

# Banda transportadora con electroimán

---

## **María Angélica Barrera Certuche**

IV Semestre Ingeniería Industrial  
maangelik92@hotmail.com

## **Jhon Eduar Correa Arce**

IV Semestre Ingeniería Industrial  
edu\_ar96@hotmail.com

## **Soraya Echeverry Pantoja**

IV Semestre Ingeniería Industrial  
sora\_echeverry94@hotmail.com

## **Johan Felipe Martínez Ramírez**

IV Semestre Ingeniería Industrial  
pipe1094@hotmail.com

## **Christian Ricardo Martínez Rojas**

IV Semestre Ingeniería Industrial  
rdpz34@hotmail.com

## **Rubén Darío Parra**

Docente – Ingeniería Química  
christian.m93@hotmail.com

Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Palmira, Valle, kilómetro1, vía Tienda Nueva.  
Teléfono: (572) 270 2545.

## Resumen

---

En el presente artículo se resume los resultados más importantes durante el tiempo de formación, que se obtuvo luego de cuatro meses de trabajo continuo. Se construyó una banda transportadora con accionamiento magnético para aplicación industrial, formada por dos sistemas principales: arrastre y levitación. Se explica el proceso de diseño y construcción del sistema de arrastre de carga, y la implementación del control para la levitación del material.

Se desarrolló el proceso de diseño para el arrastre mediante la construcción de prototipos: madera y metales, en el que se intercaló la simulación de su funcionamiento. La máquina tiene una capacidad de arrastre hasta dos kilogramos con una anchura de 15 cm.

## Palabras clave

Banda transportadora, arrastre, levitación, carga, diseño.

## Abstract

---

In this article the most important results are summarized for training time, which after four months of continuous work achieved. Drag and levitation: a conveyor belt with magnetic drive for industrial application consists of two main systems is built. The process of design and construction of the drive system load, and control implementation for levitation of the material is explained.

The design process for the drag was developed through prototyping: wood and metal, in which the simulation was sand witched operation. The machine has a towing capacity up to 2 kilograms with a width of 15cm.

## Keywords

Conveyor belt, pull, levitation, load, design.

## Introducción

---

El separador electromagnético de limpieza automática está diseñado para extraer y recuperar las piezas ferro-magnéticas que se encuentran entre el material que circula por una cinta transportadora.

Se compone por un potente electroimán que forma a su vez la estructura principal o cuerpo soporte de una pequeña cinta nervada que envuelve al electroimán.

Unos pequeños bastidores solidarios al electroimán soportan los tambores motriz y de reenvío y el motor-reductor para el arrastre de la cinta.

Los separadores electromagnéticos de limpieza automática serán utilizados en caso de realizar una evacuación automática del material, asegurando una gran recuperación de férrico. 4. (FELEMAMG, 2015).

## Problemática

---

El transcurso de diseño de un electroimán y una banda transportadora requiere un conocimiento de las leyes básicas del electromagnetismo y de bandas. Para un dispositivo óptimo es esencial un buen diseño, eligiendo los materiales y procedimientos de construcción adecuados. Los mayores retos para la construcción de la máquina son:

- Elegir un buen material ferro-magnético, que presente una baja reluctancia y permita un buen desempeño.
- Calcular la corriente necesaria para generar un campo magnético capaz de ejercer una fuerza suficiente para levantar un peso de 1Kg.
- Elegir el calibre de conductor adecuado a fin de transportar sin degradarse, la corriente calculada para proporcionar la fuerza magneto-motriz necesaria.

## Justificación

---

En el ámbito industrial, es vital la capacidad de trasladar productos o materias primas de un lado a otro, ya que se busca la mayor validez en cada subproceso; ejecutar tareas repetitivas de transporte es sumamente ineficiente, por esta razón, elementos como electroimanes (acoplados a sistemas mecánicos) y bandas transportadoras son importantes en las empresas.

El principal interés de este proyecto es mostrar por medio de un dispositivo didáctico, la viabilidad y utilidad de los electroimanes en el proceso de transporte (de materias primas, productos, etc. obviamente metálicos) de un punto a otro en una cadena de producción.

## Objetivos

---

### Objetivo general

Construir una estructura de la banda transportadora para así poder implementar un sistema de control para el manejo de la misma, optimizando tiempo a la hora de la tarea de transporte y selección de materiales; así mismo costos económicos a la empresa.

### Objetivos específicos

- Añadir un moto-reductor para reducir la velocidad en una forma segura y eficiente.
- Implementar un electroimán sencillo y experimentar la utilidad del mismo.
- Diseñar una estructura de la banda transportadora y lograr un buen funcionamiento.
- Demostrar que con la banda transportadora se puede optimizar mano de obra y tiempo.

## Marco teórico

### Características del material

#### Hierro

El hierro o fierro (en muchos países hispanohablantes se prefiere esta segunda forma) es un elemento químico de número atómico 26, situado en el grupo 8, periodo 4 de la tabla periódica de los elementos. Su símbolo es Fe (del latín *ferrum*) y tiene una masa atómica de 55,6 u. **2.** (Anónimo, Hierro, 2014).

Este metal de transición es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre, representando un 5 % y, entre los metales, solo el aluminio es más abundante; y es el primero más abundante en masa planetaria, debido a que el planeta, en su núcleo, se concentra la mayor masa de hierro nativo equivalente a un 70 %. El núcleo de la Tierra está formado principalmente por hierro y níquel en forma metálica, generando al moverse un campo magnético. Ha sido históricamente muy importante, y un período de la historia recibe el nombre de hierro. Ver tabla 1. **3.** (Salas, 2014).

Tabla 1. Propiedades del hierro.

Serie química	Metales de Transición
Masa atómica	55,845 u
Densidad	787kg/m <sup>3</sup>
Conductividad eléctrica	9,93 * 10 <sup>6</sup> S/m
Estructura cristalina	Cúbica centrada en el cuerpo
Resistencia máxima	540 Mpa

### Motorreductor Merkle-Korff Industries 110 V Ref. 210-32 Gf

La línea de Merkle-Korff de los motores con engranajes de la CA ofrece a clientes flexibilidad máxima del uso en los motores con engranajes diseñados a las especificaciones exigentes. Todos los modelos ofrecen bobinas de encargo, engranaje-cocientes y una variedad amplia de accesorios para resolver requisitos de funcionamiento específicos. **5.** (MK, 2012).

## Características

- Ejes de salida modificados para requisitos particulares.
- Varias longitudes del plomo, terminación y arneses de encargo.
- Varias opciones del montaje freno del cono, freno positivo de la parada y bobina. Rotura del resorte.
- Cojinetes de la aguja para las altas cargas radiales.
- Caja profunda para las altas cargas radiales.
- Caso profundo para usos más altos del esfuerzo de torsión.
- Ventilador.
- Bobinas golpeadas ligeramente (3700, 4500 y 4400).
- UL, CSA, CE.

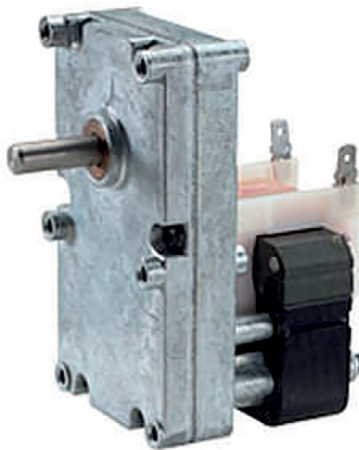


Ilustración 1. Motor-reductor 110 V.

## Bandas transportadoras

Las bandas y rodillos transportadoras son elementos auxiliares de las instalaciones industriales, cuyo objetivo es el de recibir un producto de forma continua para conducirlo a otro punto. Son mecanismos que funcionan solos, intercalados en las

líneas de proceso y que no requieren generalmente de ningún operario que manipule directamente sobre ellos de forma continua.

Las cintas o bandas transportadoras se usan extensivamente para transportar materiales agrícolas e industriales, tales como granos, carbón, etc. A menudo, para cargar o descargar buques cargueros o camiones, se utilizan en embotelladoras, en industrias farmacéuticas, en los aeropuertos para la organización y distribución de equipaje, etc. Existe una amplia variedad de cintas transportadoras, que difieren en su modo de funcionamiento, medio y dirección de transporte. **6.** (Ferreira, 2015)



Ilustración 2. Bandas transportadoras.

## Funcionamiento de una banda transportadora

Muchos difieren en que las transportadoras de cinta están familiarizadas con la teoría y los fundamentos de la transmisión por correa. Un análisis de los aspectos generales de las bandas transportadoras permite determinar que la transmisión por correa provee una base para el diseño de las mismas y transportadores elevadores. La transmisión por correa es por fricción entre la cinta y los tambores o poleas de accionamiento. Ciertamente, otros elementos de diseño, que también colaboran con el sistema, son determinantes tanto en la potencia de la transmisión como en la cantidad de material transportado.

En el funcionamiento de las bandas transportadoras se tienen en cuenta los siguientes componentes o cálculos:

- **Tensión en una correa:** es una fuerza actuando a lo largo de la cinta, tendiendo a elongarla. La tensión de la correa es medida en Newtons. Cuando una tensión es referida a una única sección de la cinta es conocida como una tensión unitaria y es medida en Kilonewtons por metro (kN/m).
- **Energía y trabajo:** están relacionados debido a que ambos son expresados en la misma unidad. El trabajo es el producto de una fuerza y la distancia a recorrer. La energía es la capacidad de ejecutar un trabajo. Cada uno es expresado en Joules, en el que un Joule equivale a un Newton-metro. La energía de un cuerpo en movimiento es medida en Joules.
- **La potencia:** es la relación entre la realización de un trabajo o transmisión de energía. La unidad mecánica de potencia es el Watt, que es definido como un Newton-metro por segundo. La potencia empleada en un periodo de tiempo produce trabajo, permitiendo su medición en kilowatt-hora (Ferreira, 2015).

### Características de construcción de una banda transportadora

Una Banda transportadora es un medio de transporte de material de un punto de inicio a un punto de llegada. Para efectuar el trabajo de un punto a otro, la correa requiere potencia. La potencia es proporcionada por un tambor motriz o una polea de conducción. El torque del motor se transforma en fuerza tangencial o también llamada tensión efectiva.

- La tensión requerida por la correa para mover el material de un punto a otro es la suma de lo siguiente:
- La tensión que debe vencer la fricción de la correa y de los componentes en contacto con ella.
- La tensión que debe vencer la fricción de la carga.
- La tensión que debe aumentar o disminuir debido a los cambios de elevación de la banda transportadora.

Cuando el diseño de la cinta respetados y chequeados. Para cada material a transportar existen valores de referencia establecidos, así como métodos para el cálculo de los mismos. (Ferreira, 2015).



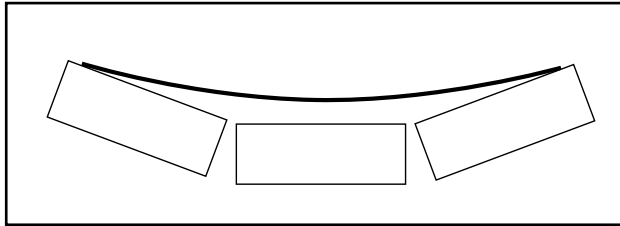


Ilustración 3. Cinta tesa, trabajo inapropiado.

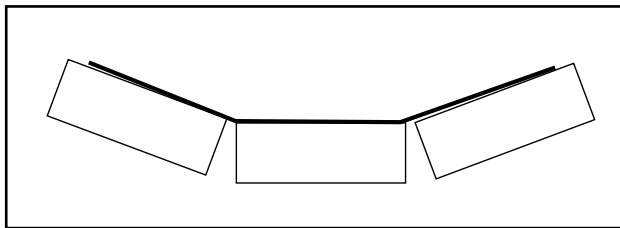


Ilustración 4. Cinta flexible, trabajo apropiado.

## Clases, tipos y características de bandas transportadoras

De acuerdo al tipo de material que se desea trabajar, existen dos grupos importantes de transportadoras, ellas son:

- Banda o rodillo para el manejo de productos terminados o sin terminar.
- Banda o rodillo para manejo de producto suelto o a granel.
- Cada banda transportadora o rodillo transportador varía dependiendo de la utilización y características propias del medio, pues las actividades, espacio, y manejo de distintos materiales son criterios de selección para la construcción de las bandas o rodillos.
- Existen gran cantidad de variables que permiten llegar a la selección y construcción de un determinado tipo de banda o rodillo transportador. (Ferreira, 2015).

Los criterios de selección más importantes y comunes son:

- Material a manejar: características, temperatura, etc.
- Capacidad y peso.
- Distancia de transporte.
- Niveles de transporte.
- Interferencias, limitaciones, apoyos.
- Función requerida del medio transportador.
- Condiciones ambientales.
- Recursos energéticos.
- Recursos financieros (presupuestos).
- Clasificación de usuarios y tiempo de utilización. (Ferreira, 2015).

## Bandas transportadoras de goma

Las bandas transportadoras de goma son las que se utilizan comúnmente. Están constituidas por capas de materiales engomados separados por capas de otro tipo de goma intermedia para mejorar la flexibilidad y recubiertas de caucho grueso y de calidad deseada según el trabajo a realizar y el tipo de material a transportar.

Normalmente se fabrican en tejidos de poliéster/poliamida, que es el material que proporciona más resistencia a la rotura y al impacto (Ferreira, 2015).

### Características

- **Lisa:** se usa principalmente para transporte horizontal y de poca inclinación.
- **Nervada:** para instalaciones con ángulos elevados de transporte.
- **Rugosa:** coeficientes de rozamiento elevados.

## Ancho de la banda

En función de cada tipo de banda existe un estándar

- **Lisa:** 300 - 400 - 500 - 600 - 650 - 700 - 800 - 1000 - 1200mm.
- **Nervada:** 400 – 500 – 600 – 650 - 800mm.
- **Rugosa:** Ancho máximo 1200 mm.

Tabla 2. Referencia del tipo de material de la banda.

Referencia	Utilización
"Y" estándar	Soportar el material a transportar
"X" anti-abrasivo	Materiales cortantes y de granulometría elevada
"W" muy anti-abrasivo	Materiales con gran poder de desgaste, granulometría fina
"G" anti-aceite	Resistente el ataque de aceites, grasa e hidrocarburos; soporta temperaturas hasta 110°C
"T" anti-calórica	En función de la temperatura del producto se elegirá entre 110, 150 ó 170°C, teniendo bien en cuenta la granulometría
"A" de alimentos	De color blanco para su uso en la industria alimenticia
"S,K" antillama	Para empleo en minas y ambientes potencialmente explosivos

## Tipos de rodillos

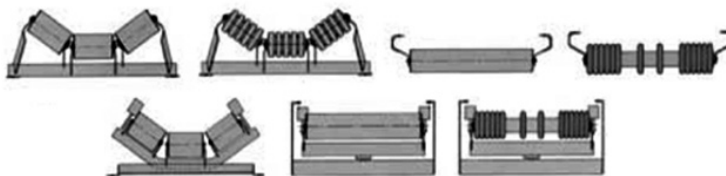


Ilustración 5. Sistema de rodillos.

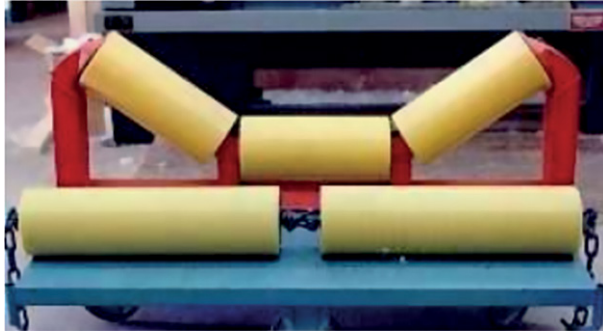


Ilustración 6. Rodillos Tipo U y Plano.

Los sistemas de rodillos mostrados en las figuras 4 y 5 son los más comunes utilizados en la industria. Cada uno de ellos difiere del tipo y características de los materiales que se van a transportar. (Ferreira, 2015).

- Mayor duración de vida del rodamiento. Eliminación de problemas o rupturas del rodamiento.
- Alta resistencia a la abrasión y totalmente no-corrosible.
- Muy bajo coeficiente de fricción.
- Amortiguador de vibraciones.
- Alta resistencia a los impactos de carga.
- Reducción de ruido.
- Resistente a radiaciones ultravioletas.
- Fabricados bajo normas de ingeniería y tolerancias.
- Recubrimientos especiales adaptados a las condiciones específicas de uso.
- Rodamiento libre en bajas temperaturas.
- Protección de la correa.
- Capacidad de intercambiarse - versatilidad.

## Usos industriales

Los principales usos de las transportadoras se dan en minería, construcción, en la industria alimenticia, etc.

### **Minería**

La mano de obra en el transporte de material de un punto a otro puede ser muy costosa. Inclusive no sería eficiente debido a que normalmente las cuevas o sitios mineros se encuentran en sitios a los que el ingreso es complicado. Para zonas mineras una banda transportadora puede atravesar pasos inclinados y extenderse por millas de terreno con curvas horizontales y verticales sin ningún problema.

### **Construcción**

Los diseños de bandas transportadoras para la construcción son de gran rapidez y facilidad en el montaje, ya que pueden ser armados y desarmados con gran facilidad, y conducen con gran rapidez el material de construcción.

### **Industria de alimentos**

Uno de los grandes sectores de la industria que utiliza las bandas transportadoras es el alimenticio. En este sector se caracterizan por su velocidad constante sin interrupciones. Higiénico, ya que debe serlo, y además, está situado en la parte interior de las instalaciones y normalmente están controlados desde estaciones permanentes. (Ferreira, 2015).

## Electroimán

Un electroimán es un tipo de imán en el que el campo magnético se produce mediante el flujo de una corriente eléctrica, desapareciendo en cuanto cesa dicha corriente.

En 1819, el físico danés Hans Christian Orsted descubrió que una corriente eléctrica que circula por un conductor produce un efecto magnético que puede ser detectado con la ayuda de una brújula. Basado en sus observaciones, el físico estadounidense Joseph Henry inventó el electroimán en 1825. El primer electroimán era un

trozo de hierro con forma de herradura envuelto por una bobina enrollada sobre él. Henry envolvió los cables por los que hizo circular la corriente de una batería. Henry podía regular su electroimán, lo que supuso el principio del uso de la energía eléctrica en máquinas útiles y controlables, estableciendo los cimientos para las comunicaciones electrónicas a gran escala.

## Dispositivos que usan electroimanes

Los electroimanes se usan en muchas situaciones en las que se necesita un campo magnético variable rápida o fácilmente. Muchas de estas aplicaciones implican la deflexión de haces de partículas cargadas, como en los casos del tubo de rayos catódicos y el espectrómetro de masa.

Los electroimanes son los componentes esenciales de muchos interruptores, siendo usados en los frenos y embragues electromagnéticos de los automóviles. En algunos tranvías, los frenos electromagnéticos se adhieren directamente a los rieles. Se usan electroimanes muy potentes en grúas para levantar pesados bloques de hierro y acero, y para separar magnéticamente metales en chatarrerías y centros de reciclaje. Los trenes de levitación magnética usan poderosos electroimanes para flotar sin tocar la pista. Algunos trenes usan fuerzas atractivas, mientras otros emplean fuerzas repulsivas.

Los electroimanes se usan en los motores eléctricos rotatorios para producir un campo magnético rotatorio y en los motores lineales para producir un campo magnético itinerante que impulse la armadura. Aunque la plata es el mejor conductor de la electricidad, el cobre es usado más a menudo, debido a su relativo bajo costo, y a veces se emplea aluminio para reducir el peso. 8. (García, 2013).

## Aplicaciones industriales

Las aplicaciones industriales que puede tener un electroimán de este tipo dependen del cliente, en este caso se supuso la necesidad de levantar placas metálicas continuamente, debido a la dificultad en el transporte de este tipo de materiales el electroimán se convierte en un elemento indispensable en la cadena de producción. El diseño en forma de manija facilita su acoplamiento a un sistema electromecánico, además de que proporciona mayor agarre y seguridad en el transporte de la pieza. La automatización de un proceso como este incrementa las ganancias del cliente, ya

que aumenta la productividad y disminuye los riesgos intrínsecos de un proceso de transporte no automatizado.

Al estar con una temperatura elevada y la dificultad de manejo, se empleó el diseño en forma de manija, de tal manera que con un botón pueda aplicar tensión al electroimán, levantar la placa metálica, luego desactivar el sistema y así cumplir con el transporte de la placa de forma segura, en este caso, se beneficia el empleador porque su proceso se optimiza, y el empleado gana, ya que su seguridad fue el motivo del diseño y podrá cumplir con su papel con menos riesgos. (Mesa, 2012).

### Funcionamiento:

La pieza ferro-magnética que circula por la cinta transportadora, al entrar en el campo magnético generado por el electroimán, es atraída y asciende hasta la cinta que rodea al electroimán.

Los nervios de esta cinta arrastran a las piezas férricas hasta sacarlas del campo magnético generado por el electroimán en donde se desprenden libremente.

El montaje de estos separadores puede realizarse de forma transversal sobre la cinta transportadora o de forma longitudinal en cabeza de cinta.

La elección del separador ideal y el montaje más adecuado va a depender de diversos factores:

- Tipo de producto.
- Velocidad y caudal del transporte.
- Granulometría.
- Dimensiones del material magnético.

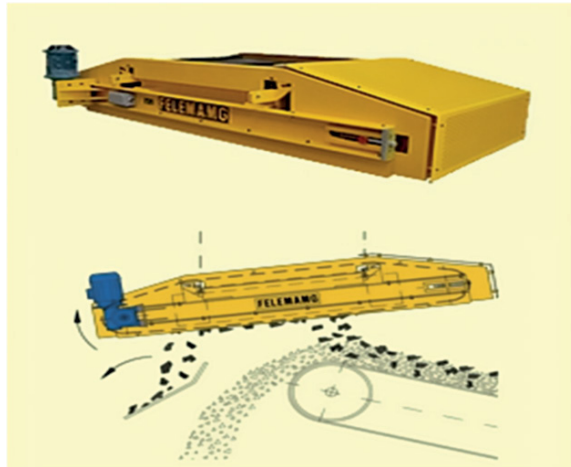


Ilustración 7. Electroimán para bandas transportadoras.

## Fuerza sobre los materiales ferromagnéticos

Calcular la fuerza sobre materiales ferro-magnéticos es, en general, bastante complejo. Esto se debe a las líneas de campo de contorno y a las complejas geometrías. Puede simularse usando análisis de elementos finitos.

Sin embargo, es posible estimar la fuerza máxima bajo condiciones específicas. Si el campo magnético está confinado dentro de un material de alta permeabilidad, como es el caso de ciertas aleaciones de acero, la fuerza máxima viene dada por:

$$F = \frac{B^2 A}{2\mu_o}$$

Donde:

- $F$  es la fuerza en newton;
- $B$  es el campo magnético en teslas;
- $A$  es el área de las caras de los polos en  $m^2$
- $\mu_o$  es la permeabilidad magnética del espacio libre.



En el caso del espacio libre (aire)

$$\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$$

Siendo la fuerza por unidad de área (presión):

$$P \approx 398\text{kPa}, \text{ para } B = 1 \text{ tesla}$$

$$P \approx 1592\text{kPa}, \text{ para } B = 2 \text{ teslas}$$

En un circuito magnético cerrado:

$$B = \frac{\mu NI}{L}$$

Donde:

- $N$  es el número de vueltas del cable en torno al electroimán;
- $I$  es la corriente en amperios;
- $L$  es la longitud del circuito magnético.
- Sustituyendo, se obtiene:

$$F = \frac{\mu N^2 I^2 A}{2L^2}$$

Por su fuerza se usan para levantar contenedores de más de 25 toneladas, más el peso de la carga y vehículos.

Para construir un electroimán fuerte, se prefiere un circuito magnético corto con una gran superficie. La mayoría de los materiales ferro-magnéticos se saturan sobre 1 a 2 teslas. Esto sucede a una intensidad de campo de

$$H \approx 787 \text{ amperios} \times \text{vueltas} / \text{metro}.$$

Por esta razón, no hay motivos para construir un electroimán con una intensidad de campo mayor. Los electroimanes industriales usados para levantar peso se diseñan con las caras de ambos polos en un lado (el inferior). Eso confina las líneas de campo

para maximizar el campo magnético. Es como un cilindro dentro de otro. Muchos altavoces usan una geometría parecida, aunque las líneas de campo son radiales al cilindro interior más que perpendicular a la cara. **9.** (Anónimo, ELECTROIMÁN, 2009).

### Motor con inversión de polaridad

Los motores monofásicos de fase partida pueden girar porque en el arranque se conectan como motores bifásicos.

El cambio de giro se obtiene modificando la secuencia del bobinado de arranque con respecto al bobinado de trabajo.

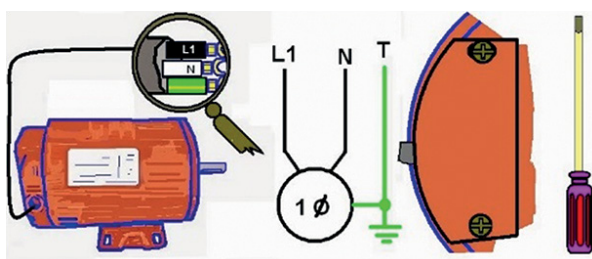


Ilustración 8. Tapa de conexiones de motor monofásico de fase partida.

1. En algunos casos los motores tienen indicaciones en la placa de datos en las que nos piden quitar la tapa de conexiones.
2. E intercalar los cables “rojos”  
“Recordemos la seguridad, siempre debemos asegurarnos que no deben poder ser alimentados circuitos mientras trabajamos con ellos, por lo que debemos bloquear y etiquetar interruptores”.

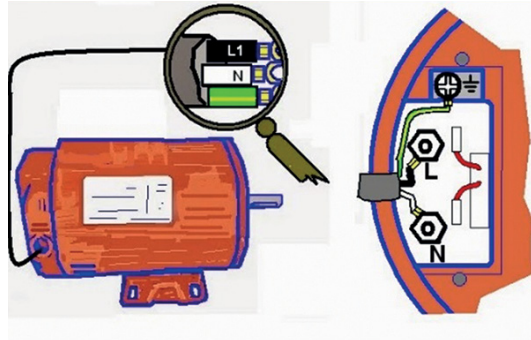


Ilustración 9. Caja de conexiones de motor monofásico de fase partida.

Esto suele hacerse rápido por los electricistas expertos, los fabricantes ponen conexiones tipo terminal faston hembra bandera que facilitan la conexión y desconexión.

Estos cables son las terminales T5 y T8 pertenecientes al bobinado de arranque.

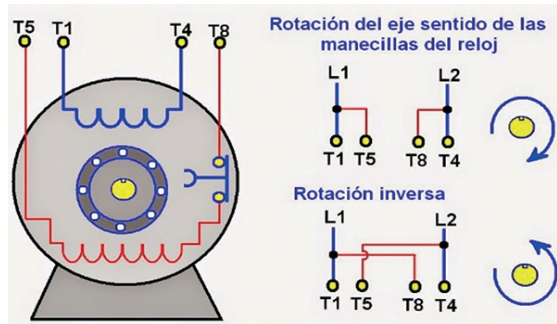


Ilustración 10. Conexiones para cambio de giro de motor monofásico de fase partida.

De no estar el cambio visible, es necesario quitar la tapa del motor y realizar las conexiones, es probable que se tenga que emplear caudín y soldadura. (Cordoba, 2016).



Ilustración 11. Motor con inversión de polaridad 110V.

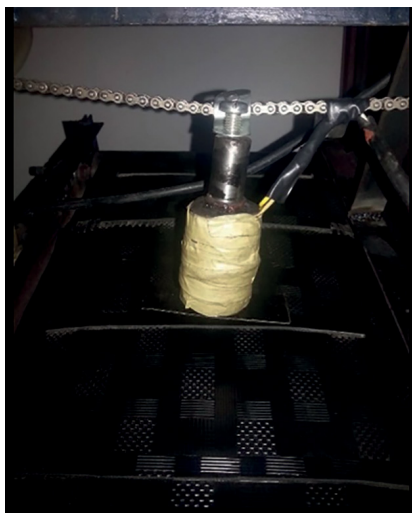


Ilustración 12. Electroimán.

## Metodología

---

- Una tabla de 1.25\*2.44 de triplex.
- Un motor-reductor Merkle-Korff 110v.

- Un tubo galvanizado de 3’.
- Cuatro balineras.
- Veinte arandelas.
- Un ángulo de 6 m.
- Diez tuercas.
- Electroimán.
- Tren de levas.
- Cinta para la banda.
- Tuercas.
- Triplex 1.25\*2.44 m.
- Cable para bobinar.

## Herramientas

Soldador, pulidora,, compresor, escuadra, nivel de mano, flexo-metro, tiza industrial, una libra de soldadura 6011 blanca, pulidora con guarda y disco de corte metal de 4 in, y careta para pulidora, pinturas aerosol.

## Normas de seguridad

Botas industriales, guantes de carnaza hasta la altura de los codos, gafas de seguridad, careta de soldadura, y overol.

## Procedimiento

1. Se selecciona el diseño a realizar y medidas acorde con la bibliografía empleada en el curso.
2. Selección de material y corte de las piezas, acorde con el diseño.
3. Se unen las piezas de la banda transportadora por medio de soldadura 6011.

4. Se forra la base de la banda con la cinta de goma.
5. Se instala el electroimán.
6. Se verifica funcionamiento de la máquina, verificando que el motor-reductor esté en correcto estado, y el electroimán selecciona los materiales ferro-magnéticos.
7. Se lijan las superficies a pintar, se aplica anticorrosivo.
8. Empacado de la máquina.

### Tabla de presupuesto

El presupuesto para este proyecto está para una banda transportadora con electroimán (Ver tabla 3 y 4).

## **¿Qué comparación tiene este prototipo con uno que funciona en laboratorios, cuánto le puede ahorrar esta máquina acorde con la medición de datos?**

---

La máquina didáctica elaborada durante este proceso, salió en un costo aproximado de \$657.828,00 mientras que una máquina cinta transportadora con electroimán está en un costo de alrededor *de* \$10.355.830.00, en el cual hay un ahorro realmente notable, claro está que la máquina es muy completa, con un software adecuado y muy sofisticada, sin embargo, la banda transportadora con electroimán arroja resultados satisfactorios con los que se puede emplear en una empresa pequeña.

## **Causas de error**

---

Las posibles causas de error se debieron a problemas de medición.

- Causas de error humanas
  - Las mediciones tomadas erróneamente por el ojo humano.

Tabla 3. Presupuesto del proyecto.

<b>Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>
Triplex 1.25 x 2.44	1	48.000,00	48.000,00
Motor-reductor	1	155.000,00	155.000,00
Tubo Galvanizado	1	4.000,00	4.000,00
Balinas	4	4.000,00	16.000,00
Varilla Enroscada	2	2.695,00	5.390,00
Una Libra Soldadura 60-11	1	4.500,00	4.500,00
Arandelas	20	200,00	4.000,00
Angulo x 6m	1	15.188,00	15.188,00
Tuercas	20	81.25	1.650,00
Electroimán	1	120.000,00	120.000,00
Tren De Levas	1	35.000,00	35.000,00
Mano De Obra	1	100.000,00	100.000,00
Cables, Interruptores	2	7.000,00	14.000,00
Banda Goma 25x1,50(M)	2	10.500,00	10.500,00
Torno	1	7.500,00	7.500,00
Caja Puntillas	1	2.800,00	2.800,00
Viveres	1	6.000,00	6.000,00
CD Rotulado	1	5.000,00	5.000,00
Canaleta 12x8 Adhesivo	1	3.800,00	3.800,00
Pintura, Cañamo Y Tiner (C/U)	1	7.500,00	7.500,00
Otros		50.000,00	50.000,00
<b>Total</b>			<b>657.828,00</b>

Tabla 4. Presupuesto de mejoras.

Unidad	Precio unitario	Precio total
20	100	2.000
1	10.000	10.000
1 rollo		11.000
1		100.000
Total		123.000

## Conclusiones

- Confirmamos la importancia de la implementación de bandas transportadoras, ya que facilitan la distribución y almacenaje automatizados, permitiendo una distribución minorista, mayorista y manufacturera más eficiente, logrando así optimizar mano de obra y transportar rápidamente grandes cantidades en los procesos, reduciendo el espacio de almacenaje necesario, todo esto gracias a estas.
- Adquirimos conocimientos y recordamos conceptos para así llevarlos a práctica de manera ingeniosa, dinámica y entretenida.
- Efectuamos a la banda transportadora dos rodillos: uno fijo y otro con movimiento, haciendo que a la hora de que el electroimán seleccione los materiales férricos los deposite a una tolva.
- Implementamos, a nuestra banda transportadora, un moto-reductor, ya que con este bajamos la fuerza del mismo y así haga un movimiento apropiado, logrando así que con el moto-reductor hubiera una regulación perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida.
- Utilizamos un electroimán, el cual diseñamos a manera de una bobina con un puente rectificador, que va de corriente alterna a corriente continua, a la cual le añadimos 110V, pudiendo demostrar que el electroimán selecciona materiales férricos.



## Glosario

---

- **Ferro-magnéticos:** el ferromagnetismo es un fenómeno físico en el que se produce ordenamiento magnético de todos los momentos magnéticos de una muestra, en la misma dirección y sentido. Un material ferro-magnético es aquel que puede presentar ferromagnetismo. Ha de extenderse por todo un sólido para alcanzar el ferromagnetismo.

Los ferro-magnetos están divididos en dominios magnéticos, separados por superficies conocidas como paredes de Bloch. En cada uno de estos dominios, todos los momentos magnéticos están alineados. En las fronteras entre dominios hay cierta energía potencial, pero la formación de dominios está compensada por la ganancia en entropía.

- **Fuerza Magneto-motriz:** La fuerza magneto-motriz (FMM, representada con el símbolo  $F$ ) es aquella capaz de producir un flujo magnético entre dos puntos de un circuito magnético. Es una de las variables usadas para describir un campo magnético.

La fuerza magneto-motriz se puede entender de manera análoga al voltaje eléctrico de la ley de Ohm. Esto está expresado en la ley de Hopkinson.

## Anexos

### Evidencia



Anexo 1. Base de la banda.



Anexo 2. Motor- reductor para la banda con dos tolvas.



Anexo 3. Rodillo para la banda.



Anexo 4. Banda de la máquina.



Anexo 5. Finalizando detalles de la máquina banda transportadora.



Anexo 7. Banda transportadora terminada.



Anexo 6. Banda transportadora terminada.



Anexo 8. Sistema eléctrico para el electroimán y la banda.



Anexo 9. Máquina con mejoras realizadas.



Anexo 11. Electroimán.



Anexo 10. Motor con inversión de polaridad 110v.

## Referencias

---

1. Bragado, D., & Cardona, J. (2009). *Electroimán*. Recuperado de <http://electroimn.blogspot.com.co/2009/05/electroiman.html>
2. Directindustry. (2012). *Productos MK*. Recuperado de [http://www.directindustry.es/prod/merkle-korff/product-14303-680019.html#product-item\\_154009](http://www.directindustry.es/prod/merkle-korff/product-14303-680019.html#product-item_154009)
3. Felemamg. (2015). *Felemamg*. Recuperado de <http://www.felemamg.com/productos.php?id=17>
4. Ferreira, S. A. (2015). *Control de una banda transportadora por medio de un vibrador de velocidad*. Recuperado de [http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/540/1/digital\\_17980.pdf](http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/540/1/digital_17980.pdf)
5. García, A. (2013). *Beatequipociencias*. Recuperado de <http://beat-equipo-fisica.blogspot.com.co/2013/06/electroiman-un-electroiman-es-un-tipode.html>
6. Luna Salas, R. (2014). *Origen característica clasificación de materiales*. Recuperado de <http://es.slideshare.net/minatopro102/tecnologia-43711877>
7. Mesa, N. F. (2012). *¿Cómo hacer un electroiman?* Recuperado de <https://www.google.com.co/#q=Nelson+Felipe+Oliveros+Mesa++>
8. U.S. Geological Survey. (2014). *Hierro*. Recuperado de [http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/iron\\_ore/mcs-2015-feore.pdf](http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/iron_ore/mcs-2015-feore.pdf)