



# **INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**

## **DEPARTAMENTO DE METAL-MECÁNICA**

### **INFORME TECNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL**

#### **PROYECTO:**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE ESFUERZOS PARA  
MOTOREDUCTORES DE MÁQUINAS DE FRAPPE BE-CREAM.**

**EMPRESA: CAFÉ DEL PACIFICO S.A de C.V.**

#### **PRESENTA:**

**RODRIGO DANIEL GUTIERRÉZ LÓPEZ**

#### **CARRERA:**

**INGENIERÍA MECÁNICA**

#### **ASESOR INTERNO:**

**M.C. SAÚL DE JESÚS MOLINA DOMÍNGUEZ**

#### **ASESOR EXTERNO:**

**ING. OSCAR EDUARDO SOLÓRZANO REYNOSA**

#### **PERIODO:**

**ENERO–JUNIO 2017**

**TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS; DE JUNIO DE 2017**

## INTRODUCCION

Caffenio es una empresa 100% mexicana líder en el desarrollo de soluciones integrales e innovadoras en bebidas y alimentos de conveniencia, capaz de consolidar conceptos de negocio propios y atender las necesidades de clientes estratégicos en México y otros países, por lo que vive en constante innovación y crecimiento.

En caffenio, se atienden una gran gama de conceptos y segmentos de negocio para ofrecer soluciones a distintos tipos de clientes, como centros de consumo y tiendas de conveniencia, además de productos y marcas que hacen llegar al cliente final, a través de puntos de venta Caffenio Drive Café, además de autoservicio y mayoristas, crea soluciones para marcas de consumo, como en el caso de café andatti, de la cadena OXXO, para la cual atiende a más de 12,500 tiendas, con más de 40,000 equipos instalados y un tiempo de respuesta menor a 24 horas.

## INDICE.

<b>CAPITULO 1.....</b>	<b>1</b>
<b>Caracterización del área en que participo. ....</b>	<b>1</b>
1.1 Nombre y descripción de la empresa. ....	1
1.2 Misión. ....	1
1.3 Visión.....	1
1.4 Logo y slogan. ....	2
1.5 Ubicación de la empresa. ....	2
<b>CAPITULO 2.....</b>	<b>3</b>
<b>Planteamiento del problema o área de oportunidad. ....</b>	<b>3</b>
2.1 Descripción de la problemática. ....	3
2.2 Caracterización del área en que se realizó el proyecto. ....	3
2.3 Antecedentes. ....	4
2.3.1 Funcionamiento de los motoredutores. ....	4
2.3.2 Concepto de relación de reducción de motorreductor. ....	6
2.3.3 Concepto de par o torque de un motorreductor.....	6
2.3.4 Cálculo de la potencia necesaria de un motorreductor. ....	9
2.4 Objetivos. ....	10
2.4.1 General. ....	10
2.4.2 Específicos. ....	10
2.5 Justificación.....	10
<b>CAPITULO 3.....</b>	<b>11</b>
<b>Marco teórico.....</b>	<b>11</b>
3.1 Banco de pruebas. ....	11
3.2 Tornillos.....	12
3.3 Ensamblajes soldados. ....	13
3.4 Cojinete. ....	14
3.5 Transmisión mecánica. ....	14

3.6 Soldadura.....	16
3.7 Motorreductor.....	17
3.8 Tarjetas electrónicas.....	18
3.8.1 Tipos de placas electrónicas.....	18
3.9 Tipos de mantenimiento.....	22
3.9.1 Mantenimiento correctivo.....	23
3.9.2 Mantenimiento preventivo.....	24
3.9.3 Mantenimiento predictivo.....	24
<b>CAPITULO 4.....</b>	<b>25</b>
<b>Desarrollo del proyecto.....</b>	<b>25</b>
4.1 Obtención de dimensiones del motorreductor.....	25
4.2 Bosquejo realizado de la toma de mediciones del motorreductor.....	26
4.3 Diseño de piezas para la estructura metálica del banco de pruebas.....	27
4.4 Diseño de la transmisión mecánica.....	30
4.5 Construcción física.....	31
4.6 Elementos de medición, balance y transmisión.....	34
4.7 Ensamble final.....	35
<b>CAPITULO 5.....</b>	<b>36</b>
<b>Análisis de resultados.....</b>	<b>36</b>
5.1 Modificación de la altura de la base del motorreductor.....	36
5.2 Pruebas de esfuerzo del motorreductor en el banco de pruebas con ayuda del probador de tarjetas de máquina de frappe B-CREAM.....	36
5.3 Acabado estético del banco de pruebas de esfuerzos para motoredutores de máquinas de frappe BE-CREAM.....	38
5.4 conclusión.....	39
Referencias.....	39

## INDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1 Logo y slogan de la empresa CAFFENIO.....	2
Ilustración 2 mapa de ubicación de sucursales y puntos de venta caffenio. ....	2
Ilustración 3 Principios básicos de un motorreductor. ....	5
Ilustración 4 Representación de torque o par. ....	7
Ilustración 5 Banco de pruebas.....	11
Ilustración 6 ejemplo de tornillo, tuerca y arandela.....	12
Ilustración 7 ejemplo de ensamble soldado. ....	13
Ilustración 8 ejemplo de chumacera de piso.....	14
Ilustración 9 transmisión mecánica tipo correa.....	15
Ilustración 10 ejemplo de soldadura.....	16
Ilustración 11 Motorreductor. ....	17
Ilustración 12 placa negativa. ....	21
Ilustración 13 placa positiva.....	22
Ilustración 14 Toma de medidas de la circunferencia del motorreductor. ....	25
Ilustración 15 toma de medidas de la flecha del motorreductor. ....	26
Ilustración 16 bosquejo de medidas y piezas propuestas. ....	26
Ilustración 17 base del banco de pruebas y tensor de la transmisión mecánica. ....	27
Ilustración 18 base de chumaceras y tensor de transmisión mecánica. ....	28
Ilustración 19 base y abrazadera del motorreductor. ....	28
Ilustración 20 pasadores de correa de transmisión. ....	29
Ilustración 21 ensamble de la estructura metálica. ....	29
Ilustración 22 flecha, polea y chumacera. ....	30
Ilustración 23 ensamble final antes de la construcción. ....	30
Ilustración 24 base del banco de pruebas.....	31
Ilustración 25 corte y soldadura del marco base tensor.....	31
Ilustración 26 marco tensor soldado a la base del banco de pruebas.....	32
Ilustración 27 perforado y cortado de las bases de chumaceras. ....	32
Ilustración 28 nivelación de bases antes de soldarlas al banco. ....	33
Ilustración 29 perforación del tensor de transmisión. ....	33
Ilustración 30 soporte del motorreductor. ....	34
Ilustración 31 elementos de medición, balance y transmisión.....	35
Ilustración 32 ensamble final del banco de pruebas.....	35
Ilustración 33 modificación de altura del soporte de motorreductor. ....	36
Ilustración 34 pruebas del banco con un motorreductor y el probador de tarjetas. ....	37
Ilustración 35 lijado y resanado de la estructura metálica. ....	38
Ilustración 36 acabado final del banco de pruebas para motorreductores.....	38

## CAPITULO 1.

### Caracterización del área en que participo.

#### 1.1 Nombre y descripción de la empresa.

**CAFÉ DEL PACIFICO S.A DE C.V.** Es una empresa 100% mexicana, ubicada en Hermosillo Sonora, que vive en constante innovación, situación que la ha llevado a convertirnos en una industria no solo fabricante de café, si no, también desarrolladora de conceptos muy innovadores en torno a este mágico producto. Vive cada día innovando y buscando nuevas formas de llevar su marca a más personas.

#### 1.2 Misión.

Nuestro compromiso día a día: superamos las expectativas de nuestros clientes y creamos valor de manera única, basados en nuestro talento e innovación, asumiendo nuestra responsabilidad social.

#### 1.3 Visión.

Ser una Empresa líder en el desarrollo de Soluciones Integrales e Innovadoras en bebidas y alimentos de Conveniencia, capaz de consolidar Conceptos de Negocio Propios y atender las necesidades de clientes Estratégicos en México y otros países.

## 1.4 Logo y slogan.



Ilustración 1 Logo y slogan de la empresa CAFFENIO

## 1.5 Ubicación de la empresa.



Ilustración 2 mapa de ubicación de sucursales y puntos de venta caffenio.

## CAPITULO 2.

### Planteamiento del problema o área de oportunidad.

#### **2.1 Descripción de la problemática.**

CAFÉ DEL PACIFICO S.A DE C.V. Es una empresa 100% mexicana, que vive en constante innovación, situación que la ha llevado a convertirnos en una industria no solo fabricante de café, si no, también desarrolladora de conceptos muy innovadores en torno a este mágico producto. Actualmente las máquinas utilizadas para la producción en que trabajaremos son: de frappe B-CREAM, la problemática que se presenta en estas máquinas es en el mantenimiento de los motorreductores ya que la empresa que los fabrica no permitía que se abrieran para mantenimiento, actualmente la garantía ha vencido por ello nos damos a la tarea de diseñar un banco de pruebas de esfuerzos para los motoredutores, con la finalidad de que podamos saber si estos motoredutores podrán volverse a instalar en la maquina como venían o necesitaran algún cambio de refacciones.

#### **2.2 Caracterización del área en que se realizó el proyecto.**

Durante nuestra estancia en la empresa CAFÉ DEL PACIFICO S.A DE C.V. se trabajó en el diseño de un banco de pruebas de esfuerzos para motorreductores en el área de mantenimiento, generando con ello una herramienta de uso cotidiano en el proceso de mantenimiento mayor de las máquinas de frappe B-CREAM obteniendo con ello reducir costos y tiempo en el mismo proceso.



## **2.3 Antecedentes.**

En 1953, luego de la 2° guerra mundial, el ingeniero Sipaiwo, de origen Polaco llega a la Argentina para radicarse. Inicialmente se dedicó a la fabricación de receptores de radios de valija. Posteriormente se asociaría al ingeniero Gochinski y el ingeniero Niersisky para fabricarlas acá. De esta manera nacería IGNIS (Ingenieros, Gochinski, Niersisky Y Shipaiwo). Las oficinas se ubicaban en avenida Corrientes al 1256, Capital y el taller en Agustín Alvares 4410 (Villa Martelli). En esa época había inestabilidad el suministro de tensión, por lo tanto desarrollaron un sistema elevador de voltaje domiciliario. Alrededor del 1965, hubo una oportunidad de comercializar trenes eléctricos de juguete, los cuales necesitaban micromotores, por lo tanto se comenzaron a fabricar los mismos. El 1969 el Ingeniero Andrés Haluza se asocia para la fabricación de micromotores. Aproximadamente en 1975, nacen los motoredutores, como respuesta a la demanda de veleros a control remoto que necesitaban ser maniobrados con más fuerza y menos velocidad. Y en 1978 el Ingeniero Haluza se hace cargo de la empresa hasta el día de la fecha.

Alrededor de esa época la empresa establece domicilio en la dirección Elcano 2924, Capital. Durante la década del 80, se comenzaron a producir los motorreductores de plástico. Y durante la década del 90 se desarrollaron los metálicos.

### **2.3.1 Funcionamiento de los motoredutores.**

Los reductores y motorreductores 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 motorreductor 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.

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

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 motorreductor de velocidad:

Supongamos que la rueda "A" de la fig.1 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" (fig 2)

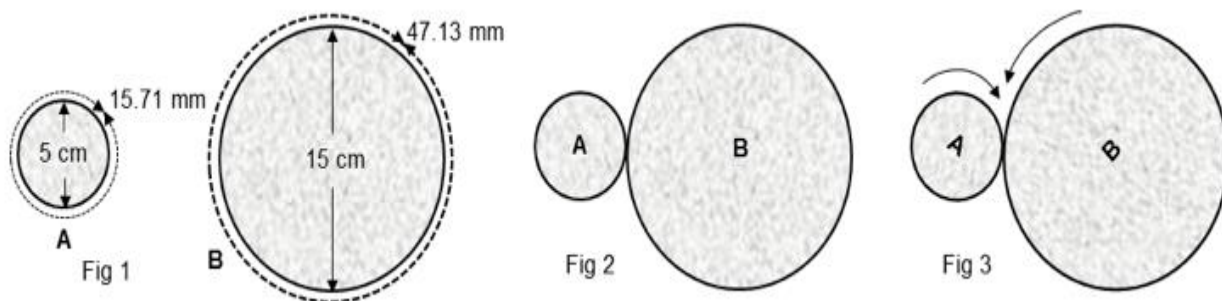


Ilustración 3 Principios básicos de un motorreductor.

### 2.3.2 Concepto de relación de reducción de motorreductor.

En la fig. 3, cuando gira la rueda “A” hará que a su vez gire la rueda “B” pero sucederá que por cada tres vueltas que dé “A”, la rueda “B” solamente dará una vuelta, esto es, el diámetro de “B” dividido por el diámetro de “A” ( $15/5 = 3$ ). Este número 3 será la relación de reducción de este reductor o motorreductor elemental y se indica como 3:1

Con esta simple combinación se ha logrado disminuir la velocidad de rotación de la rueda “B” a la tercera parte de la velocidad de la rueda “A”. Si a la combinación de ruedas antes descrito encadenamos otras ruedas adicionales entonces cada vez lograremos una velocidad cada vez menor hasta donde sea necesario para la aplicación y puede ser 6:1, 30:1, 100:1 o aún mayor para lograr velocidades muy pequeñas que se pudieran necesitar y que, por ejemplo, la rueda “A” tuviera que girar cientos de veces para que la última rueda girara una sola vez.

En este caso tendremos un motorreductor de varios trenes de reducción, entendiendo como 1 tren de reducción a un par de ruedas. Con 6 ruedas tendríamos tres trenes de engranes.

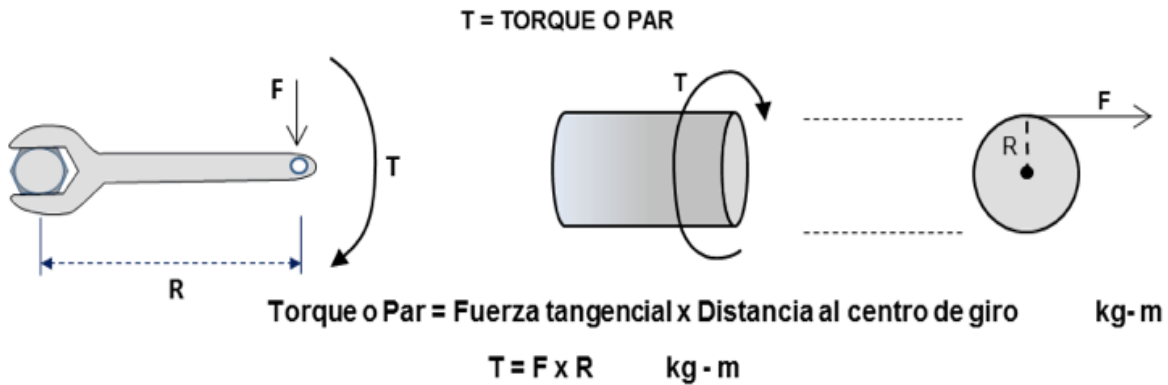
Con este sistema de reducción no solamente disminuimos la velocidad de “B” a un giro más lento que es útil para la mayoría de las aplicaciones sino que al mismo tiempo estaremos aumentado el “par” o “torque” en la última rueda del motorreductor que generalmente se conoce como la rueda de salida a la que va ensamblada la “flecha de salida” del reductor o motorreductor.

### 2.3.3 Concepto de par o torque de un motorreductor.

El “torque” o “par” es una fuerza de giro; Por ejemplo la fuerza de giro de la flecha de salida del motorreductor; 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 un fuerza de giro cuyas unidades son kilogramos – metro, o libra – pie, o libras – pulgada, o Newton – metro, etc.

Este torque o par mezclado con un tiempo de realización, aplicación o ejecución es entonces que se convierte en una “potencia”.



*Ilustración 4 Representación de torque o par.*

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 podamos girar. El que tan rápido podamos hacerlo dependerá de la potencia del motorreductor. Las dos características están interrelacionadas y dependen una de la otra.

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

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

**RPM = Número de giros de la flecha por minuto**

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

Como podrá verse en la fórmula, para una potencia dada, cuanto más baja sea la velocidad final de giro de la flecha del motorreductor, más alto será el par aunque la potencia siga siendo la misma. Inversamente: Cuanta más alta sea la velocidad final del reductor o motorreductor, tanto más bajo será el par aun cuando la potencia sea la misma.

Calculemos el par de salida que puede proporcionar un Motorreductor de 5 HP, con relación de reducción de 59:1. El motor es de 4 polos con una velocidad nominal de 1750 RPM.

Si el motor es de 1750 RPM de salida y el Reductor es relación de reducción 59:1 quiere decir que la velocidad de salida será de:

$$\text{Velocidad a la salida del reductor} = 1750 / 59 = 29.66 \text{ RPM}$$

Entonces el par disponible será de: 120.7 kg-m

$$T = \frac{\text{HP} \times 716}{\text{RPM}} = \frac{5 \times 716}{29.66} = 120.7 \text{ kg} - \text{m}$$

### 2.3.4 Cálculo de la potencia necesaria de un motorreductor.

Inversamente, si sabemos que “par” necesitamos para mover la carga y a qué velocidad de giro se realiza adecuadamente el trabajo que requerimos, entonces podemos calcular el motorreductor y la potencia del motor necesarios: Por ejemplo: Si el par requerido es de 125 kg-m y necesitamos que gire a 40 RPM, entonces el Motorreductor necesario será:

Cálculo de la relación de reducción: reducción = 1750/40 = 43.75:1

Despejando los HP de la fórmula antes propuesta:

$$T = \frac{\text{HP} \times 716}{\text{RPM}} = \frac{5 \times 716}{29.66} = 120.7 \text{ kg} - \text{m}$$

$$\text{HP} = \frac{\text{RPM} \times T}{716} ; \text{HP} = \frac{40 \times 125}{716} = 6.98\text{HP}$$

Se requieren 6.98 HP de potencia en el motor. Como no existe comercialmente un motor de esa potencia, tomamos el más cercano que es de 7.5 HP

Se requiere una reducción de 43.75:1. Como no existe comercialmente un reductor que exactamente tenga esa relación de reducción, entonces tomamos el más cercano que es relación 43:1.

## 2.4 Objetivos.

### 2.4.1 General.

Realizar un diseño de un banco de pruebas mediante CAD con la finalidad de corregir fallas a través de los procesos de mantenimiento de los equipos B-CREAM para la correcta operación y eficiencia por parte de la operación Sucursal.

### 2.4.2 Específicos.

- Verificación en sitio del proceso de instalación y operación de los equipos
- Recaudar información acerca de los dispensadores de frappe B-CREAM
- Realizar un análisis de la información obtenida
- Desarrollar un bosquejo del banco de pruebas y de las posibles medidas que debes establecerse en el funcionamiento del motorreductor.
- Elaboración de ingeniería de diseño (dibujos mecánicos con ayuda de software de diseño tal como Solidworks).
- Analizar los errores e identificar los elementos causantes del mal funcionamiento de los equipos.
- Realizar el correcto mantenimiento correctivo mayor estandarizando los procesos y capacitando al personal de operación sucursal

## 2.5 Justificación.

Debido al constante crecimiento tanto de Caffenio como de su cliente principal OXXO, con un total que supera los 40,000 equipos instalados, surge la necesidad de detectar las

fallas para optimizar sus procesos de operación e instalación, principalmente en sus máquinas de frappe B-CREAM.

Con esa cantidad de activos de la empresa, es de suma importancia el realizar un análisis de estos equipos, pruebas y manuales de mantenimiento correctivo (mayor), estandarizando sus procesos, tanto en la operación sucursal (Asesores de Servicio, Asesores Técnicos y Técnicos de Mantenimiento) así como del personal de operación de OXXO.

### CAPITULO 3.

#### Marco teórico.

#### **3.1 Banco de pruebas.**

Se entiende por banco de pruebas para motores, a todo el conjunto de infraestructura, instrumental y equipos necesarios de montaje para realizar las diversas mediciones y comprobaciones a que deben ser sometidas estas máquinas motrices operativas.

Este banco está integrado de partes como ejes, cojinetes, sistema de transmisión, tornillos, soldaduras y una estructura.



*Ilustración 5 Banco de pruebas.*



### 3.2 Tornillos.

Un tornillo es un afianzador que se diseña para ser insertado a través de un orificio provisto de una cuerda en una pieza que se va a enlazar a otra. El orificio con cuerda puede hacerse ya sea mediante un machuelo hembra, o bien, lo forma el propio tornillo al forzarlo a que entre en el material. Casi todos los pernos y tornillos tienen cabezas alargadas que se apoyan sobre la parte que se va afianzar y, por consiguiente, ejercen la fuerza de afianzamiento. Los tornillos utilizados son tornillos mecánicos o también conocidos como tornillos de casquete de cabeza emboquillada hueco hexagonal. También se utiliza una rondana para distribuir la carga de afianzamiento sobre un área extensa y proporcionar una superficie de apoyo para el giro relativo de la tuerca. La rondana utilizada es una rondana plana simple. En el diseño mecánico, casi todos los afianzadores se fabrican de acero debido a su alta resistencia, buena ductilidad y susceptibilidad aceptable para maquinárselas y darles forma.



*Ilustración 6 ejemplo de tornillo, tuerca y arandela.*

### 3.3 Ensamblajes soldados.

En el diseño de ensamblajes soldados hay que considerar la manera en que se aplica la carga en los ensamblajes, los tipos de materiales en la soldadura y los miembros que se van a ensamblar así como la geometría del ensamblaje. La carga puede estar distribuida de manera uniforme a lo largo de la soldadura de manera que todas las partes de la soldadura se sometan al mismo nivel de tensión, o bien, la carga puede aplicarse en forma excéntrica [MOR92]. Los materiales de la soldadura y de los miembros originales determinan las tensiones permisibles. Para acero soldado mediante el método de arco eléctrico, el tipo de electrodo es una indicación de la resistencia al esfuerzo de tracción del material relleno.



*Ilustración 7 ejemplo de ensamble soldado.*

### 3.4 Cojinete.

Un cojinete en ingeniería es la pieza o conjunto de ellas sobre las que se soporta y gira el árbol transmisor de momento giratorio de una máquina.

De acuerdo con el tipo de contacto que exista entre las piezas (deslizamiento o rodadura), el cojinete puede ser un cojinete de deslizamiento o un rodamiento.



*Ilustración 8 ejemplo de chumacera de piso.*

### 3.5 Transmisión mecánica.

Se denomina transmisión mecánica a un mecanismo encargado de transmitir potencia entre dos o más elementos dentro de una máquina.

Son parte fundamental de los elementos u órganos de una máquina, muchas veces clasificado como uno de los dos subgrupos fundamentales de estos elementos de transmisión y elementos de sujeción.

En la gran mayoría de los casos, estas transmisiones se realizan a través de elementos rotantes, ya que la transmisión de energía por rotación ocupa mucho menos espacio que aquella por traslación.

Una transmisión mecánica es una forma de intercambiar energía mecánica distinta a las transmisiones neumáticas o hidráulicas, ya que para ejercer su función emplea el movimiento de cuerpos sólidos, como lo son los engranajes y las correas de transmisión.

Típicamente, la transmisión cambia la velocidad de rotación de un eje de entrada, lo que resulta en una velocidad de salida diferente. En la vida diaria se asocian habitualmente las transmisiones con los automóviles. Sin embargo, las transmisiones se emplean en una gran variedad de aplicaciones, algunas de ellas estacionarias. Las transmisiones primitivas comprenden, por ejemplo, reductores y engranajes en ángulo recto en molinos de viento o agua y máquinas de vapor, especialmente para tareas de bombeo, molienda o elevación (norias).

En general, las transmisiones reducen una rotación inadecuada, de alta velocidad y bajo par motor, del eje de salida del impulsor primario a una velocidad más baja con par de giro más alto, o a la inversa. Muchos sistemas, como las transmisiones empleadas en los automóviles, incluyen la capacidad de seleccionar alguna de varias relaciones diferentes. En estos casos, la mayoría de las relaciones (llamadas usualmente «marchas» o «cambios») se emplean para reducir la velocidad de salida del motor e incrementar el par de giro; sin embargo, las relaciones más altas pueden ser sobremarchas que aumentan la velocidad de salida.



*Ilustración 9 transmisión mecánica tipo correa.*

### 3.6 Soldadura.

La soldadura por arco es uno de varios procesos de fusión para la unión de metales. Mediante la aplicación de calor intenso, el metal en la unión entre las dos partes se funde y causa que se entremezclen - directamente, o más comúnmente con el metal de relleno fundido intermedio. Tras el enfriamiento y la solidificación, se crea una unión metalúrgica. Puesto que la unión es una mezcla de metales, la soldadura final, potencialmente tiene las mismas propiedades de resistencia como el metal de las piezas. Esto está en marcado contraste con los procesos que no son de fusión en la unión (es decir, soldadura blanda, soldadura fuerte, etc.) en el que las propiedades mecánicas y físicas de los materiales de base no se pueden duplicar en la junta.

En la soldadura por arco, el intenso calor necesario para fundir el metal es producido por un arco eléctrico. El arco se forma entre el trabajo actual y un electrodo (recubierto o alambre) que es manualmente o mecánicamente guiado a lo largo la junta. El electrodo es una varilla con el simple propósito de transportar la corriente entre la punta y el trabajo. O puede ser una varilla o alambre especialmente preparado que no sólo conduce la corriente, sino también se funde y suministra metal de relleno a la unión. La mayor parte de la soldadura en la fabricación de productos de acero utiliza el segundo tipo de electrodo



*Ilustración 10 ejemplo de soldadura.*

### 3.7 Motorreductor.

Los Reductores o Motorreductores son apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial, que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente.

Los reductores son diseñados a base de engranajes, mecanismos circulares y dentados con geometrías especiales de acuerdo con su tamaño y la función en cada motor.

Sin la correcta fabricación de los motorreductores, las máquinas pueden presentar fallas y deficiencias en su funcionamiento. La presencia de ruidos y recalentamientos pueden ser aspectos que dependan de estos mecanismos, de allí la importancia del control de calidad.

En pocas palabras los reductores son sistemas de engranajes que permiten que los motores eléctricos funcionen a diferentes velocidades para los que fueron diseñados.

Al emplear REDUCTORES O MOTORREDUCTORES se obtiene una serie de beneficios sobre estas otras formas de reducción. Algunos de estos beneficios son:

- Una regularidad perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida.
- Una mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor.
- Mayor seguridad en la transmisión, reduciendo los costos en el mantenimiento.
- Menor espacio requerido y mayor rigidez en el montaje.
- Menor tiempo requerido para su instalación.



*Ilustración 11 Motorreductor.*

### 3.8 Tarjetas electrónicas.

#### 3.8.1 Tipos de placas electrónicas.

- PROTOBOARD

Se conocen en español como "placas de prototipos" y son esencialmente unas placas agujereadas con conexiones internas dispuestas en hileras, de modo que forman una matriz de taladros a los que podemos directamente "pinchar" componentes y formar el circuito deseado. Como el nombre indica, se trata de montar prototipos, de forma eventual, nunca permanente, por lo que probamos y volvemos a desmontar los componentes, quedando la protoboard lista para el próximo experimento.

Cada agujero de inserción está a una distancia normalizada de los demás, lo que quiere decir que un circuito integrado encajará perfectamente.

Tienen la ventaja de ser de rápida ejecución, sin necesidad de soldador ni herramientas, pero los circuitos que montemos deberán ser más bien sencillos, pues de otro modo se complica en exceso y las conexiones pueden dar lugar a fallos, porque la fiabilidad de las mismas decrece rápidamente según aumenta el número de éstas.

- DE MATRIZ DE PUNTOS

Es muy parecido al protoboard, pero a diferencia de ésta, los circuitos implementados con matriz de puntos serán de forma permanente. Aquí se necesita soldar los componentes. Es una placa de matriz de taladros normalizados, igual que protoboard, pero las conexiones no van implementadas y debemos realizarlas nosotros con hilo y soldador. Podemos realizar circuitos más fiables y desde luego ya de forma permanente, al estar los componentes soldados.

La ventaja es que no tenemos que meternos en el tedioso proceso de atacado químico e insolación, pero la cosa se puede complicar bastante con el número de conexiones y fácilmente podemos equivocarnos al soldar los componentes.

- PLACAS DE CIRCUITO IMPRESO (PCB'S)

Es sin duda la forma más perfeccionada y que ofrece el acabado más fiable de todos. Por el contrario, exige un proceso más laborioso. Existen placas a simple cara y a doble cara. Como habréis adivinado, se refiere a cuáles de las caras lleva cobre. Dentro de que sean a simple o a doble cara, existen a su vez diferentes tipos de placa. Dependiendo del material de que está hecha la placa, podemos distinguir tres tipos fundamentales:

1.-Baquelita

2.-Fibra de vidrio

3.-Teflón

La más utilizada es el tipo fibra de vidrio, por su calidad y economía. La baquelita está en clara recesión, puesto que es más frágil que las otras y de peor calidad.

Las placas de teflón son realmente buenas, pero también muy caras. Son de resistencia mecánica alta, y lo mejor de todo, no tienen esa tendencia a absorber la humedad que tienen los otros tipos (higroscopía) y que, dada las distancias tan cortas entre pista y pista, puede ocasionar algún problema de conductividad indeseable. Por otra parte, el teflón es un buen dieléctrico, lo que implica que es un buen aislante. No en vano se utiliza como aislante en conductores de cierta calidad.



Las de fibra de vidrio son las más utilizadas, puesto que ofrecen buena resistencia mecánica y aislamiento, y son relativamente económicas. Dependiendo del proceso de obtención de las pistas, podemos dividir las placas en dos tipos más:

1.-Placa "normal"

2.-Placa fotosensible

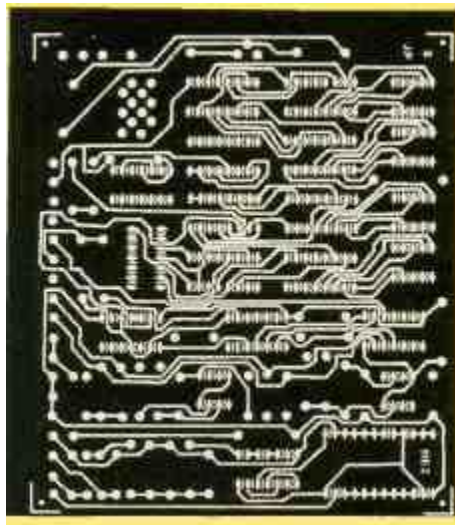
Para obtener las pistas de cobre, hay que atacar la placa con las sustancias adecuadas, que se encargará de eliminar la parte de cobre que no forme parte de las pistas. Esto se consigue protegiendo de la corrosión dichas partes. Para ello, se utilizan tintas especiales, barnices o adhesivos. Las tintas especiales son los rotuladores de tinta indeleble o permanente, tipo "lumocolor" o similares, que son fáciles de obtener en papelerías o tiendas de electrónica. Los barnices forman parte de las placas fotosensibles, y los adhesivos se suministran en forma de pegatinas con forma de pads y pistas de diferentes tamaños y grosores.

La placa normal es aquella que se dibuja directamente la pista sobre el cobre. Podemos dibujar con rotulador indeleble, o bien mediante pegatinas adecuadas.

La placa fotosensible tiene un barniz que es sensible a la luz, que se impresiona mediante una insoladora o cualquier otro foco luminoso adecuado. Normalmente, es más sensible a la luz que contenga UVA (ultravioleta tipo A) que es el que tienen los rayos de sol. Por tanto, la insolación puede hacerse exponiendo a la luz del sol, pero tiene el inconveniente de su imprecisión, pues dependerá del ángulo de incidencia (hora del día), el tiempo atmosférico (nubes), estación del año en la que nos encontremos, así como latitud geográfica.

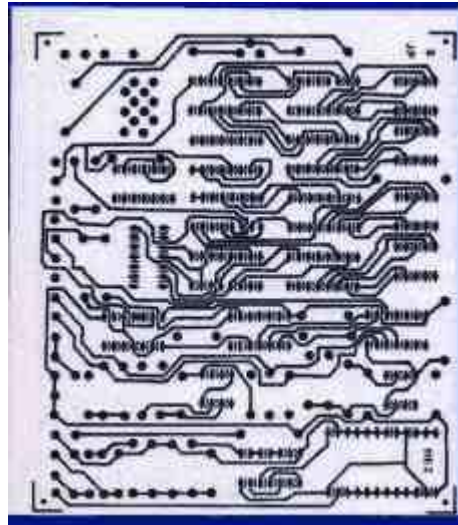
Para la exposición, se prepara una transparencia de las pistas, que puede ser en negativo o en positivo, aunque ésta última es la más utilizada. Tras la exposición, se introduce la placa en un líquido revelador que destruirá el barniz que no forma parte de las pistas, de forma que el restante actúa de protector contra la corrosión.

PLACA NEGATIVA.- Las partes insoladas conservarán el barniz en el proceso de revelado, por lo que la transparencia también será negativa. La imagen muestra una transparencia negativa, en la que las pistas (transparentes) dejarán pasar la luz y por tanto el barniz insolado (fotosensible negativo) se protege y no será eliminado en el proceso de revelado.



*Ilustración 12 placa negativa.*

PLACA POSITIVA.- Las partes insoladas perderán el barniz durante el proceso de revelado, y por tanto la transparencia será también positiva. La imagen muestra una transparencia positiva, en la que las pistas van en negro para proteger el barniz de la insolación, que en este caso permanecerá tras el proceso de revelado de la placa.



*Ilustración 13 placa positiva.*

### **3.9 Tipos de mantenimiento.**

En el mantenimiento se basa principalmente en solucionar y prever las posibles averías que puedan ocasionarse en nuestros equipos, maquinas o instalaciones, con el fin de reducir los costos debidos a las intervenciones y paradas de máquina, de tal forma que aumente la calidad en nuestro proceso productivo.

De forma más general, es el conjunto de todas las actividades necesarias para mantener y garantizar un funcionamiento óptimo de nuestros activos a un coste mínimo.

Todos nosotros, incluso sin ser conscientes, realizamos tareas de mantenimiento diarias continuamente, como pueden ser desde revisiones clínicas periódicas que implican un mantenimiento de nuestra salud, hasta actualizaciones de versiones y antivirus de nuestros equipos personales (celulares, computadoras, etc.), inspecciones a nuestros vehículos, etc....

El mantenimiento tradicional ha adquirido mayor peso económico en las grandes y medianas empresas, adquiriendo mayor presencia en ámbitos financieros, de ingeniería, logística y producción.

Se clasifica en diferentes tipos de mantenimiento como son:

### **3.9.1 Mantenimiento correctivo.**

Consiste en reparar la avería una vez se ha producido. Por lo general, cuando se realiza este mantenimiento el proceso de fabricación está parado, por tanto la producción disminuye y los costes aumentan. Es muy impredecible conocer el tiempo de reparación así como el gasto que deriva la avería ya que se presenta de forma imprevista originando trastornos de línea.

Su ámbito de aplicación por tanto corresponde a activos con bajo nivel de criticidad, cuyas averías no suponen gran problema temporal ni económico. Suele ser rentable en equipos puntuales donde otras técnicas de mantenimiento resultarían más costosas.

### **3.9.2 Mantenimiento preventivo.**

Este mantenimiento está planificado en el tiempo y su objetivo es evitar que se produzca la avería. A diferencia del anterior, no es necesario realizarlo en tiempo de producción y por tanto es planificado en tiempos libres de fábrica.

Lo que se pretende con este tipo de mantenimiento es reducir el número de intervenciones correctivas, realizando tareas de revisión periódicas y sustitución de componentes dañados.

Es un tipo de mantenimiento exigente, pues requiere de una disciplina estricta de supervisión y elaboración de un plan preventivo a cumplir por personal especializado. Además, al estar formado por tareas rutinarias, puede provocar falta de motivación en el personal encargado y, si no se realiza correctamente, puede llegar a ser innecesario dado que no se realizan mejoras notables en productividad.

Por el contrario, el realizarlo correctamente supone el conocer perfectamente la máquina con la que se trabaja, lo que permite realizar estudios de fiabilidad óptimos y reducir las intervenciones correctivas a nuestros activos.

### **3.9.3 Mantenimiento predictivo.**

Al igual que el preventivo, este mantenimiento consiste en anteponerse a la avería. La diferencia es que se basa en la aplicación de herramientas o técnicas de detección de los diferentes elementos medibles de anticipación al fallo, como por ejemplo el desgaste. Su objetivo es realizar el mantenimiento justo en el momento preciso.

Para poder realizarlo es necesario disponer de tecnología basada en indicadores que sean capaces de medirnos las variables que marquen la intervención a la máquina, así como personal preparado en la interpretación de los datos.

## CAPITULO 4.

### Desarrollo del proyecto.

#### 4.1 Obtención de dimensiones del motorreductor.

Con la ayuda de un vernier se procede a medir las partes más importantes del motorreductor, una vez realizada las mediciones de cada pieza se procede a analizar cada una de ellas y con ello poder proponer un previo diseño.

En la imagen 11 se observa la medición de la longitud del motorreductor y la circunferencia del mismo para después realizar una búsqueda del material a ocupar en la fabricación de la base del motorreductor en base a las medidas obtenidas.



*Ilustración 14 Toma de medidas de la circunferencia del motorreductor.*

Posteriormente se mide el espesor de la flecha del motorreductor y la longitud, con ello se pueden plantear la profundidad, el espesor del corte y la circunferencia que tendrá el acoplamiento de la flecha del banco de pruebas, lo antes mencionado se observa en la ilustración 15.



Ilustración 15 toma de medidas de la flecha del motorreductor.

#### 4.2 Bosquejo realizado de la toma de mediciones del motorreductor.

Después de realizar las mediciones a las partes del motorreductor que se consideraron importantes se propone un primer bosquejo a mano con las posibles medidas del diseño para después con el comenzar a elaborar el diseño con CAD, como se puede apreciar en la ilustración 16.

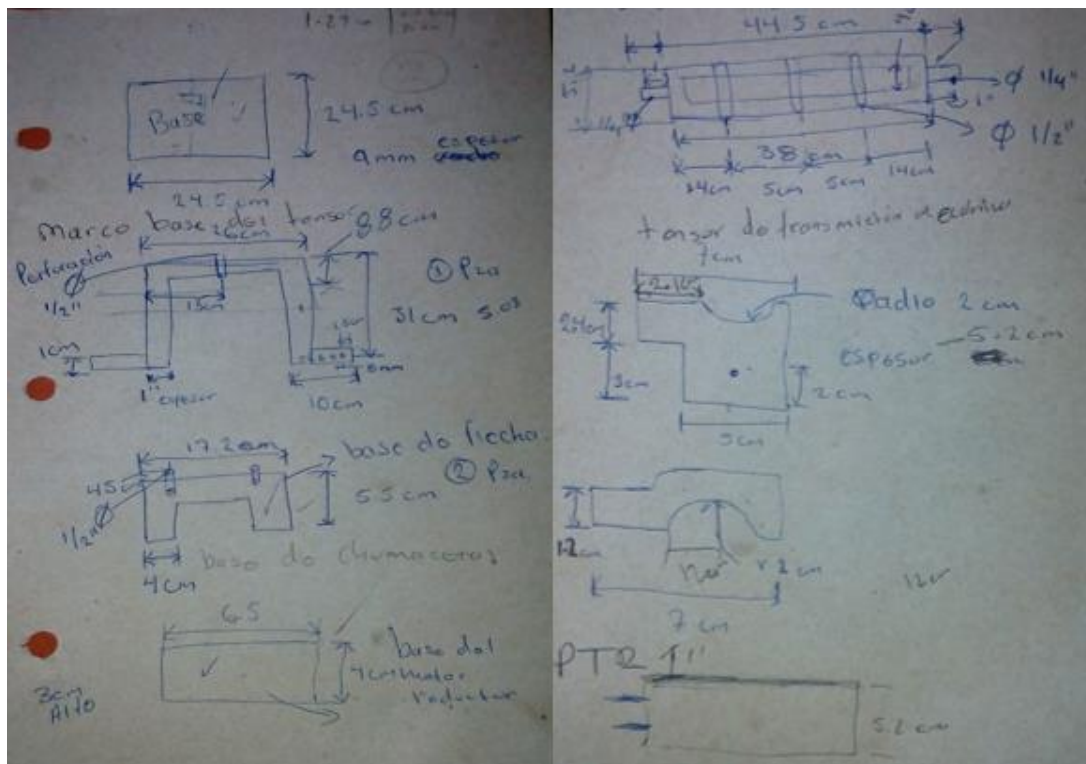
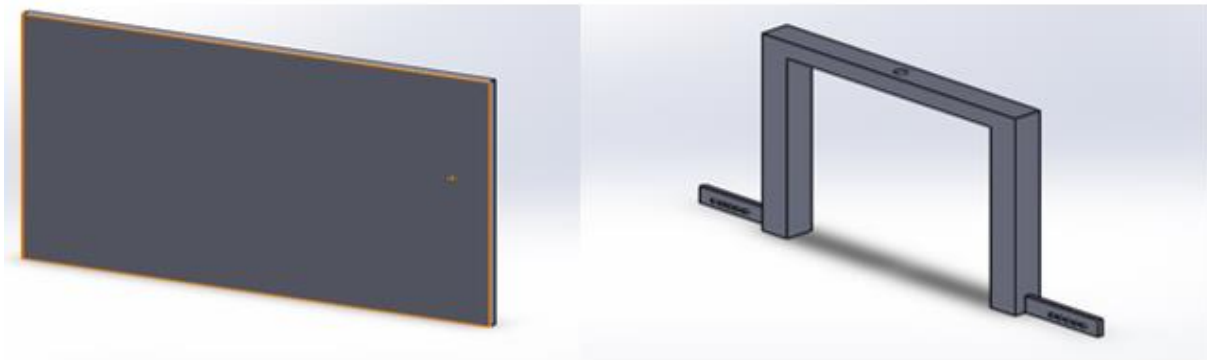


Ilustración 16 bosquejo de medidas y piezas propuestas.

#### 4.3 Diseño de piezas para la estructura metálica del banco de pruebas.

Para el diseño del banco de pruebas se propone una estructura metálica, con las medidas en base a las dimensiones del motorreductor el cual fue elaborado con ayuda del software SOLIDWORKS para tener un modelo guía del cual poder basarse en la construcción del banco antes mencionado, a continuación se muestran las piezas que conforman dicha estructura metálica.

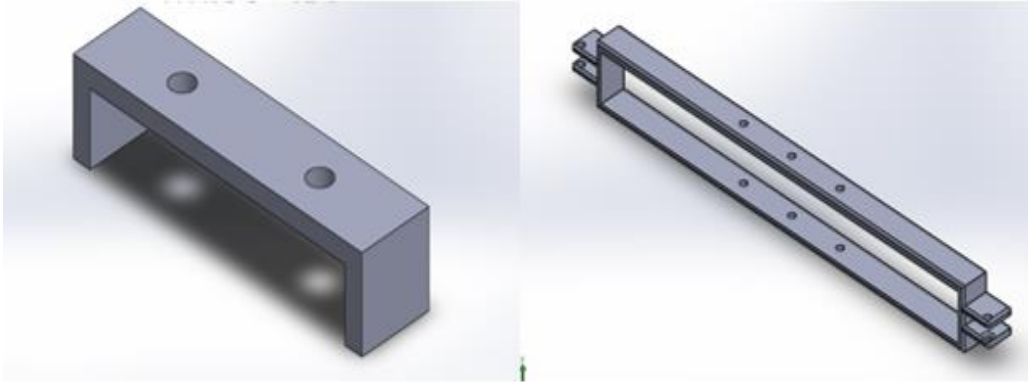
En la ilustración 17 se muestra la base del banco de pruebas el cual tendrá función principal de sostener todos los demás complementos que conforman la estructura, a la vez se muestra el marco base del tensor que servirá para ensamblar el tensor de la transmisión mecánica, el dinamómetro y resorte!



*Ilustración 17 base del banco de pruebas y tensor de la transmisión mecánica.*

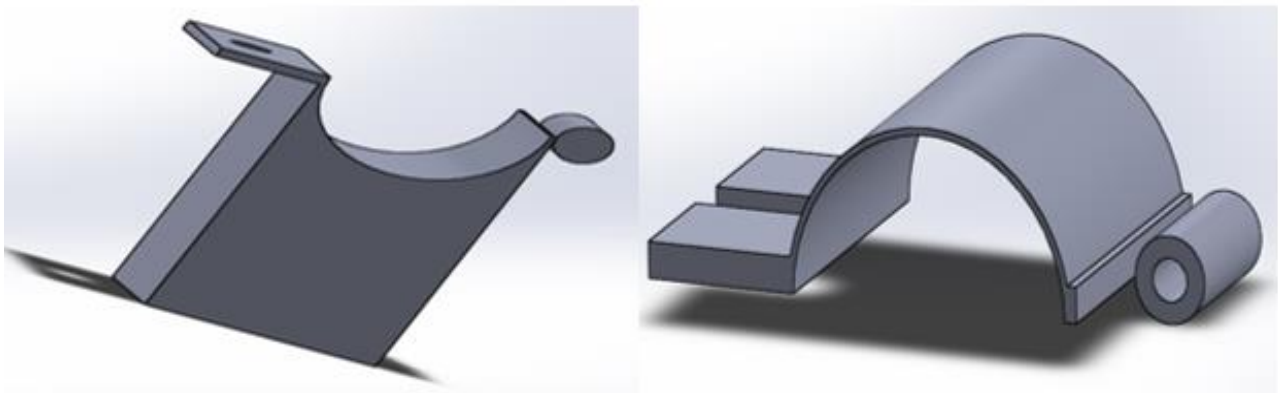
Enseguida se proponen las siguientes piezas el tensor de la transmisión mecánica el cual es el encargado de tensar la correa de la transmisión, sujetar los pasadores para los tornillos ocupados, el dinamómetro y resorte, las bases de las chumaceras de piso las cuales tienen como finalidad ensamblar las chumaceras a la estructura mecánica como se observa en la ilustración 18.





*Ilustración 18 base de chumaceras y tensor de transmisión mecánica.*

En la ilustración 19 se muestra la base y la abrazadera del motorreductor que tiene como finalidad soportar el motorreductor y mantenerlo fijo al banco de pruebas para poder realizar las pruebas correspondientes en el proceso de mantenimiento del motorreductor.



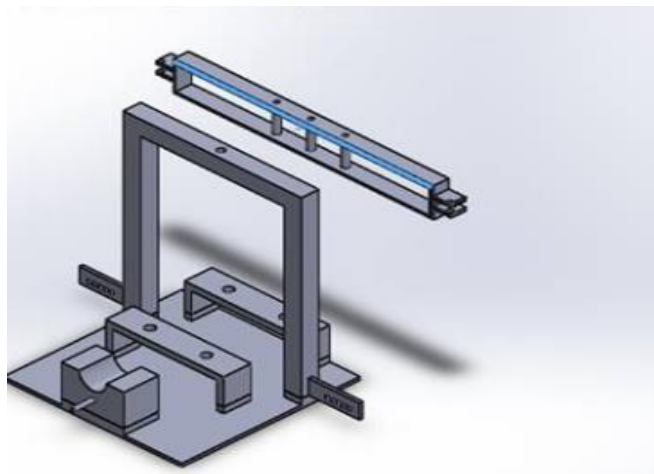
*Ilustración 19 base y abrazadera del motorreductor.*

Los pasadores nos servirán para ensamblar la correa de transmisión mecánica al tensor de la transmisión y ensamblar el tensor al marco base del tensor.



*Ilustración 20 pasadores de correa de transmisión.*

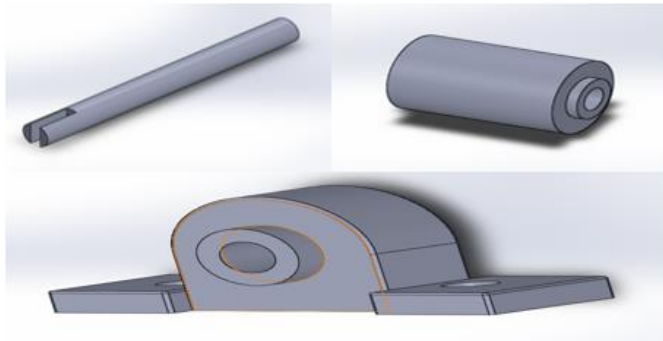
En la ilustración 21 se observa un ensamble de los componentes que conforman a la estructura metálica.



*Ilustración 21 ensamble de la estructura metálica.*

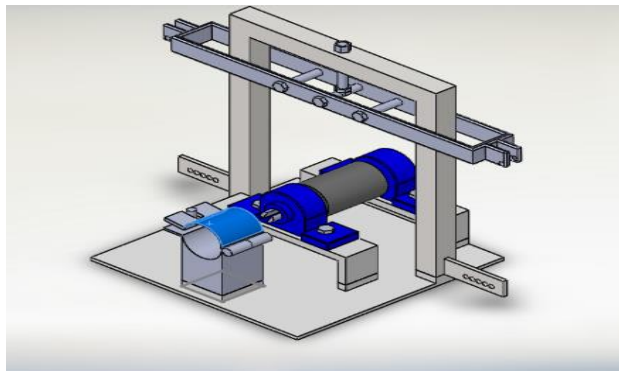
#### 4.4 Diseño de la transmisión mecánica.

Para la transmisión mecánica se diseñara una flecha, una polea que servirá de acoplamiento para la correa que transmitirá la potencia del motorreductor y chumaceras de piso que servirán para ensamblar la transmisión al banco de pruebas y proporcionarle movimiento giratorio, tal como se muestra en la ilustración 21.



*Ilustración 22 flecha, polea y chumacera.*

Antes de comenzar con la construcción física del banco de pruebas se lleva a cabo un último ensamble de piezas para tener una idea más clara en el proceso de construcción esto se observa en la ilustración 22.



*Ilustración 23 ensamble final antes de la construcción.*

#### 4.5 Construcción física.

Para la construcción del banco de pruebas primero se cortó una placa metálica de 26x26 cm de longitud y 6mm de espesor, la cual tiene como finalidad soportar todas las piezas que serán soldadas que forman parte del banco de pruebas.



*Ilustración 24 base del banco de pruebas.*

Posteriormente para el marco base de tensor se utilizó PTR de 1" de espesor y 26cm de ancho por 31 cm de altura el cual fue cortado en ángulos de 45° para después ser soldado.



*Ilustración 25 corte y soldadura del marco base tensor.*

Después de ser soldado el marco base del tensor se procede a soldarlo a la base que tendrá como función soportar los componentes del banco de pruebas para así continuar con él proceso de construcción.



*Ilustración 26 marco tensor soldado a la base del banco de pruebas.*

Las bases de las chumaceras están hechas de solera de 1 ½" de espesor de 17.2 cm de largo por 5.5cm de altura, las cuales fueron cortadas y perforadas para obtener la forma deseada.



*Ilustración 27 perforado y cortado de las bases de chumaceras.*

Ya cortadas y perforadas las bases de chumaceras se colocan sobre la placa base para proceder a nivelarlas y después soldarlas a la base del banco de pruebas



*Ilustración 28 nivelación de bases antes de soldarlas al banco.*

El tensor de la transmisión mecánica esta hecho de solera de 1 ½” de 38cm de largo por 5.1cm de ancho el cual tiene 3 perforaciones por donde pasaran los tornillos que con la ayuda de los pasadores sujetaran a la correa de la transmisión mecánica, al tensor de transmisión.



*Ilustración 29 perforación del tensor de transmisión.*

Por último se fabricó el soporte del motorreductor que está compuesto por PTR de 2" de 5.5cm de altura y un tubo de 1 ½" de diámetro y 5.8cm de largo el cual fue cortado por la mitad para obtener un mecanismo de bisagra el cual nos servirá para sujetar al motorreductor al banco de pruebas cuando efectuemos las pruebas del mismo.



*Ilustración 30 soporte del motorreductor.*

#### **4.6 Elementos de medición, balance y transmisión.**

Para la parte final del banco de pruebas se acoplan las siguientes piezas que nos servirán para transmitir la potencia del motorreductor, con ello se obtendrá un torque que podrá ser medido con ayuda del dinamómetro y evitaremos vibraciones con aplicación del resorte, como se muestra en la ilustración 31.

- 1.- Dinamómetro.
- 2.- Resorte.
- 3.- Correa de transmisión mecánica.



*Ilustración 31 elementos de medición, balance y transmisión.*

#### **4.7 Ensamble final.**

Por último se ensamblaron todas las piezas móviles que forman parte del banco a la estructura metálica en el lugar que les corresponde, para así tener finalmente el banco de pruebas armado listo para llevar a cabo las pruebas y obtención de datos.



*Ilustración 32 ensamble final del banco de pruebas.*



## CAPITULO 5.

### Análisis de resultados.

#### 5.1 Modificación de la altura de la base del motorreductor.

Al proceder a realizar la primera prueba del banco de pruebas se observa que la base del motorreductor se encuentra 1cm más arriba en comparación con la flecha y no es posible acoplar la flecha del motorreductor con la flecha del banco de pruebas por lo que se procede a cortar y volver a soldar dicha base.



*Ilustración 33 modificación de altura del soporte de motorreductor.*

#### 5.2 Pruebas de esfuerzo del motorreductor en el banco de pruebas con ayuda del probador de tarjetas de máquina de frappe B-CREAM.

Con el banco de pruebas finalmente terminado se procede a hacer las pruebas colocando en él un motorreductor de máquina de frappe B-CREAM que la empresa nos proporcionó, dicho motorreductor se conectó con el probador de tarjetas para máquinas de frappe B-CREAM y con el poder simular su funcionamiento dentro de una máquina y con ello realizar las pruebas necesarias para determinar el estado del motorreductor tal como se observa en la ilustración 34.

Probador de tarjetas electrónicas que se encarga del funcionamiento del motorreductor.

Motorreductor en operación.



Dinamómetro con 8 Kg/f.

*Ilustración 34 pruebas del banco con un motorreductor y el probador de tarjetas.*

Una vez realizada las pruebas se observa que el banco de pruebas es capaz de determinar la vida útil del motorreductor, ya que la empresa nos comenta que el motorreductor dentro de la maquina necesita tener un torque de 2 Kg/f para efectuar su correcto funcionamiento y en el banco de pruebas con la ayuda del dinamómetro se obtuvo un torque de 8 Kg/f por un tiempo de un minuto llegando a la conclusión final que todo motorreductor que genere por tiempo de un minuto un torque de 8 Kg/f después de su mantenimiento es apto para volver a instalarse dentro de una máquina de frappe B-CREAM y aquel que no cumpla con ello se tendrá que sustituir por uno completamente nuevo.

### 5.3 Acabado estético del banco de pruebas de esfuerzos para motoredutores de máquinas de frappe BE-CREAM.

Después de realizar las pruebas necesarias se desarmo el banco y se procedió a lijar toda la estructura metálica y resanarla con masilla tal como se muestra en la ilustración 34.



*Ilustración 35 lijado y resanado de la estructura metálica.*

Ya resanado y lijado se pintó toda la estructura y se procedió a armar de nuevo centrando cada pieza móvil y así concluir con la construcción.



*Ilustración 36 acabado final del banco de pruebas para motorreductores.*

## 5.4 conclusión.

Los resultados obtenidos en la elaboración del diseño con la ayuda del software (SOLIDWORKS) y construcción son claros y favorables ya que dicho proyecto resulto ser de gran utilidad a los técnicos de mantenimiento de la empresa Caffenio, en el proceso de mantenimiento de los motoredutores convirtiéndose en una herramienta de validación después de efectuarse el mantenimiento.

Por lo que se concluye que el banco de pruebas cumple con todas sus características y se puede hacer más eficiente el proceso de mantenimiento logrando cubrir una necesidad de la empresa CAFÉ DEL PACIFICO S.A DE C.V.

Se cubren completamente los objetivos planteados en el capítulo 2, principalmente se logra lo que la empresa requería como es: un ahorro en los costos del proceso de mantenimiento, minimizar los tiempos de mantenimiento y se sigue conservando la misma calidad de operación de la máquina de frappe B-CREAM.

## Referencias.

([\)](https://www.google.com.mx/search?q=transmision+mecanica&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwiDq_zQx8HUAhVL4IMKHS-7BwkQ_AUIBigB&biw=1348&bih=683&dpr=1#tbm=isch&q=polea&imgsrc=0IJBEC14u-4e1M:)

(<http://www.motoresygeneradores.com/ensayos/191-banco-de-pruebas-para-motores-electricos>)

(<http://www.potenciaelectromecanica.com/calculo-de-un-motorreductor/>)

(<https://adnervillarroel.files.wordpress.com/2010/07/reductores-de-velocidad.pdf>)