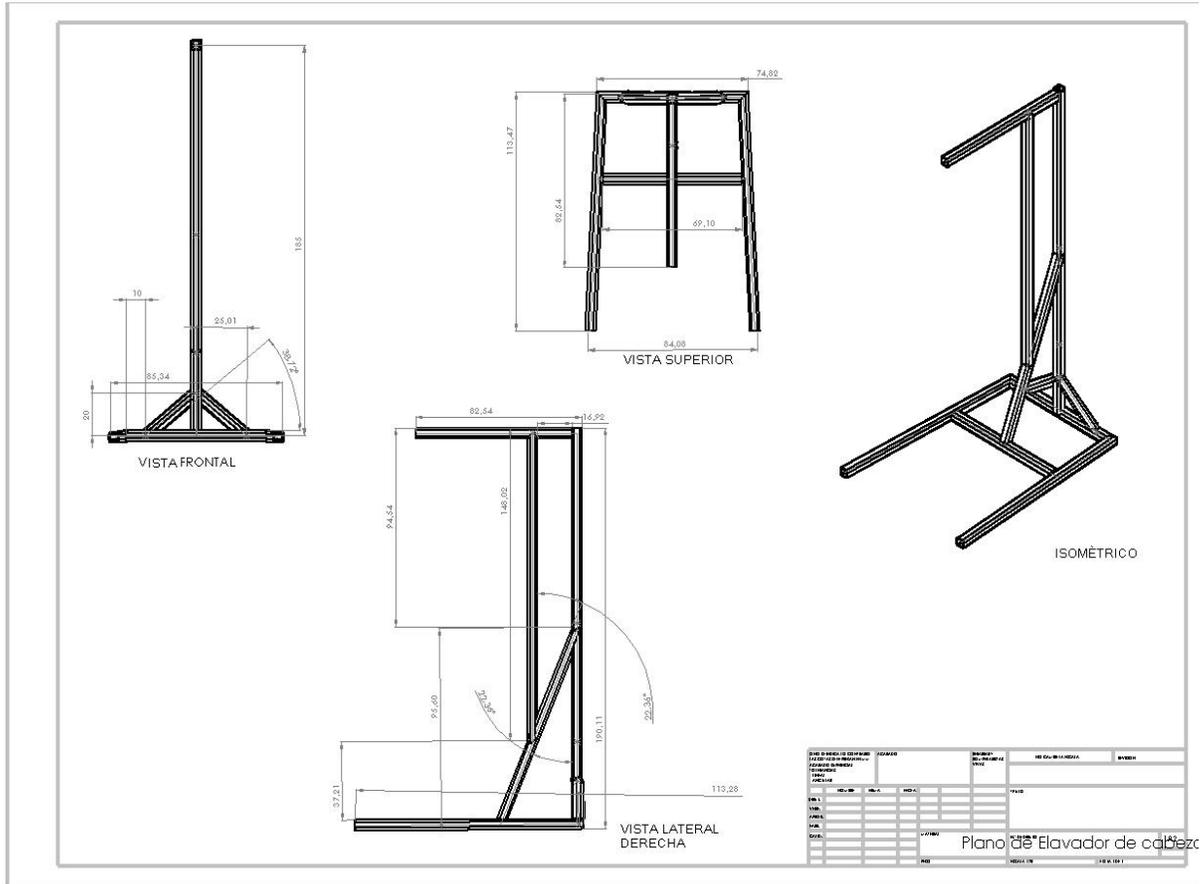




Anexo 9. Plano 4. Polea



Anexo 10. Plano 5. Isométrico y vistas del elevador



Anexo 11. Plano 6. Ensamble parcial sin motor

SINO SE INDICA LO CONTRARIO		ACABADO		REBARBAR Y		NO CAMBIA LA BOCALA		REVISION	
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		ACABADO SUPERFICIAL		SCOPIN AREAS		TOLAS			
UNIDAD ANGULO									
DESB.	NOMBRE	SEMA	FECHA			EJEC.			
VERB.									
APROB.									
PROB.									
OTROS				MATERIAL		N° DE DIBUJO			
						BSCALAS		HOJA 1 DE 1	

Ensamblaje sin motor

Anexo 12. Plano 7. Ensamble total

