

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**Trabajo de grado previo a la obtención del
Título de Ingeniero Mecánico Automotriz**

TEMA:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO PARA PRUEBAS
FUNCIONALES DE UNA CAJA DE TRANSMISIÓN MECÁNICAS
TRANSEJES, CON DIAGRAMAS DE RESULTADOS”**

AUTORES:

Darwin Nixon Abad Granda.
Stalin Patricio Loaiza Loayza
Nelson Santiago León León

DIRECTOR:

Ingeniero Wilson Quintuña.

Cuenca, Junio 24 del 2010

DECLARATORIA

Los estudiantes Darwin Nixon Abad Granda, Stalin Patricio Loaiza Loayza y Nelson Santiago León León, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de nuestra autoría. Además, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Darwin Abad Granda

Stalin Loaiza Loayza

Nelson Santiago Leon Leon

Cuenca, Junio 24 del 2010

CERTIFICO

Que los señores estudiantes Darwin Nixon Abad Granda, Stalin Patricio Loaiza Loayza y Nelson Santiago Leon Leon, han culminado la presente tesis, que se desarrollo bajo mi tutoría y dirección.

Ing: Wilson Quintuña

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	1
1 DISEÑO DE MAQUETA.....	11
1.1 PARÁMETROS DE CONSTRUCCIÓN.....	11
1.2 CÁLCULOS DE DISEÑO DE BANDA.....	12
1.2.1 CARACTERÍSTICAS.....	12
1.2.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PROCESO DE DISEÑO DE LA BANDA.....	13
1.2.3 VENTAJAS DE UTILIZAR BANDAS.....	13
1.2.4 CÁLCULOS REALIZADOS.....	13
1.2.5 DESARROLLO.....	14
1.2.6 CÁLCULO DE VELOCIDAD.....	16
1.3 DISEÑO DE LA CUÑA.....	17
1.4 DISEÑO DE EJES.....	19
1.4.1 DESARROLLO.....	19
1.5 CÁLCULO DE VIGA ESTRUCTURAL.....	26
1.5.1 DESARROLLO.....	26
1.6 CÁLCULO DE RODAMIENTOS.....	38
1.6.1 MATERIALES.....	41
1.7 GRÁFICAS DEL BANCO DE PRUEBAS.....	41
1.7.1 VISTA SUPERIOR.....	41
1.7.2 VISTA LATERAL.....	42
1.7.3 VISTA FRONTAL.....	42
1.7.4 VISTA TOTAL DEL BANCO PRUEBAS.....	43
1.8 NORMATIVAS.....	44
CAPÍTULO II.....	46
2 ANÁLISIS DE LA CAJA DE CAMBIOS Y DISPOSITIVOS DE CAPTACIÓN SE SEÑALES.....	46
2.1 CLASIFICACIÓN DE CAJA DE CAMBIOS.....	46
2.1.1 CAJAS DE CAMBIOS MANUALES.....	46
2.1.2 LA CAJA DE CAMBIO AUTOMÁTICA.....	49
2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA CAJA DEL BANCO DE PRUEBAS..	49
2.2.1 GRÁFICA DE DESPIECE DE UNA CAJA DE CAMBIOS TRANSVERSAL.....	50
2.2.2 FUNCIONAMIENTO.....	52
2.2.3 SISTEMA DE MANDO DE LA CAJA DE CAMBIOS.....	53

2.3	CÁLCULOS Y GRÁFICOS DE LA CAJA DE CAMBIOS TRANSVERSAL DEL SUZUKI FORSA I.	53
2.3.1	DATOS TÉCNICOS DEL VEHÍCULO SUZUKI FORSA I.	55
2.4	EMBRAGUE.	64
2.4.1	CLASIFICACIÓN.	65
2.4.2	PRINCIPIOS BÁSICOS DE FUNCIONAMIENTO.	66
2.5	SENSOR DE REVOLUCIONES.	66
2.5.1	CARACTERÍSTICAS DEL SENSOR DE REVOLUCIONES.	67
2.5.2	COMPROBACIONES DEL SENSOR DE REVOLUCIONES.	67
2.5.3	CONSTITUCIÓN DEL SENSOR DE REVOLUCIONES.	67
2.6	CAPTADORES DE RUIDO.	69
2.6.1	FUNCIONAMIENTO.	70
2.6.2	COMPROBACIÓN.	70
2.6.3	UBICACIÓN DEL SENSOR DE RUIDO.	71
2.7	SENSOR DE TEMPERATURA TERMOCUPLA TIPO “J”.	72
CAPÍTULO III		73
3	ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL BANCO DE PRUEBAS.	73
3.1.2	RESULTADOS OBTENIDOS.	74
3.1.3	TABLA DE RESULTADOS.	81
3.2	COMPARACIÓN CÁLCULO REAL DEL FABRICANTE CON RESPECTO A LA PRUEBAS.	82
3.3	CONCLUSIONES DE RESULTADOS.	82
CAPITULO IV		84
4	MANUAL DE REQUISITOS DE INSTALACIÓN DEL SOFTWARE Y PROCEDIMIENTO DE PRÁCTICAS EN EL BANCO DE PRUEBAS.	84
4.1	ACERCA DEL MANUAL DEL USUARIO.	84
4.2	ACERCA DEL SOFTWARE.	84
4.2.1	REQUERIMIENTOS DEL EQUIPO PORTÁTIL.	85
4.2.2	TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS USB-6009.	86
4.2.3	VARIADOR DE FRECUENCIA SIEMENS G110.	86
4.3	SOFTWARE DEL BANCO DIDÁCTICO. (SDS)	87
4.3.1	INSTALACIÓN.	87
4.3.2	EJECUTABLE.	88
4.3.3	INSTALADOR.	89
4.3.4	VENTANAS DEL PROGRAMA.	94
4.4	PRÁCTICAS QUE SE REALIZAN EN EL BANCO DIDÁCTICO.	98
4.4.1	ANÁLISIS DE RESULTADOS.	105

4.4.2	CONCLUSIONES.....	105
4.5	PRÁCTICA II.....	105
4.5.1	TEMA: TORQUE O PAR MOTOR.....	105
4.5.2	OBJETIVO GENERAL.....	105
4.5.3	ESPECÍFICOS.....	105
4.5.4	MATERIALES:	106
4.5.5	MARCO TEÓRICO.....	106
4.5.6	ILUSTRACIONES.....	107
4.5.7	DESARROLLO.....	107
4.5.8	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	111
4.5.9	CONCLUSIONES DE PRÁCTICA.....	112
5	CONCLUSIONES GENERALES.....	112
6	RECOMENDACIONES GENERALES.....	113
7.	BIBLIOGRAFÍA:	114
	BIBLIOGRAFÍA LITERARIA.....	114
a.	BIBLIOGRAFÍA DE WEB.....	115

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

FIGURA1. 1 Cotas de la estructura del Banco Didáctico.....	11
FIGURA1. 2 Transmisión por banda.....	14
FIGURA1. 3 Cotas de cuña y eje.....	17
FIGURA1. 4 Diagrama de Cuerpo Libre del Eje de Entrada.....	20
FIGURA1. 5 Diagrama de Esfuerzo Cortante y Momento del Eje de Entrada.....	21
FIGURA1. 6 Diagrama de Ángulo y Deflexión del Eje de Entrada.....	21
FIGURA1. 7 Diagrama de Cuerpo Libre del Eje de Salida.....	22
FIGURA1. 8 Diagrama de Esfuerzo Cortante y Momento del eje de Salida.....	26
FIGURA1. 9 Diagrama del Ángulo y Deflexión del Eje de Salida.....	26
FIGURA1. 10 Sección del perfil de la viga sostén del eje de entrada.....	27
FIGURA1. 11 Diagrama de cuerpo Libre de la viga, sostén del eje de entrada en el Lado B.....	27
FIGURA1. 12 Diagrama de Esfuerzo Cortante y Momento de la Figura 1.12.....	27
FIGURA1. 13 Diagrama de Ángulo y Deflexión de la Figura 1.12.....	28
FIGURA1. 14 Diagrama de cuerpo Libre de la viga, sostén del eje de entrada en el Lado A.....	28
FIGURA1. 15 Diagrama de Esfuerzo Cortante y Momento de la Figura 1.15.....	29
FIGURA1. 16 Diagrama de Ángulo y Deflexión de la Figura 1.1.....	29
FIGURA1. 17 Sección del perfil de la Viga sostén del eje de salida.....	30
FIGURA1. 18 Diagrama de Cuerpo Libre de la viga, sostén del eje de salida en lado A.....	30
FIGURA1. 19 Diagrama de Esfuerzo Cortante y Momento de la Figura 1.19.....	30
FIGURA1. 20 Diagrama del Ángulo y Deflexión de la Figura 1.19.....	31
FIGURA1. 21 Diagrama de Cuerpo Libre de la viga, sostén del eje de salida en lado B.....	31
FIGURA1. 22 Diagrama de Esfuerzo Cortante y Momento de la Figura 1.22.....	31
FIGURA1. 23 Diagrama de Ángulo y Deflexión de la Figura 1.22.....	32
FIGURA1. 24 Sección del Perfil de la viga del sostén del asiento.....	32
FIGURA1. 25 Diagrama de cuerpo libre de la viga sostén del asiento en el Lado A.....	33
FIGURA1. 26 Diagrama de Esfuerzo Cortante y Momento de la Figura 1.26.....	33
FIGURA1. 27 Diagrama de Ángulo y Deflexión de la Figura 1.26.....	33
FIGURA1. 28 Diagrama de cuerpo libre de la viga sostén del asiento en el Lado B.....	34
FIGURA1. 29 Diagrama de Esfuerzo Cortante y Momento de la Figura 1.29.....	34
FIGURA1. 30 Diagrama de Ángulo y Deflexión de la Figura 1.29.....	35
FIGURA1. 31 Sección del Perfil de la viga sostén de asiento.....	35
FIGURA1. 32 Diagrama de cuerpo libre de la viga sostén del asiento en el Lado A.....	35
FIGURA1. 33 Diagrama de Esfuerzo Cortante y Momento de la Figura 1.33.....	36
FIGURA1. 34 Diagrama de Ángulo y Deflexión de la Figura 1.33.....	36
FIGURA1. 35 Diagrama de cuerpo libre de la viga sostén del asiento en el Lado B.....	36
FIGURA1. 36 Diagrama de Esfuerzo Cortante y Momento de la Figura 1.36.....	37
FIGURA1. 37 Diagrama de Ángulo y Deflexión de la Figura 1.36.....	37
FIGURA1. 38 Rodamientos en Chumaceras.....	38
FIGURA1. 39 Vista superior de la Estructura del Banco didáctico.....	41
FIGURA1. 40 Vista Lateral.....	42
FIGURA1. 41 Vista Frontal.....	42
FIGURA1. 42 Banco en tres dimensiones.....	43
FIGURA1. 43 Banco en tres dimensiones.....	43
FIGURA1. 44 Banco en tres dimensiones.....	43
FIGURA1. 45 Banco didáctico terminado.....	44
FIGURA2. 46 Forma de onda del sensor de ruido.....	71
FIGURA 2. 47 Sensor de Temperatura Termocupla tipo “J”.....	72

CAPÍTULO II

<i>FIGURA 2. 1 Caja de Cambios Manual.....</i>	<i>47</i>
<i>FIGURA 2. 2 Caja Manual Longitudinal de Propulsión.....</i>	<i>48</i>
<i>FIGURA 2. 3 Caja de Cambio Manual Trasversal de Tracción.....</i>	<i>48</i>
<i>FIGURA 2. 4 Caja de Cambios Automática.....</i>	<i>49</i>
<i>FIGURA 2. 5 Despiece de la Transmisión.....</i>	<i>50</i>
<i>FIGURA 2. 6 Despiece del Conjunto Diferencial.....</i>	<i>51</i>
<i>FIGURA 2. 7 Carter y Carcasa de la Caja de Cambios.....</i>	<i>51</i>
<i>FIGURA 2. 8 Funcionamiento de las Marchas.....</i>	<i>52</i>
<i>FIGURA 2. 9 Posición Transversal del Control de Cambio de velocidades.....</i>	<i>53</i>
<i>FIGURA 2. 10 Curva de Velocidades del Vehículo.....</i>	<i>60</i>
<i>FIGURA 2. 11 Medidas de la rueda.....</i>	<i>62</i>
<i>FIGURA 2. 12 Velocidades del Banco de Pruebas.....</i>	<i>64</i>
<i>FIGURA 2. 13 El Embrague de Resorte y Diafragma.....</i>	<i>65</i>
<i>FIGURA 2. 14 Funcionamiento del Embrague.....</i>	<i>66</i>
<i>FIGURA 2. 15 Sensor Inductivo y Rueda Fónica.....</i>	<i>68</i>

CAPÍTULO III

<i>FIGURA 3. 1 Ingreso de datos.....</i>	<i>75</i>
<i>FIGURA 3. 2 Inicio de la prueba de primera marcha.....</i>	<i>76</i>
<i>FIGURA 3. 3 Final de prueba de la primera marcha.....</i>	<i>77</i>
<i>FIGURA 3. 4 Gráfica de velocidades.....</i>	<i>77</i>
<i>FIGURA 3. 5 Resultados de la prueba del banco didáctico.....</i>	<i>78</i>
<i>FIGURA 3. 6 Cuadro comparativo teórico – práctico.....</i>	<i>78</i>
<i>FIGURA 3. 7 Valores obtenidos en el banco didáctico.....</i>	<i>80</i>

CAPÍTULO IV

<i>Fotografía 4. 1 selectores de alimentación.....</i>	<i>100</i>
<i>Fotografía 4. 2 Enlace de la tarjeta al computador por medio del cable.....</i>	<i>100</i>

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

<i>TABLA 1. 1 Datos para calcular el diseño de cuña.....</i>	<i>17</i>
<i>TABLA 1. 2 Datos para diseño de ejes</i>	<i>19</i>
<i>TABLA 1. 3 Datos Técnicos de la caja de cambios dados por el fabricante.....</i>	<i>23</i>
<i>TABLA 1. 4 Descripción de la Nomenclatura de los elementos.</i>	<i>38</i>
<i>TABLA 1. 5 Datos Obtenidos en los cálculos.....</i>	<i>39</i>
<i>TABLA 1. 6 Diámetros de Rodamientos Rígidos de Bolas para ejes de $\frac{3}{4}$ pulg.</i>	<i>39</i>
<i>TABLA 1. 7 Diámetros de Rodamientos Rígidos de Bolas para ejes de 1 pulg.</i>	<i>39</i>
<i>TABLA 1. 8 Datos de Resultados.....</i>	<i>40</i>

CAPÍTULO II

<i>TABLA 2. 1 Datos técnicos del motor.....</i>	<i>55</i>
<i>TABLA 2. 2 Datos Técnicos de la Caja.</i>	<i>56</i>
<i>TABLA 2. 3 Datos de Relación de Transmisión de la Caja.</i>	<i>57</i>

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍA

CAPÍTULO I

<i>FOTOGRAFÍA 1. 1 Eje de Entrada</i>	19
<i>FOTOGRAFÍA 1. 2 Eje de Salida</i>	22

CAPÍTULO II

<i>FOTOGRAFÍA 2. 1 Sensor de Revolución</i>	67
<i>FOTOGRAFÍA 2. 2 Sensor de Señal de Entrada</i>	69
<i>FOTOGRAFÍA 2. 3 Sensor de Señal de Salida</i>	69
<i>FOTOGRAFÍA 2. 4 Sensor de Ruido</i>	70
<i>FOTOGRAFÍA 2. 5 Sensor de Ruido</i>	72

CAPÍTULO IV

<i>Fotografía 4. 1 Tarjeta DAQ Multifunción I/O NI USB-6009</i>	86
---	----

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

CAPÍTULO IV

<i>ILUSTRACIÓN 4. 1 Secuencia de la prueba</i>	77
--	----

CAPÍTULO I

1 DISEÑO DE MAQUETA.

1.1 PARÁMETROS DE CONSTRUCCIÓN.

Para la implementación del banco de pruebas se necesita construir una estructura de hierro, ubicar los elementos de movimiento y la posición de los sensores, tomando en cuenta los diferentes factores, como son: Fuerza, Potencia, Torque y Vibración, que son características necesarias para el buen funcionamiento del banco didáctico.

Al investigar y consultar las bibliografías, de resistencia de materiales, elementos de máquinas y software de diseño de vigas, se procede a realizar los cálculos respectivos para justificar los materiales escogidos y proceder a la construcción de la estructura, garantizando la confiabilidad, durabilidad y calidad de los mismos, en los diferentes puntos críticos de la estructura donde pueda fallar o romperse con mayor facilidad.

Para optimizar la selección de los materiales es necesario designar un buen factor de seguridad, tomando en cuenta los factores de costo.

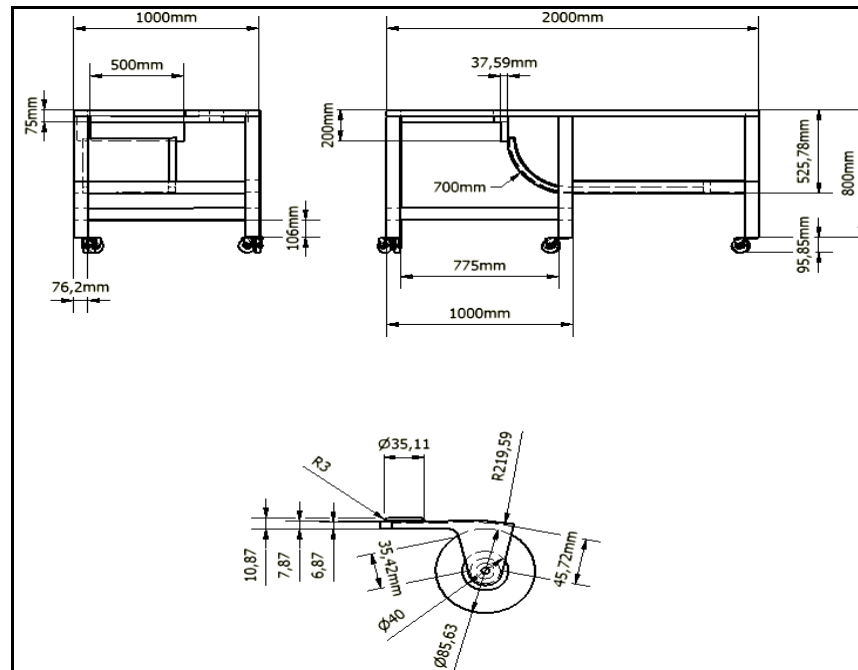


FIGURA1. 1 Cotas de la estructura del Banco Didáctico.

1.2 CÁLCULOS DE DISEÑO DE BANDA.

1.2.1 CARACTERÍSTICAS.

Dentro del campo automotriz, las bandas son utilizadas para la transmisión de potencia, velocidad constante o variable, dando como referencia la distribución del motor.

Permitiendo dar una flexibilidad al momento de aceleraciones bruscas del apearador, la misma que absorbe los impactos generados por la rotación de la transmisión, por este motivo se considera los siguientes materiales para el diseño:

- Cuero
- Goma y balata.
- Correas textiles, a base de seda, algodón.
- Correas de material sintético (poliamidas, nylon).
- Correas de acero, para grandes potencias y distancias.

Para el diseño y selección de la banda se pone a consideración algunos factores:

- Costos.
- Diámetro del eje del motor eléctrico.
- La longitud de la banda.
- Bajo ruido.

Posteriormente se justificará lo antes mencionado con sus debidos cálculos y observaciones.

1.2.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PROCESO DE DISEÑO DE LA BANDA.

- Potencia a transmitir.
- Velocidad de la polea pequeña.
- Velocidad de la polea grande.
- Distancia aproximada entre centros de poleas entre centros de poleas o la máxima o mínima permisible.
- Condiciones de funcionamiento.
- Tipo de máquina accionada.
- Horas de funcionamiento diarias previstas.

1.2.3 VENTAJAS DE UTILIZAR BANDAS.

- Hay buen aislamiento eléctrico, porque no existe contacto entre metales.
- Hay menos ruido por transmisión de bandas.
- No se requiere lubricación.
- La variación de la distancia y centros de la flecha y el alineamiento de la flecha son mucho menos críticos.

1.2.4 CÁLCULOS REALIZADOS.

Teniendo en cuenta que algunos factores hay que imponerse, para el diseño de banda, como son:

- Distancia entre centro de poleas.
- Diámetro de poleas.
- Horas de trabajo del banco didáctico.

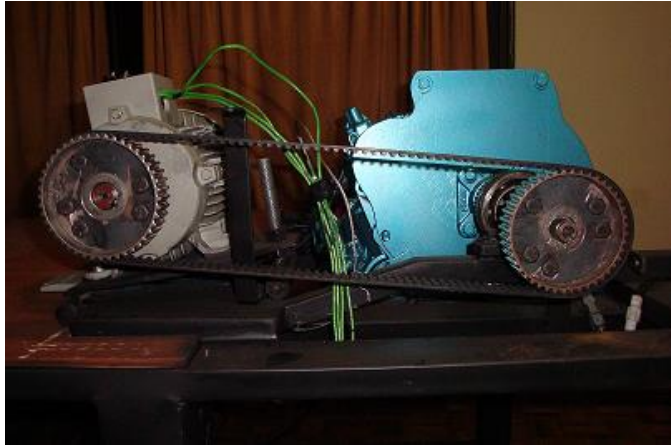


FIGURA1. 2 Transmisión por banda.

1.2.5 DESARROLLO.

Las consideraciones de diseño para el cálculo de la banda son las siguientes.

El motor eléctrico es 4 caballos de fuerza (HP) y trabaja a 3440 revoluciones por minuto, debe impulsar una caja cambios que funcionará 8 horas diarias, la caja de cambios debe funcionar de 1 revolución hasta 3000 revoluciones por minuto, la distancia entre centros debe estar entre 45 0 40 cm, los diámetros de polea debe ser de 11 cm.

1. Seleccionar un factor de seguridad de servicio, para el diseño de la banda, el cual será 1.2¹.
2. Para la obtención de la potencia de diseño se multiplica el factor de servicio por la potencia nominal del motor eléctrico.

$$\mathbf{Pd = P * Fs} \qquad \text{Ecuación (1)}^2$$

Donde:

Pd = Potencia de diseño

P = Potencia nominal.

¹ SHIGLEY Joseph Edward 5 edición Pág. 764

² SHIGLEY Joseph Edward 5 edición Pág. 765

Fs = Factor de servicio

$$Pd = 4 * 1.2$$

$$Pd = 4,8 \text{ HP}$$

3. Selección de la sección transversal de la banda³, se hace en base a la potencia de diseño que se cálculo y a las revoluciones que va a trabajar el motor eléctrico, la misma que será de 3VX o 3v.
4. Obtener mediante tablas el diámetro de poleas estándar⁴, para la sección de la banda determinada anteriormente. La polea que se selecciono es de 4.12 pulgadas.
5. Comprobar que los diámetros de poleas obtenidos estén dentro del rango permitido, para lo cual se verificó en la tabla de diámetros mínimos de poleas para motores eléctricos⁵, la cual no debe ser menor 2.4 pulgadas.

La consideración que se toma para obtener, el diámetro de polea, es en base a los datos de las tablas, como también al tamaño, costo, existencia en el mercado y espacio del banco didáctico, el diámetro que se consideró es 11 cm.

6. Calcular la longitud de la banda, la fórmula número 2 es correcta cuando $D = d$, esto quiere decir que las dos poleas son del mismo diámetro.

$$l = 2C + \frac{\pi}{2} (D + d) + \frac{(D-d)^2}{4C} \quad \text{Ecuación (2)}^6$$

³ SPOTTS. M.F. SHOUP.T.E. Elemento de maquinas.pag.728 fig. 12.5.1

⁴ SPOTTS. M.F. SHOUP.T.E. Elemento de maquinas.pag.729 fig. 12.5.2

⁵SPOTTS. M.F. SHOUP.T.E. Elemento de maquinas. pag.730 fig. 12.5.2

⁶ Joseph Sigley, Diseño en Ingeniería Mecánica, 5ta Edición, pág. 765

Donde,

L = Longitud de la banda.

C = Distancia entre centros

d = Diámetro de la polea menor.

D = Diámetro de la polea mayor.

$$l = 2 * 41 + \frac{\pi}{2} (11 + 11) + \frac{(11 - 11)^2}{4 * 41}$$

$$l = 116.54 \text{ cm o } 1165.4 \text{ mm.}$$

1.2.6 CÁLCULO DE VELOCIDAD.

$$V = \pi * d * n \quad \text{Ecuación (3)}^7$$

Donde:

- V = velocidad de desplazamiento de la banda.
- D = diámetro de polea menor.
- n = revoluciones del motor eléctrico.

$$V = \pi * 11 * 3440 \text{ rpm}$$

$$V = 118.87 \text{ cm /min}$$

⁷ Joseph Sigley, Diseño en Ingeniería Mecánica, 5ta Edición, pág. 765

1.3 DISEÑO DE LA CUÑA.

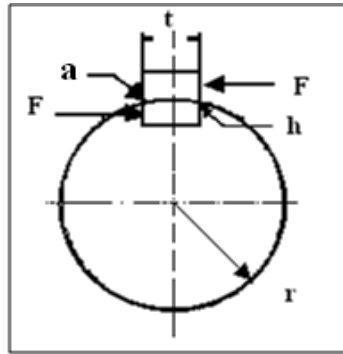


FIGURA1. 3 Cotas de cuña y eje.

DATOS		
RESISTENCIA A LA FLUENCIA	21000	PSI
POTENCIA	4	HP
N	3440	Rpm
diámetro del eje	0,938	
constante	63000	
Torque	173,05	Lb* pulg
Factor de seguridad	3	
T	0,25	

TABLA1. 1 Datos para calcular el diseño de cuña.

$$F = \frac{T}{r} \quad \text{Ecuación (1.22)}$$

donde:

F = Fuerza tangencial.

T = Torque.

r = radio

$$F = 173,05 / 0,469 = 368,48 \text{ Lb}$$

Aplicando la teoría de distorsión la resistencia al cortante viene dado por la ecuación que se observa a continuación.

$$S_{sy} = 0,577 S_y \quad \text{Ecuación (1.23)}$$

donde:

S_{sy} = resistencia al cortante.

S_y = resistencia de fluencia.

$$S_{sy} = 0,577 * 12117 = 12117$$

Como se observa en la figura 1.4, la falla que se genera a través del área origina un esfuerzo cortante, como se indica en la ecuación siguiente.

$$\tau = \frac{F}{tl} \quad \text{Ecuación (1.24)}$$

τ = Cortante.

F = Fuerza.

t = Espesor.

l = Longitud.

Sustituyendo el cortante τ de la ecuación (1.24) por la resistencia dividida entre el factor de seguridad se tiene.

$$\frac{S_{sy}}{F_s} = \frac{F}{tl} \quad \text{Ecuación (1.25)}$$

S_{sy} = resistencia al cortante.

F = Fuerza.

t = Espesor.

l = Longitud.

F_s = Factor de seguridad.

De la ecuación (1.25) se despeja la longitud de la cuña, y se obtiene la ecuación (1.26).

$$l = \frac{F * Fs}{Ssy * t} \quad \text{Ecuación (1.26)}$$

$$l = \frac{368,58 * 2}{12117 * 0,25} = 0,24 \text{ pulg}$$

1.4 DISEÑO DE EJES.

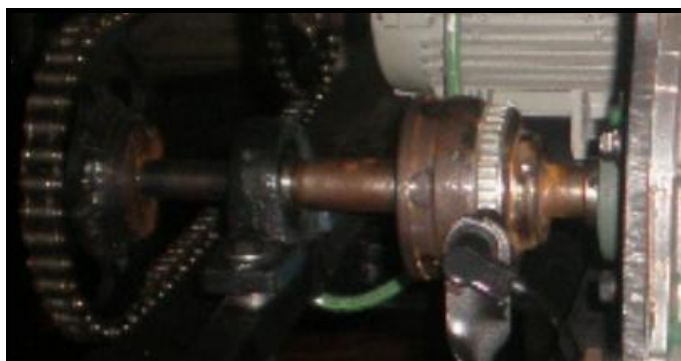
Para realizar el cálculo de los ejes, hay que tomar en cuenta las cargas que fluctúan en los mismos, para lo cual se utiliza el software MD Solids, que permite calcular los esfuerzos sometidos en los ejes del banco didáctico.

DATOS PARA EL DISEÑO DE EJES	
POTENCIA	4 (HP)
TORQUE	173,05 (Lb*in)
RESISTENCIA A LA FLUENCIA ⁸	21 (kpsi)

TABLA1. 2 Datos para diseño de ejes⁹

1.4.1 DESARROLLO.

Cálculo del Diámetro del eje de entrada



FOTOGRAFÍA 1. 1 Eje de Entrada

⁸ Beer Johnson, Mecánica de Materiales, Apéndice B, Pág. 698.

⁹ Datos de Potencia y torque establecidas por la placa característica del motor eléctrico.

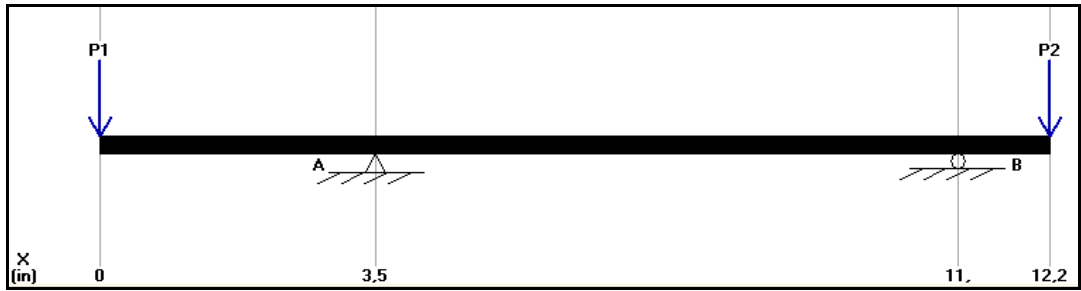


FIGURA1. 4 Diagrama de Cuerpo Libre del Eje de Entrada

En donde

P1= 57,68 Lb

P2= 62,47 Lb.

Mediante el software MD Solids, se obtiene los resultados de las reacciones RA, RB, los diagramas de fuerza cortante, momento flector y deflexión.

RA= 75,12 Lb

RB= 45,03 Lb

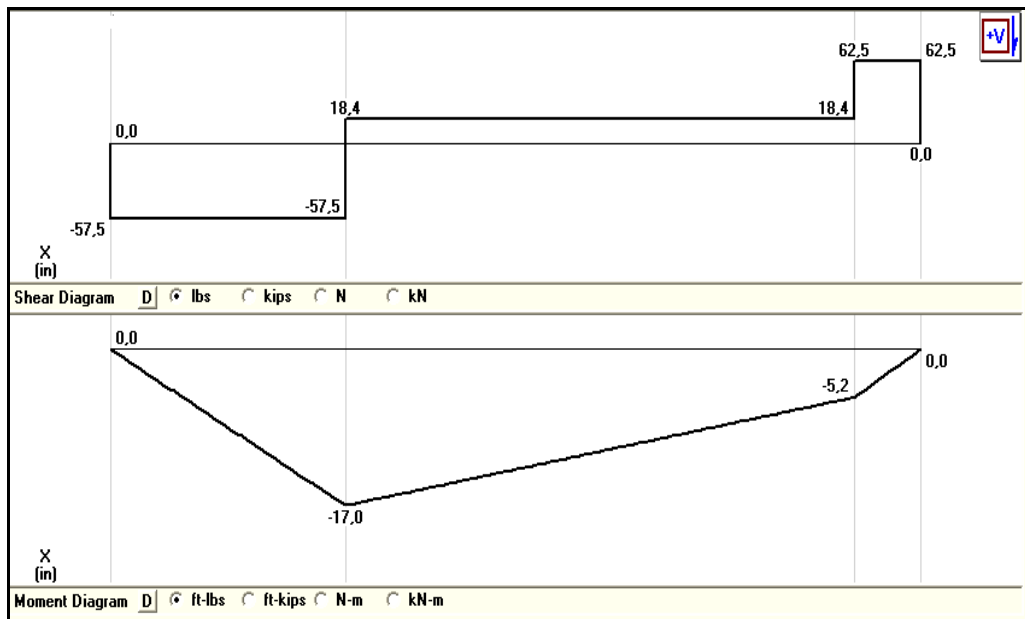


FIGURA1. 5 Diagrama de Esfuerzo Cortante y Momento del Eje de Entrada

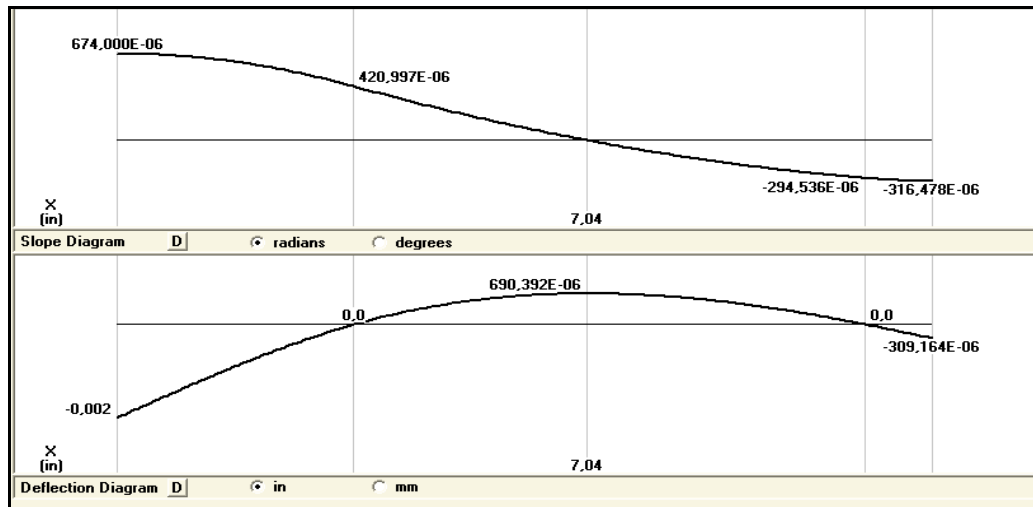


FIGURA1. 6 Diagrama de Angulo y Deflexión del Eje de Entrada.

Con el diagrama del momento flector, se calcula el diámetro del eje, teniendo presente que el mayor momento es el que se lo utiliza para los siguientes cálculos, como se puede observar en la figura 1.7.

$M = 17 \text{ ft} \cdot \text{Lb}$ en donde $1 \text{ ft} = 12 \text{ in}$, transformando queda:

$$M = 204 \text{ Lb} \cdot \text{in}$$

Para el cálculo del diámetro del eje se aplica la siguiente ecuación¹⁰:

$$d = \left[\frac{32 F_s}{\pi S_y} (M^2 + T^2)^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}} \quad \text{Ecuación (1.27)}$$

En donde

d= Diámetro del eje

Fs= Factor de seguridad

Sy= Esfuerzo de Fluencia

M= Momento Flector del (diagrama)

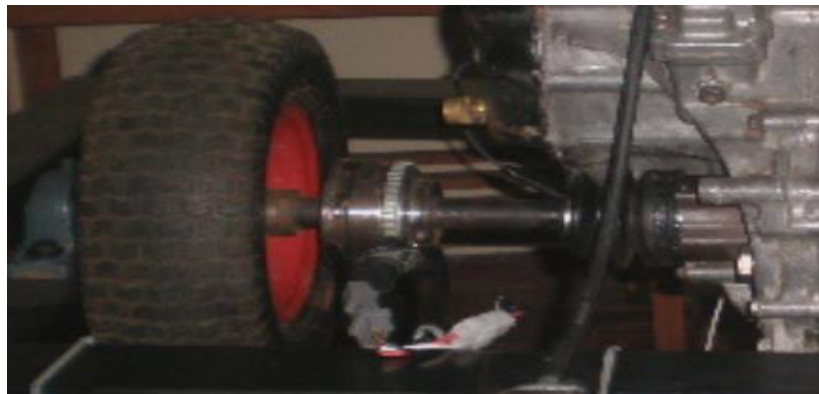
¹⁰ Joseph Sigley, Diseño en Ingeniería Mecánica, 5ta Edición, Ecuación 18-10 pág. 796

T= Torque

$$d = \left[\frac{32 * 6}{\pi * 21} (204^2 + 173,05^2)^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}} \quad \text{Ecuación (1.28)}$$

$$d = 0,75 \text{ pulg}$$

Nota: El eje subiría a un inmediato de 1 pulg de diámetro.



FOTOGRAFÍA 1. 2 Eje de Salida

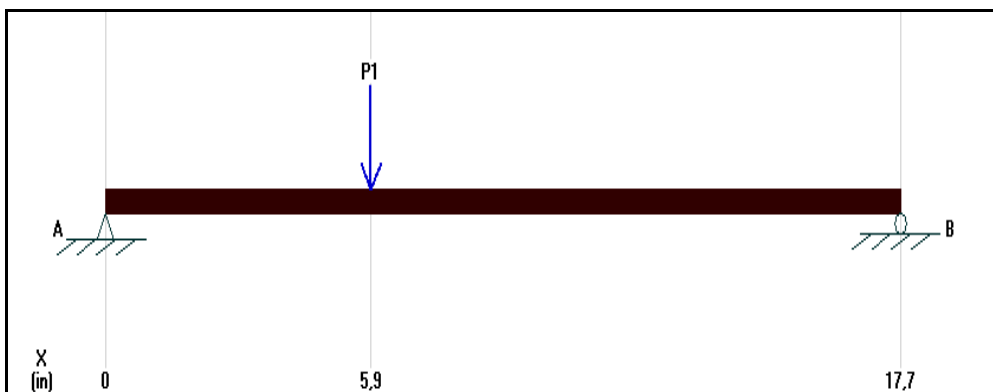


FIGURA1. 7 Diagrama de Cuerpo Libre del Eje de Salida.

Para obtener el resultado de P1, se calcula el torque total de caja de cambios, basándose en la formula siguiente.¹¹

¹¹ Gtz, Matemática Aplicada para la técnica del automóvil. 8va Edición pág. 190, 191

$$I_t = I_c * I_p$$

Ecuación (1.29)

En donde,

I_c= Relación de transmisión de la caja en 1era Marcha donde se genera el mayor torque

I_p= Relación de transmisión del diferencial.

I_t = Relación de Transmisión Total.

La referencia de torque total de la caja en primera marcha, proporciona el mayor par que soporta el eje de salida, el cual se utiliza para los siguientes cálculos.

TRANSMISIÓN	
TIPO :	MONO DISCO SECO
ACCIONAMIENTO :	(MECÁNICO)
CAJA DE CAMBIOS	
TIPO :	MANUAL 5 VELOCIDADES Y REVERSA
RELACIONES :	- 1A. 3.416
	- 2A. 1.894
	- 3A. 1.280
	- 4A. 0.914
	- 5A. 0.757
	- REV. 2.916
SINCRONIZACIÓN :	1a. A 5a.
PALANCA DE CAMBIOS :	Al Piso
RELACIÓN DE EJE :	4.388 : 1

TABLA1. 3 Datos Técnicos de la caja de cambios dados por el fabricante.

Cálculo de la relación de transmisión total

$$It = 3,416 * 4,388$$

$$It = 14,89$$

El resultado generado de la relación de transmisión total de la caja de cambios en primera marcha, permite realizar el cálculo del torque total de salida en el eje, mediante la siguiente fórmula.

$$T = Tm * It \quad \text{Ecuación(1.30)}$$

En donde,

T= Torque total en la salida del eje.

Tm= Torque del Motor eléctrico.

It= Relación de Transmisión Total

Cálculo del torque total

$$T = 173,05Lb * in * 14,89$$

$$T = 2593,85 Lb * in$$

$$T = F * r \quad \text{Ecuación (1.31)}$$

En donde

T= Torque total en la salida del eje.

F= Fuerza aplicada en el eje.

r = Radio del neumático.

De la ecuación (1.31) se despeja la fuerza la cual se tendrá que deducir.

Cálculo de la fuerza

$$F = \frac{T}{r} \quad \text{Ecuación (1.32)}$$

F = Fuerza tangencial.

T = Torque.

r = radio

$$F = \frac{2593,85}{6,41}$$

$$F = 404,6 \text{ lb}$$

En donde,

$$F=P1$$

$$P1= 404,6 \text{ Lb}$$

El resultado de la fuerza se ingresa como dato de la carga puntual (P1), en el software MD Solids, generando el resultado de las reacciones, RA, RB, los diagramas de fuerzas cortantes, momento flector y deflexión.

$$RA= 269,66 \text{ Lb}$$

$$RB= 134,94 \text{ Lb.}$$

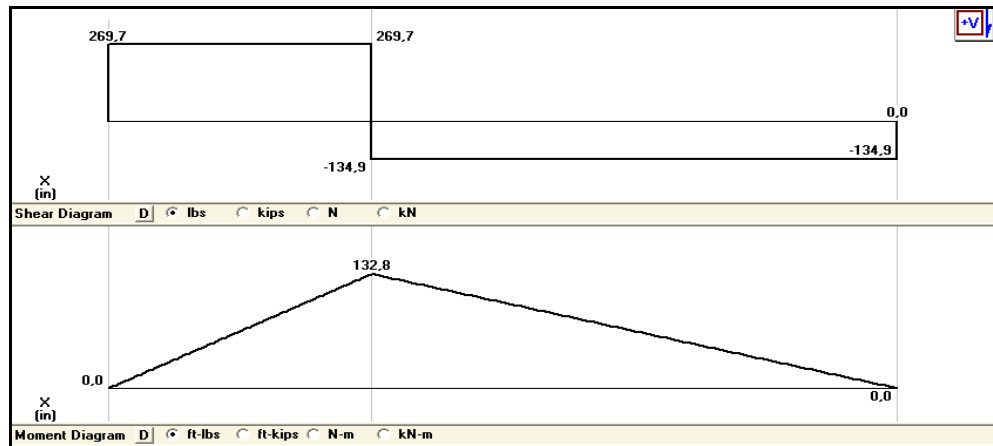


FIGURA1. 8 Diagrama de Esfuerzo Cortante y Momento del eje de Salida

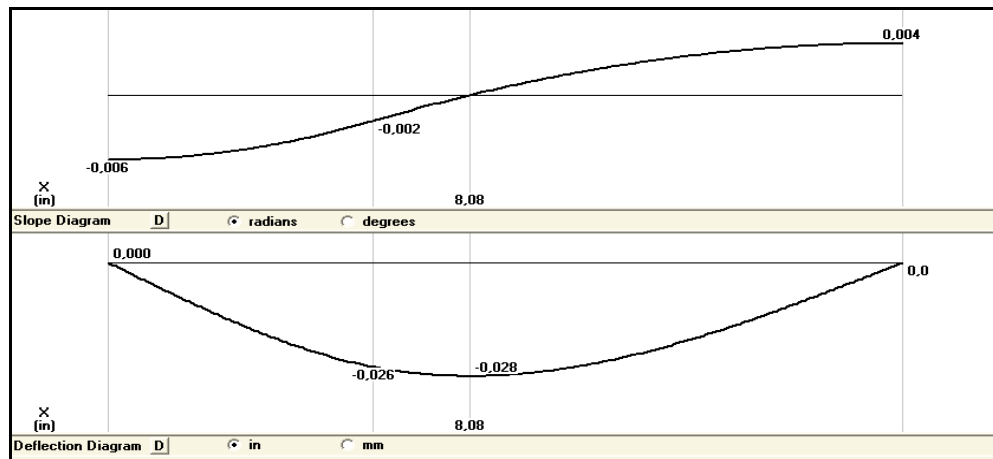


FIGURA1. 9 Diagrama del Ángulo y Deflexión del Eje de Salida.

1.5 CÁLCULO DE VIGA ESTRUCTURAL.

En el análisis estructural, las vigas que soportan la carga distribuida son las que sostienen el peso de la caja y del eje de salida.

El cálculo se procede a realizar como vigas indeterminadas.¹²

1.5.1 DESARROLLO.

Para el cálculo se procede virtualmente a desacoplar un lado de la viga, y obtener la reacción y momento flector, tal como indica los textos bibliográficos.

¹² Joseph Sigley, Diseño en Ingeniería Mecánica, 5ta Edición
Sterling kindley, Análisis de Estructuras Indeterminadas 17va Impresión, pág., 382

CÁLCULO DE VIGA, SOSTÉN DEL EJE DE ENTRADA

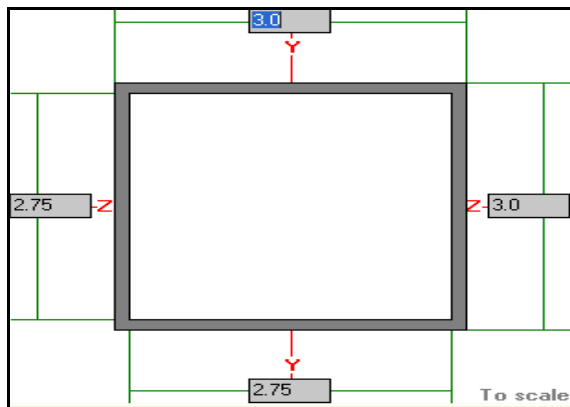


FIGURA1. 10 Sección del perfil de la viga sostén del eje de entrada.

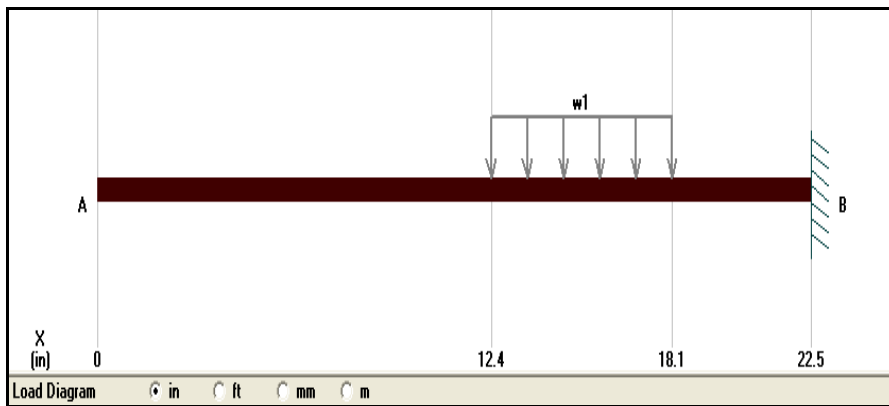


FIGURA1. 11 Diagrama de cuerpo Libre de la viga, sostén del eje de entrada en el Lado B

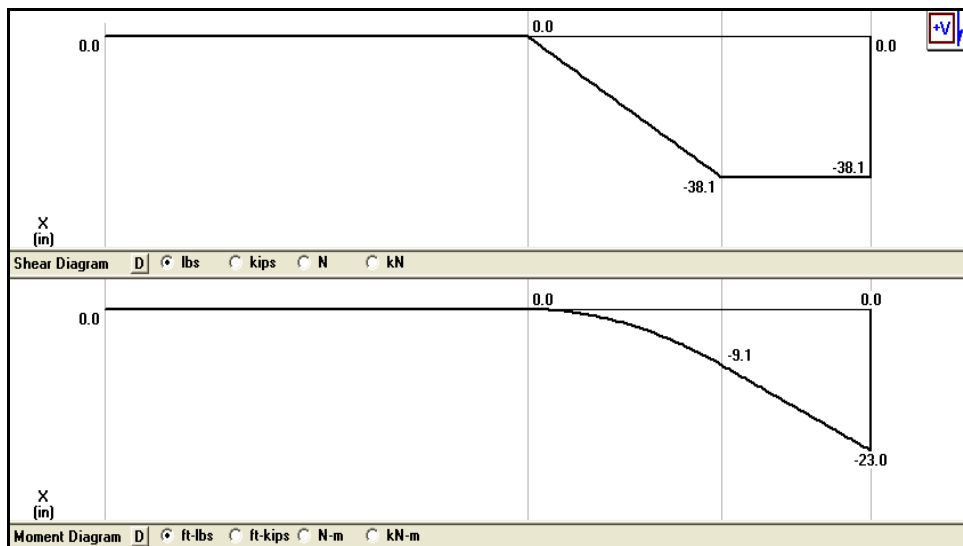


FIGURA1. 12 Diagrama de Esfuerzo Cortante y Momento de la Figura 1.12

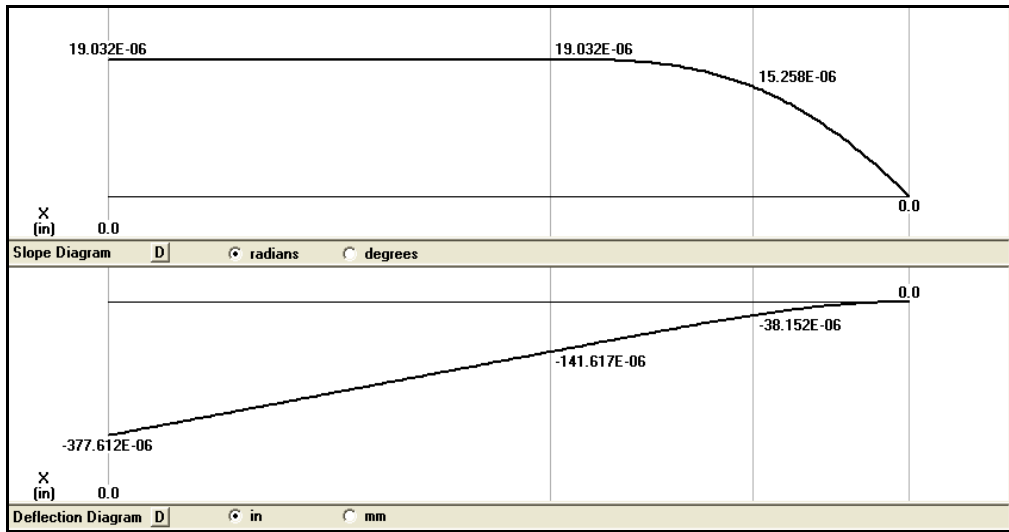


FIGURA1. 13 Diagrama de Ángulo y Deflexión de la Figura 1.12

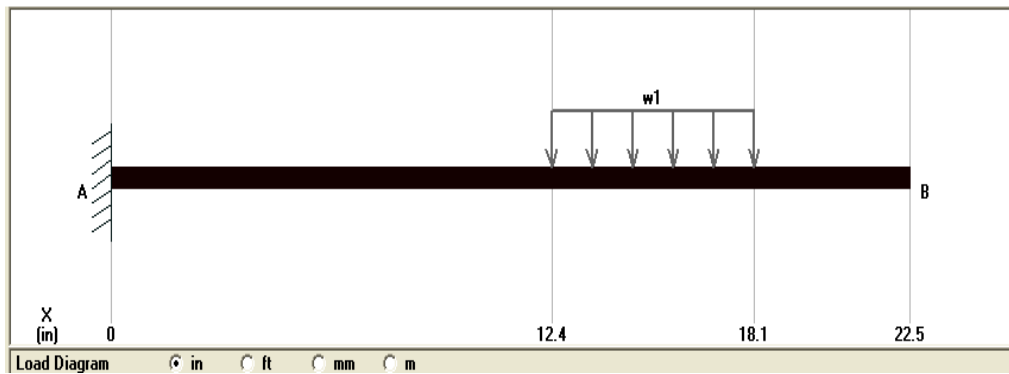


FIGURA1. 14 Diagrama de cuerpo Libre de la viga, sostén del eje de entrada en el Lado A

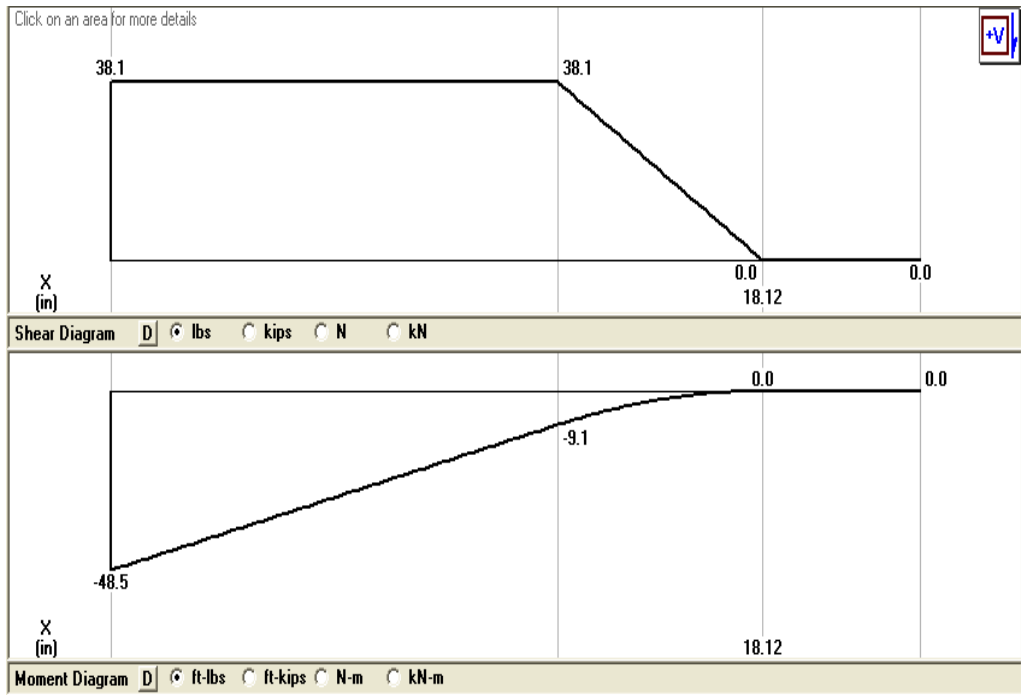


FIGURA1. 15 Diagrama de Esfuerzo Cortante y Momento de la Figura 1.15

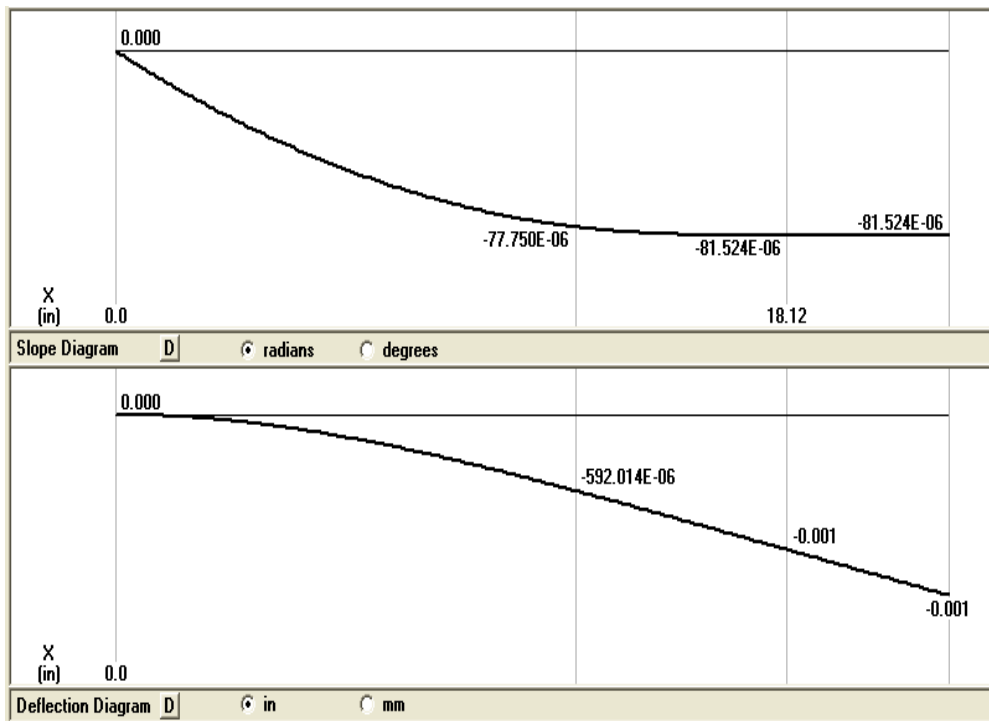


FIGURA1. 16 Diagrama de Ángulo y Deflexión de la Figura 1.1

CÁLCULO DE VIGA, SOSTÉN DEL EJE DE ENTRADA

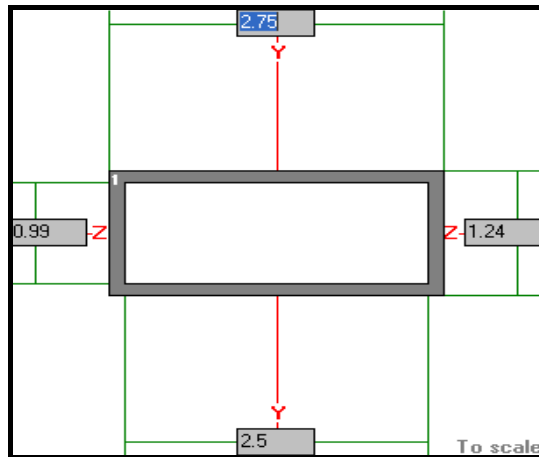


FIGURA1. 17 Sección del perfil de la Viga sostén del eje de salida

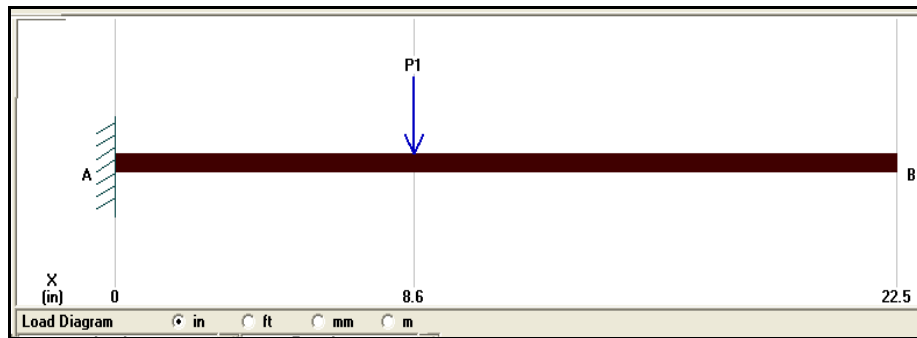


FIGURA1. 18 Diagrama de Cuerpo Libre de la viga, sostén del eje de salida en lado A.

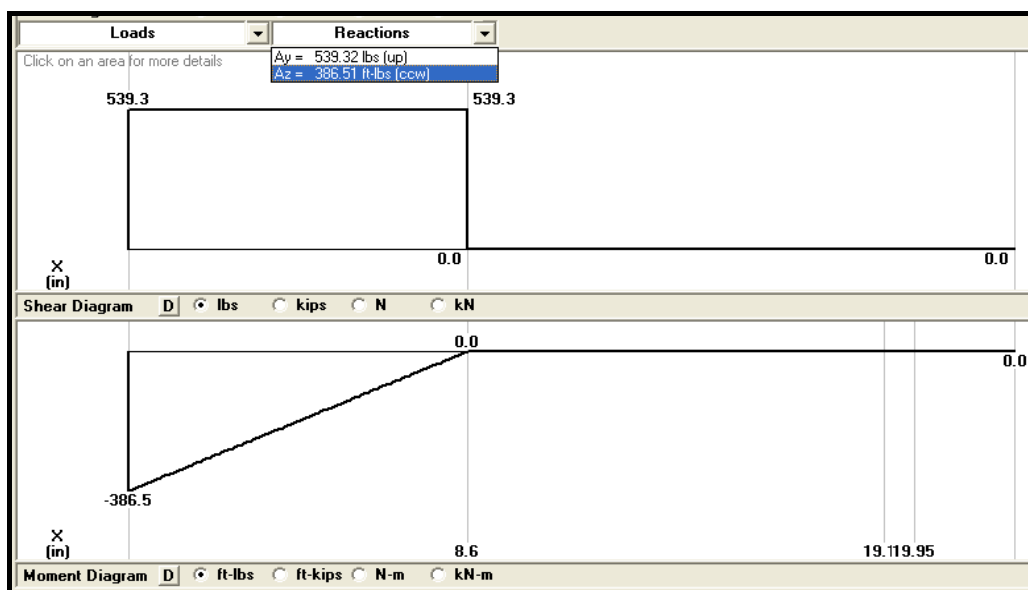


FIGURA1. 19 Diagrama de Esfuerzo Cortante y Momento de la Figura 1.19

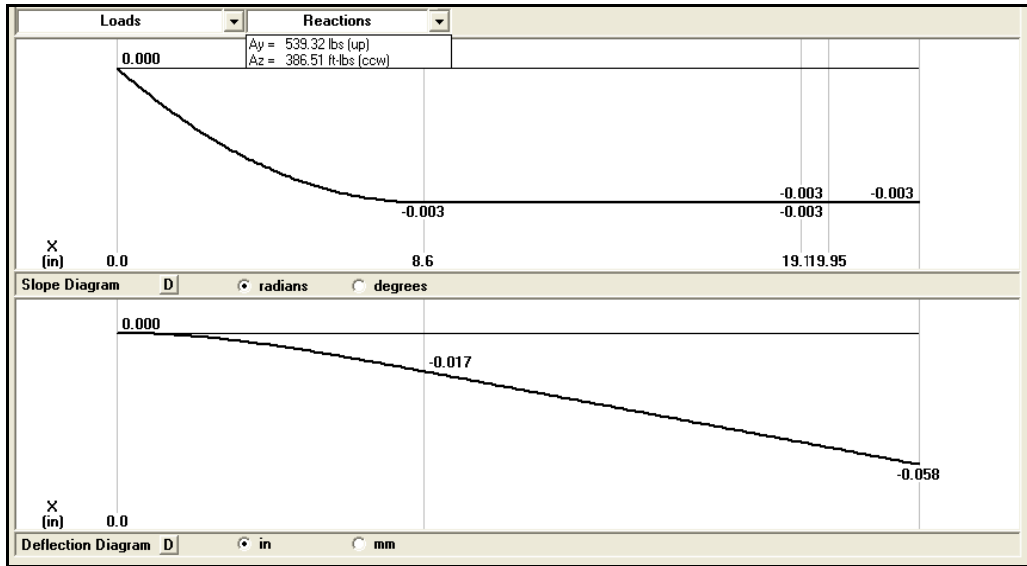


FIGURA1. 20 Diagrama del Ángulo y Deflexión de la Figura 1.19

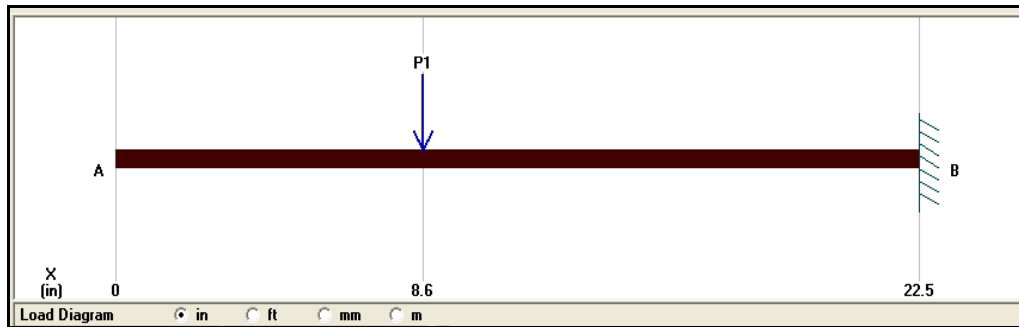


FIGURA1. 21 Diagrama de Cuerpo Libre de la viga, sostén del eje de salida en lado B.

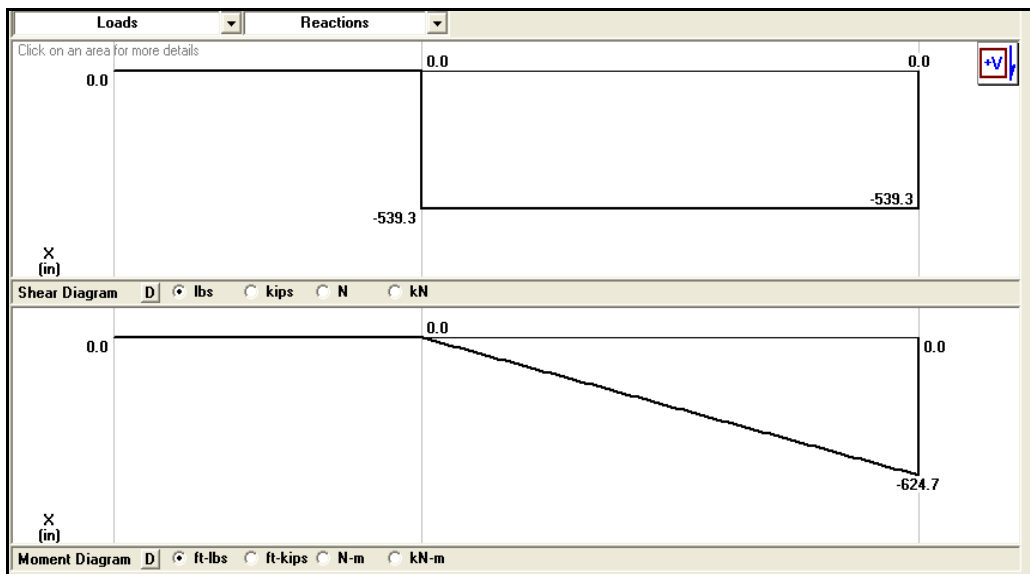


FIGURA1. 22 Diagrama de Esfuerzo Cortante y Momento de la Figura 1.22

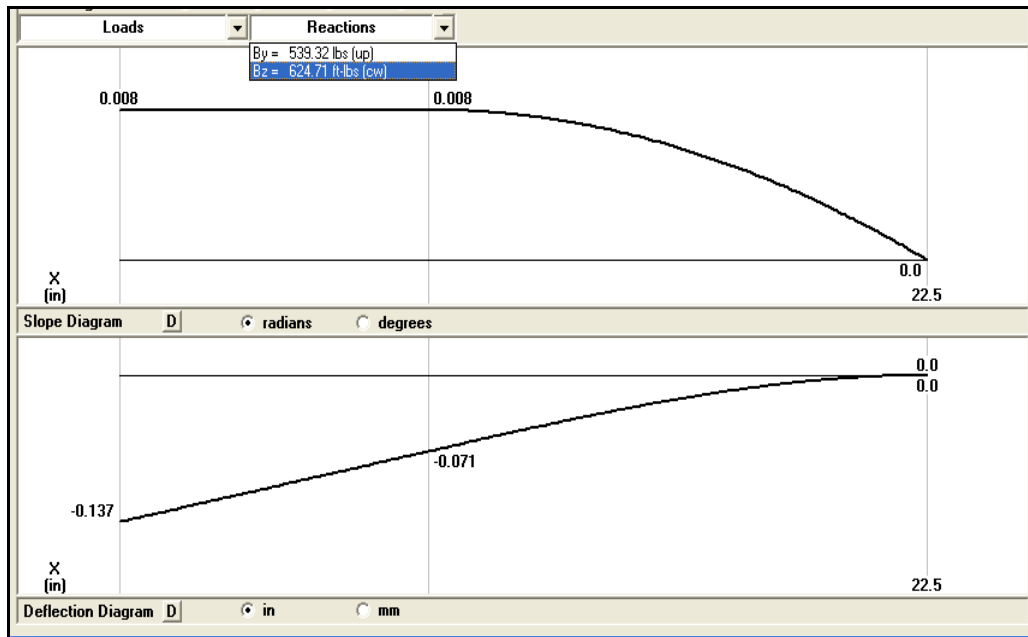


FIGURA1. 23 Diagrama de Ángulo y Deflexión de la Figura 1.22

CÁLCULOS DE LAS VIGAS DE SOSTÉN DEL ASIENTO

Las vigas que soportan al asiento, también se deben analizar de manera indeterminada o conjugadas totalmente, ya que estas son soldadas en sus extremos, para poder analizar se tiene que desempotrar uno de los lados.

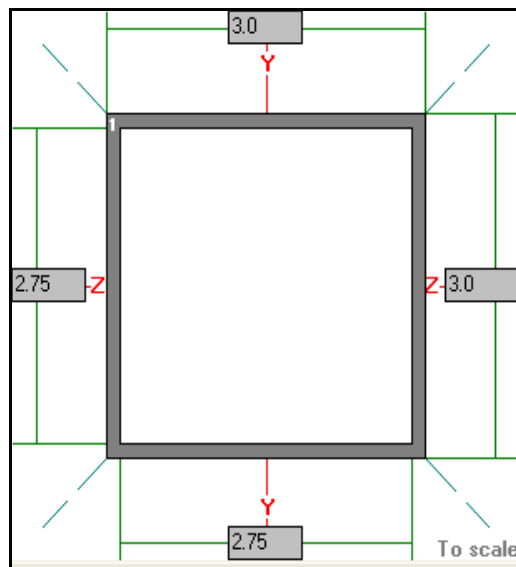


FIGURA1. 24 Sección del Perfil de la viga del sostén del asiento.

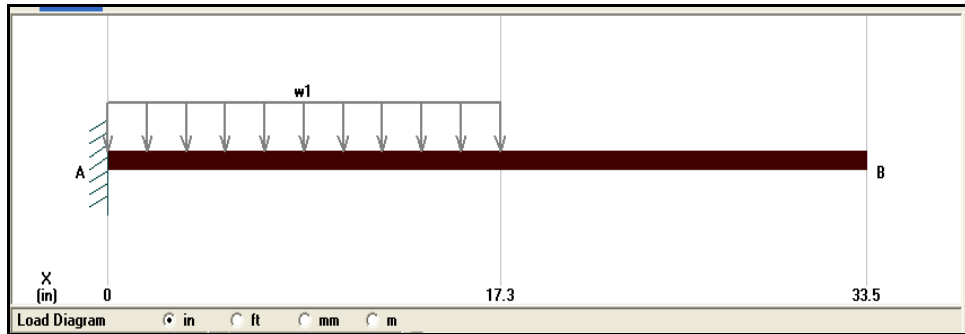


FIGURA1. 25 Diagrama de cuerpo libre de la viga sostén del asiento en el Lado A

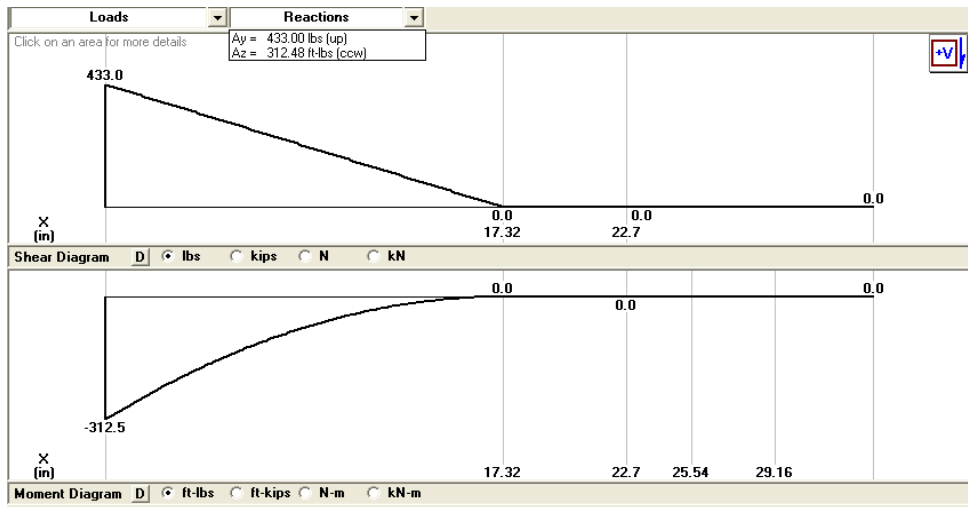


FIGURA1. 26 Diagrama de Esfuerzo Cortante y Momento de la Figura 1.26

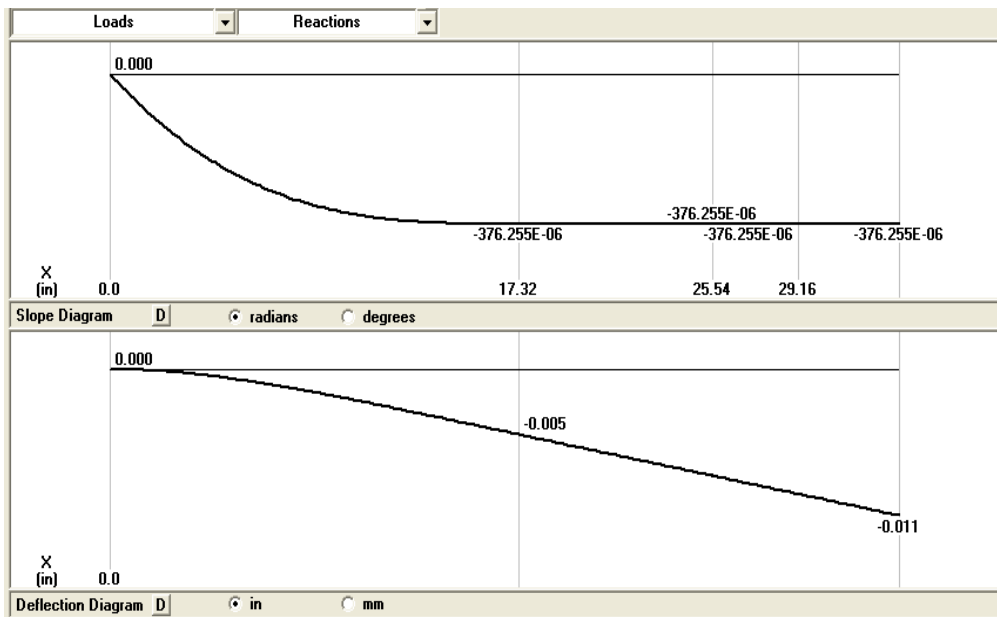


FIGURA1. 27 Diagrama de Ángulo y Deflexión de la Figura 1.26

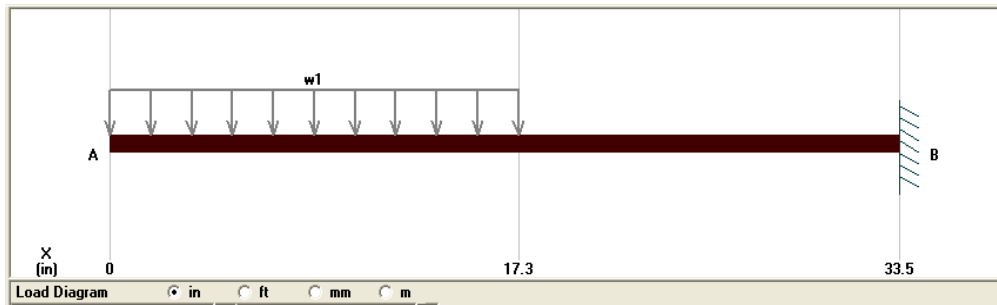


FIGURA1. 28 Diagrama de cuerpo libre de la viga sostén del asiento en el Lado B

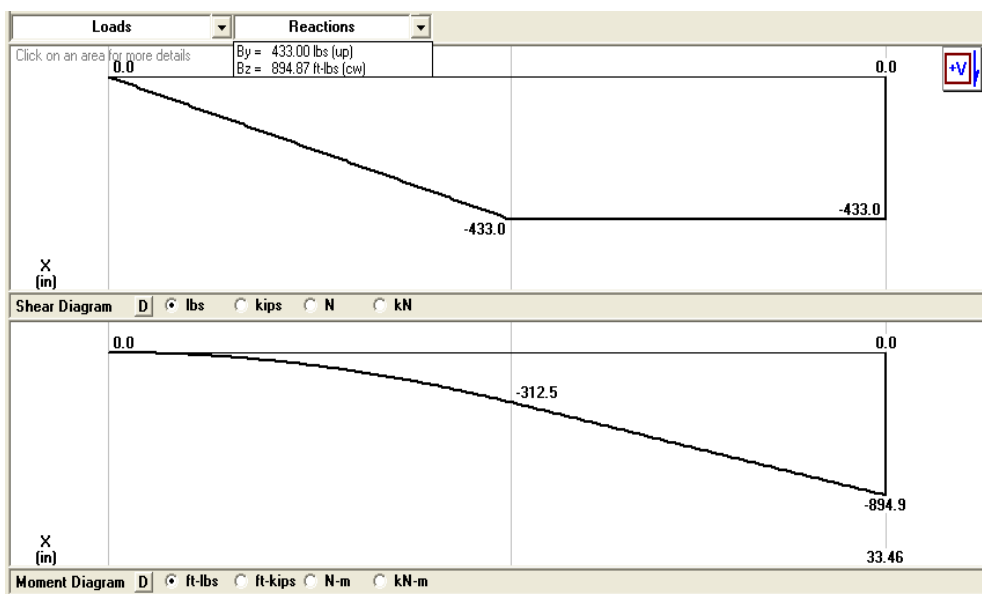


FIGURA1. 29 Diagrama de Esfuerzo Cortante y Momento de la Figura 1.29

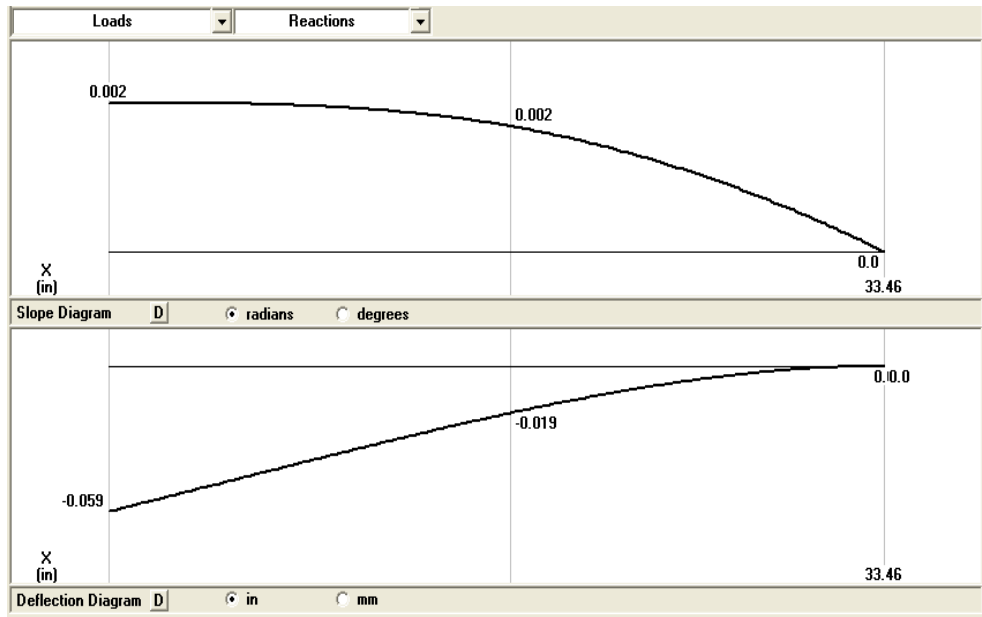


FIGURA1. 30 Diagrama de Ángulo y Deflexión de la Figura 1.29

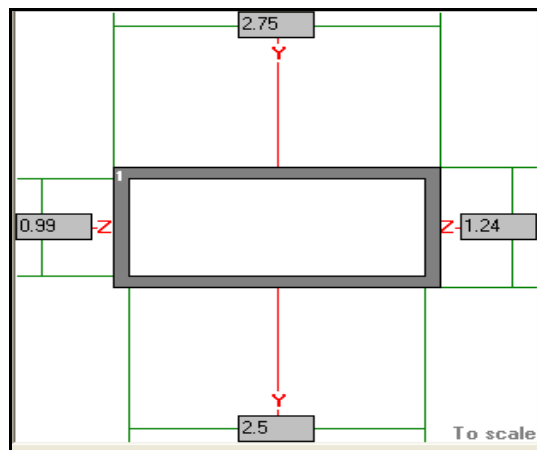


FIGURA1. 31 Sección del Perfil de la viga sostén de asiento

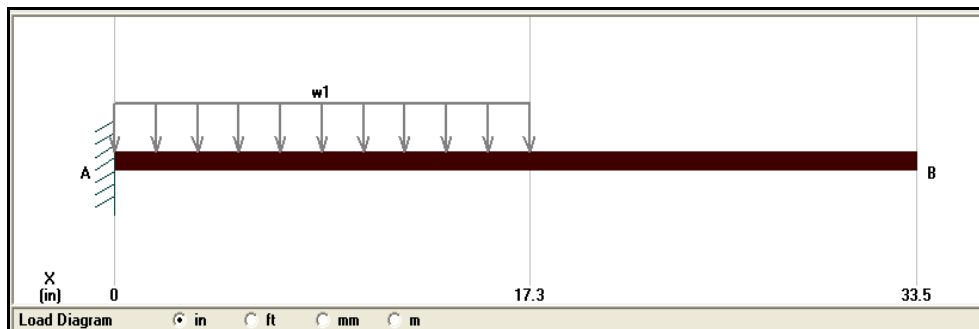


FIGURA1. 32 Diagrama de cuerpo libre de la viga sostén del asiento en el Lado

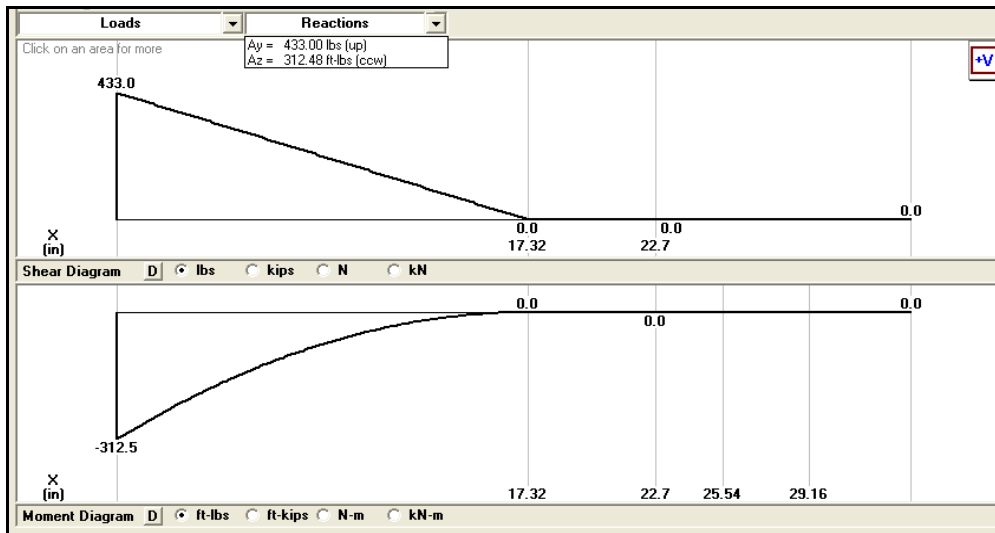


FIGURA1. 33 Diagrama de Esfuerzo Cortante y Momento de la Figura 1.33

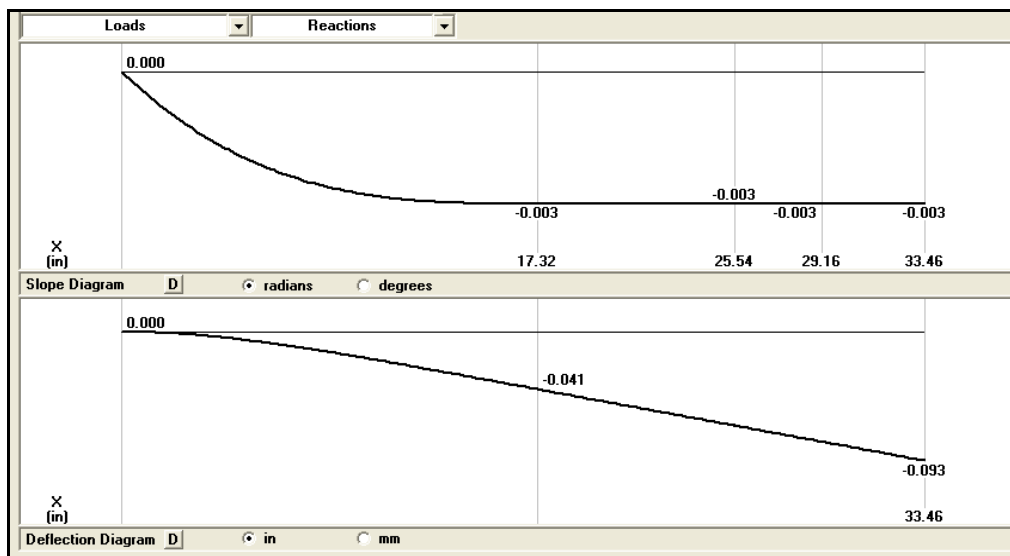


FIGURA1. 34 Diagrama de Ángulo y Deflexión de la Figura 1.33

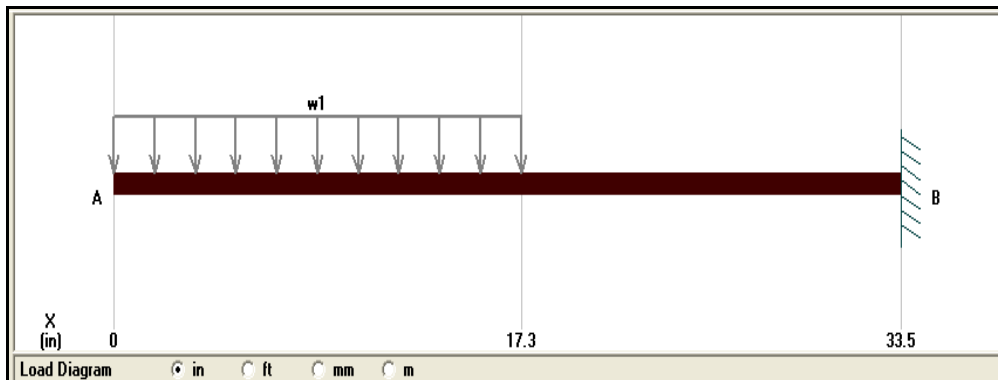


FIGURA1. 35 Diagrama de cuerpo libre de la viga sostén del asiento en el Lado

B

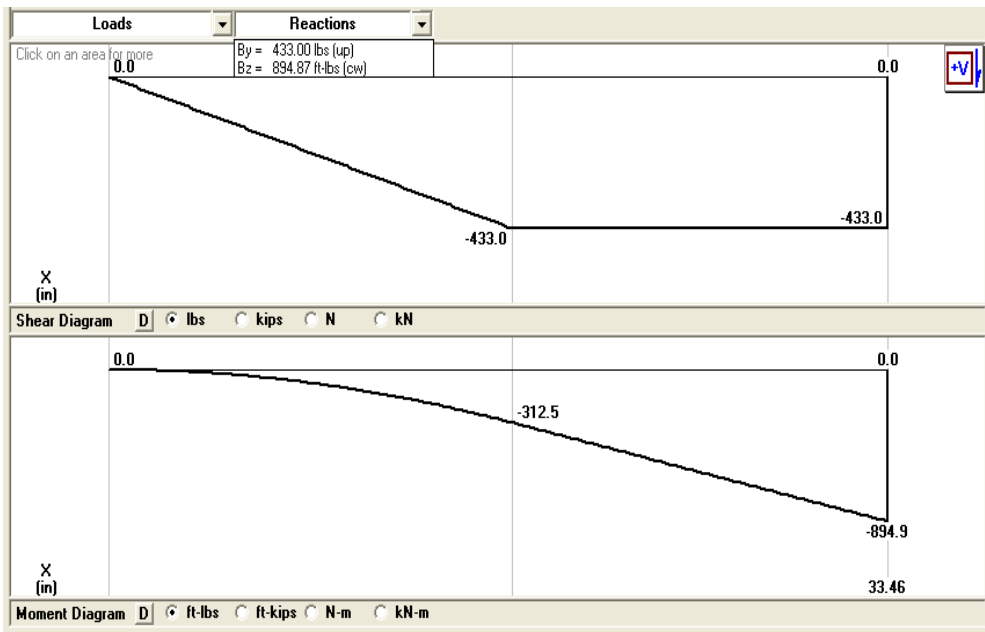


FIGURA1. 36 Diagrama de Esfuerzo Cortante y Momento de la Figura 1.36.

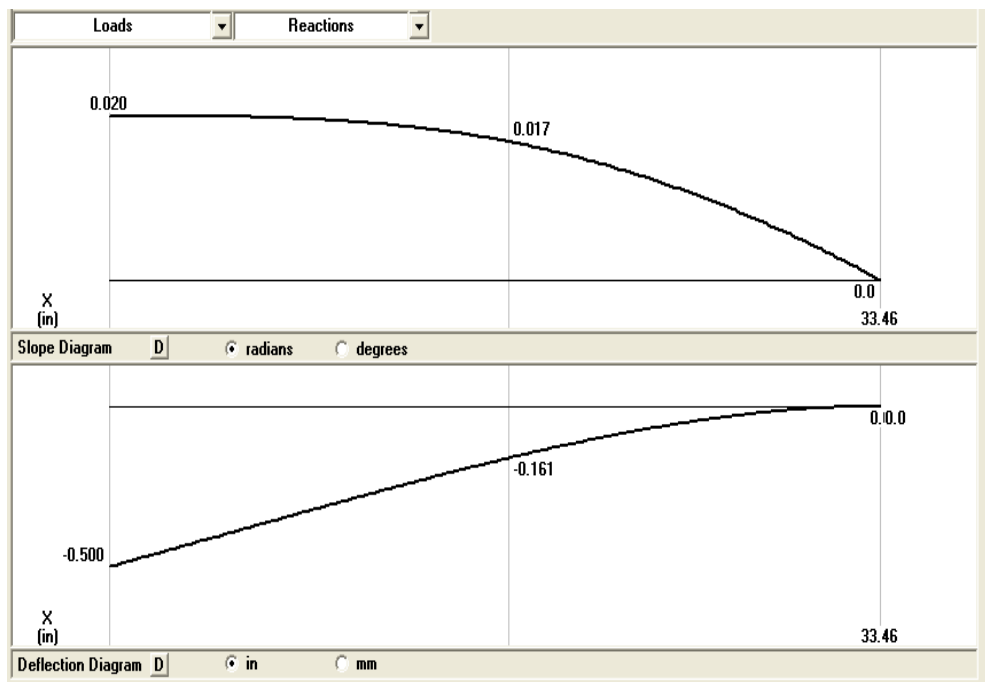


FIGURA1. 37 Diagrama de Ángulo y Deflexión de la Figura 1.36

Con la ayuda del software, se obtiene los diferentes diagramas de momento y flexión, con el fin de conseguir un análisis preciso, y garantizar que las vigas resistan todas las cargas a las que están expuestas.

1.6 CÁLCULO DE RODAMIENTOS.

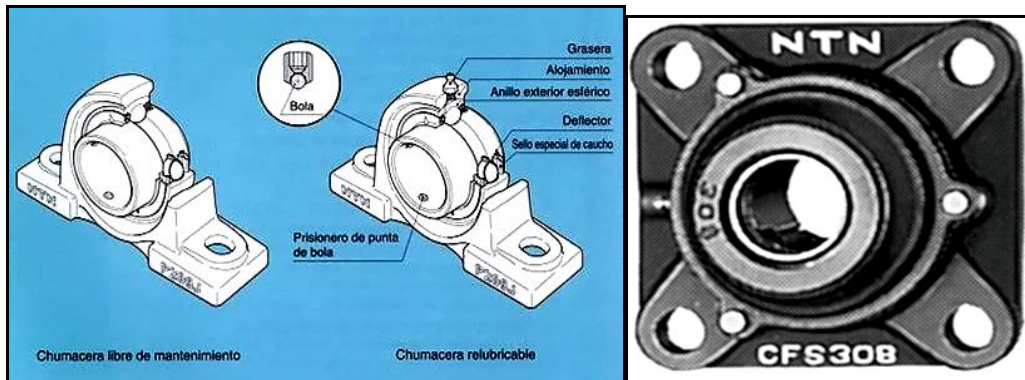


FIGURA 1. 38 Rodamientos en Chumaceras.

Para el cálculo de rodamientos se utiliza el catálogo de la marca NTN, como texto y fórmulas del mismo.¹³

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p$$

$$f_h = f_n * \left(\frac{C}{P}\right)$$

$$f_n = \left(\frac{33.3}{n}\right)^{1/p}$$

Nomenclatura	Significado	Descripción
Fh	Factor de vida	Puede ser calculado y obtenido en tablas.
N	Velocidad de rotación	Revoluciones de trabajo del motor.
Fn	Factor de velocidad.	Puede ser calculado y obtenido en tablas.
L10h	Vida nominal básica en horas.	Puede ser calculado y obtenido en tablas.
p = 3	Factor para rodamiento de bolas.	Catálogo
P	Carga dinámica equivalente.	Fuerza radial a la cual va hacer sometida.
C	Capacidad básica de carga dinámica.	Escogido dependiendo del diseño de carga (dinámica).

TABLA 1. 4 Descripción de la Nomenclatura de los elementos.

¹³ Catalogo de Rodamientos NTN, pág., A-40 a A-44, A-50 a A-52 Tablas B-8 a B-11

DATOS			
P1	72.12	Lb	Carga calculada en el diseño del eje
P2	45.05	Lb	Carga calculada en el diseño del eje
P3	269.66	Lb	Carga calculada en el diseño del eje
N	3440	Rpm	
D1	1	Pulg	Diámetro diseño del eje
D2	0.75	Pulg	Diámetro diseño del eje

TABLA1. 5 Datos Obtenidos en los cálculos.

Di	Capacidad básica de carga		Velocidad limite r. P. M	Vida nominal	Vida nominal	# de chumacera
	Cr	Cor	LB - LLB grasa	L10h (72.12 lb.)	L10h (269 lb.)	P 204
0.75	1790	1320	23000	15289.45	292.49	P 204
0.75	4000	2470	21000	170613.28	3263.85	P 204
0.75	6400	3700	19000	1314359.35	13368.74	P 204
0.75	7900	4500	18000	1314359.35	25143.84	P 204
0.75	9400	5050	18000	2214197.76	25143.84	P 204
0.75	12800	6650	16000	5590655.80	106949.88	P 204
0.75	15900	7900	14000	10715790.61	204994.30	P 204

TABLA1. 6 Diámetros de Rodamientos Rígidos de Bolas para ejes de ¾ pulg.

Di	Capacidad básica de carga		Velocidad limite r. P. M	Vida nominal	# de chumacera
	Cr	Cor	LB - LLB grasa	L10h	E 205
1	1930	1550	19000	78629.87	E 205
1	4300	2950	18000	869602.90	E 205
1	7050	4550	16000	6367589.24	E 205
1	8350	5100	15000	6367589.24	E 205
1	10100	5850	15000	11268853.56	E 205
1	14000	7850	13000	30012330.55	E 205
1	21200	10900	12000	104213311.62	E 205
1	34500	17500	10000	449130862.69	E 205

TABLA1. 7 Diámetros de Rodamientos Rígidos de Bolas para ejes de 1 pulg.

Los valores resaltados de las tablas, indican los códigos escogidos, para obtener la vida útil nominal de cada elemento, tomando en cuenta las diferentes cargas obtenidas en el diseño de ejes, hay que tener presente las dimensiones de los mismos.

El banco que se implementará, funcionará en conjunto con todos los elementos, para lo cual se procede a calcular la vida nominal media del funcionamiento total de los rodamientos.

P1	72.12	Lb	di = 0.75
P2	45.05	Lb	di = 1
P3	269.66	Lb	di = 0.75
Fn	0.21		Factor de velocidad visto en tabla.
P	3		Catálogo de rodillos de bolas.
E	1.11		Catálogo de rodillos de bolas.
Lm	vida media nominal		Cálculo de cada elemento.

TABLA1. 8 Datos de Resultados.

$$L_m = \frac{1}{\left(\frac{1}{(L_1)^e} + \frac{1}{(L_2)^e} + \frac{1}{(L_3)^e}\right)^{1/e}}$$

Ecuación (1.33)¹⁴

Lm =	2891.92 horas.
TIEMPO	2 años, 2 meses.

El tiempo de duración de los rodamientos, es de dos años y dos meses, con un mantenimiento periódico de engrase. El cálculo se lo debe realizar en función de horas laborables, que normalmente se consideran ocho horas diarias, a esto debe sumársele los ocho meses que dura el año lectivo.

¹⁴ Catalogo de Rodamientos NTN, Ecuación 5.6 pág. A-42

1.6.1 MATERIALES.

Mediante los resultados obtenidos, se procede a verificar los mejores materiales que existen en el mercado, los mismos que prestan la confiabilidad y resistencia del banco didáctico.

Estructura.

Los materiales utilizados para la construcción de la estructura son:

- Tubos cuadrados de 3 pulgadas de ancho, 2 milímetros de espesor y 6 metros de largo.
- Tubos rectangulares 75x30x2 Mm y 6 metros de largo.
- 10 Libras de soldadura 6011.
- 1 Tubo cuadrado de 1" espesor de 2mm y 6 metros de largo.
- 1 Plancha en rombo.
- 1 Tubo redondo poste 3/4" pulg y 6 metros de largo.

1.7 GRÀFICAS DEL BANCO DE PRUEBAS.

1.7.1 VISTA SUPERIOR.

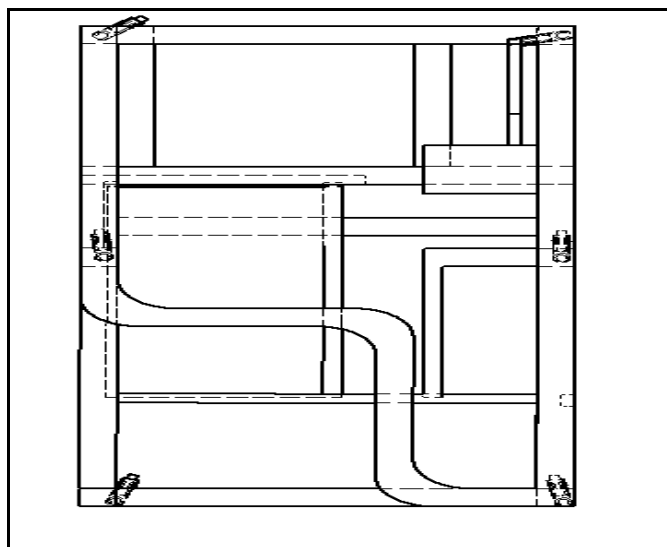


FIGURA1. 39 Vista superior de la Estructura del Banco didáctico

1.7.2 VISTA LATERAL.

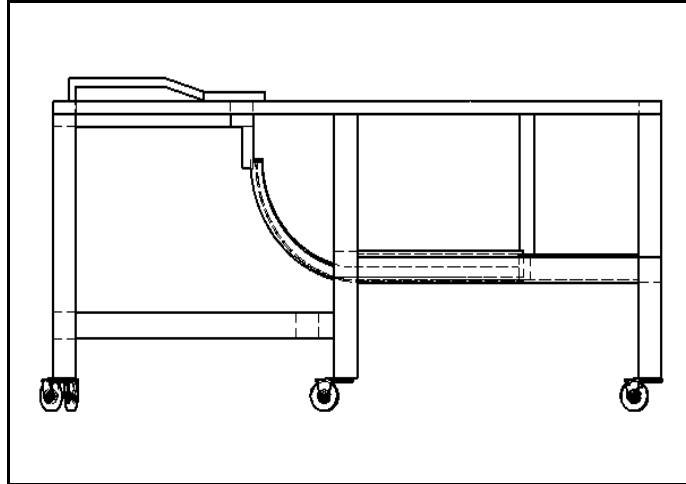


FIGURA1. 40 Vista Lateral

1.7.3 VISTA FRONTAL.

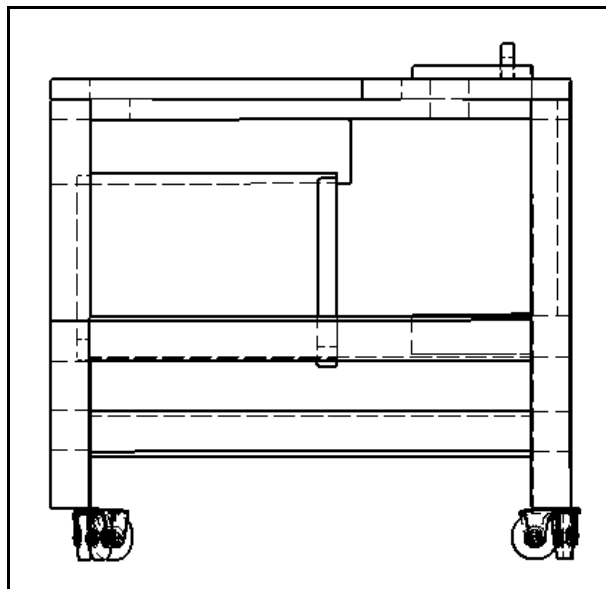


FIGURA1. 41 Vista Frontal

1.7.4 VISTA TOTAL DEL BANCO PRUEBAS.

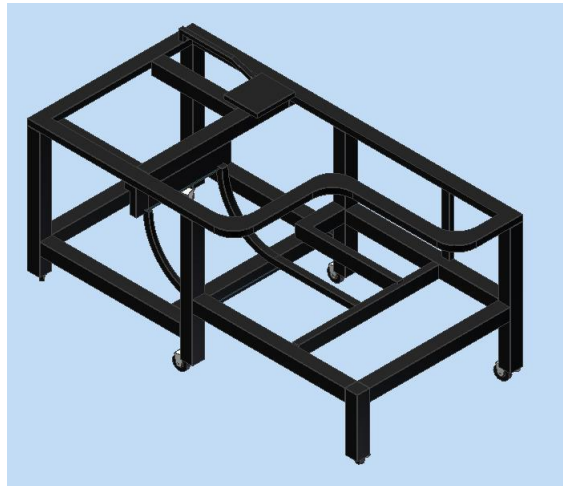


FIGURA1. 42 Banco en tres dimensiones



FIGURA1. 43 Banco en tres dimensiones

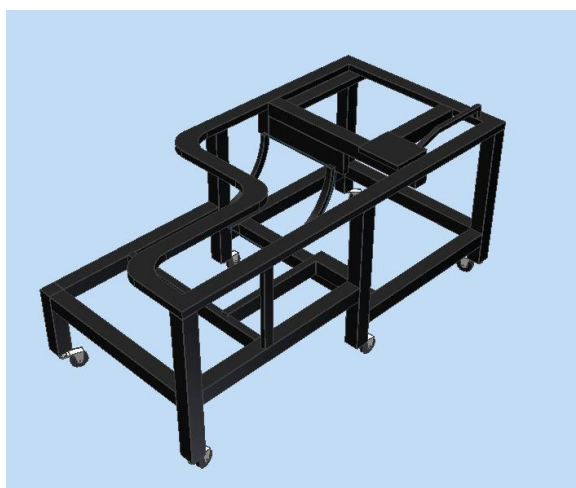


FIGURA1. 44 Banco en tres dimensiones



FIGURA1. 45 Banco didáctico terminado.

1.8 NORMATIVAS¹⁵

1.8.1 NORMATIVAS DE DISEÑO DEL BANCO DIDÁCTICO.

Las normativas que rigen, para el diseño y construcción de los elementos automotrices son **SAE¹⁶**, **ISO¹⁷**. Para las pruebas que se realice en este capítulo, existe sustento técnico.

1.8.2 NORMATIVAS MEDIOAMBIENTALES.¹⁸

El impacto ambiental que se puede generar al momento del armado o uso del banco didáctico, es mínimo, al analizar el funcionamiento del mismo se puede observar que la alimentación de la parte eléctrica, es generada por fuentes eléctricas, y no por motores de combustión

¹⁵ Dinámica del automóvil, autor LUQUE, bibliografía, todo este libro se basa en normativas Automotrices para análisis completo del auto.

¹⁶ **SAE** Sociedad de Ingenieros Automotrices.

¹⁷ **ISO** Organización internacional de estandarización.

interna, los cuales si generan impacto, puesto que los mismos funcionan con combustible que es un derivado del petróleo.

En vista que el banco esta implementado para el campo automotriz, también se basa en normativas ambientales en dicho campo, por lo cual citamos la siguiente norma, la misma que regula toda contaminación que se pueda generar, por este motivo también se lo analiza.

La normativa establecida por la ISO es 14000 GESTIÓN AMBIENTAL AUTOMOTRIZ.

En el Banco Didáctico no existe ningún tipo de emisión de gases nocivos o contaminantes.

Se utilizó materiales no contaminantes para la construcción de las piezas acopladas. Se empleó perfiles normalizados en el diseño para minimizar el gasto energético y económico debido a su fabricación, tomando en cuenta que estos materiales se pueden reciclar, como se mencionaran algunos de ellos a continuación:

- Tubos rectangulares
- Tubo cuadrado
- Plancha en rombo.
- Tubo redondo poste.

CAPÍTULO II

2 ANÁLISIS DE LA CAJA DE CAMBIOS Y DISPOSITIVOS DE CAPTACIÓN SE SEÑALES.

MISIÓN.

La caja de cambios tiene la misión de transmitir el movimiento que genera el motor, a los diferentes mecanismos diferenciales, provocando en los neumáticos giro de rotación.

2.1 CLASIFICACIÓN DE CAJA DE CAMBIOS.

Las cajas de cambio se clasifican en dos grandes grupos como son:

- Caja de Cambio Manual.
- Caja de Cambio Automática.

2.1.1 CAJAS DE CAMBIOS MANUALES.

En la caja de cambios manual el accionamiento se lo realizan de una manera mecánica, mediante varillaje o cables, este tipo de cajas están constituidas por piñones helicoidales, o piñones rectos, los más usados son los piñones helicoidales, porque en la interacción de los mismos son muy silenciosos, la finalidad general de la caja de cambios, es de transmitir el par proveniente del motor hacia las ruedas motrices, utilizando cualquier diseño de piñón o accionamiento.

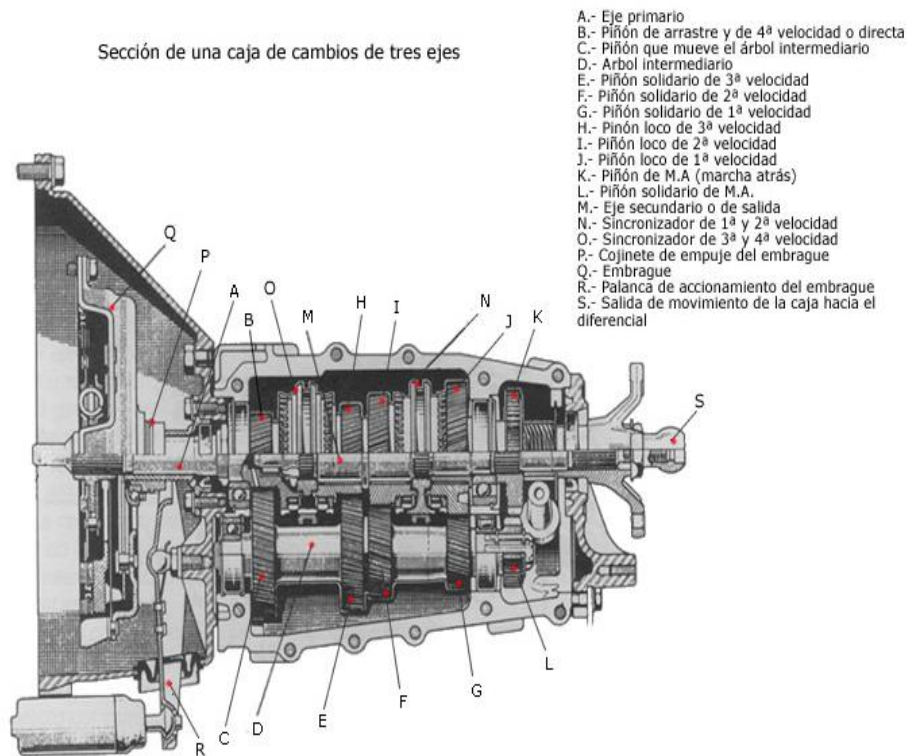


FIGURA2. 1Caja de Cambios Manual¹⁹.

LAS CAJAS MANUALES SE CLASIFICAN EN DOS GRUPOS.

- Caja Manual Longitudinal de Propulsión (En la parte Posterior).
- Caja Manual Transversal de Tracción (En la parte Delantera).

Caja Manual Longitudinal de Propulsión.

De tres ejes: Un eje primario recibe el par del motor a través del embrague y lo transmite a un eje intermediario, este a su vez lo transmite a un eje secundario de salida, coaxial con el eje primario, que acciona el grupo diferencial.

Los esfuerzos en los piñones son menores, por lo que el diseño de éstos puede realizarse en materiales de calidad media.

¹⁹ www.mecanicavirtual.org/images-caja-cambios/s..

Situación de la caja de cambios en un vehículo con motor delantero longitudinal y propulsión trasera

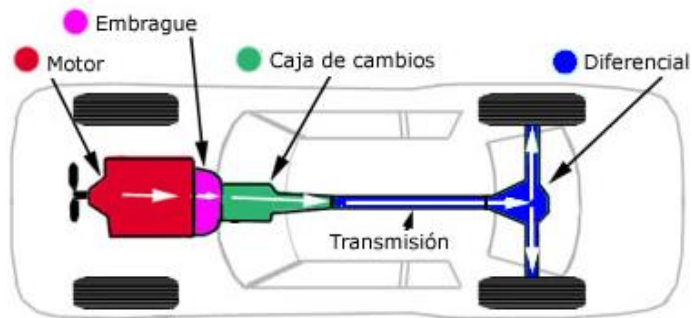


FIGURA2. 2 Caja Manual Longitudinal de Propulsión.

Caja de Cambio Manual Transversal de Tracción.

De dos ejes: un eje primario recibe el par del motor y lo transmite de forma directa a uno secundario de salida de par que acciona el grupo diferencial.

Situación de la caja de cambios en un vehículo con motor delantero transversal y tracción delantera

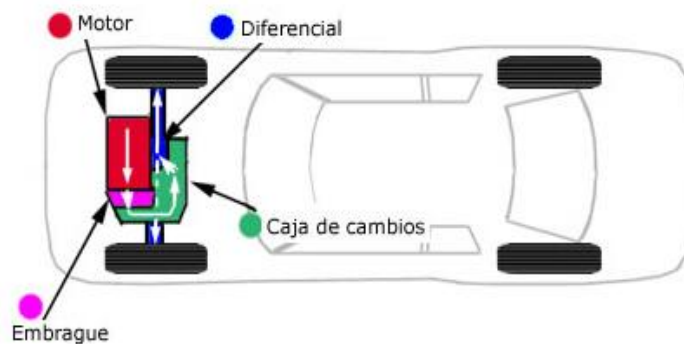


FIGURA2. 3 Caja de Cambio Manual Trasversal de Tracción.

2.1.2 LA CAJA DE CAMBIO AUTOMÁTICA.

Este tipo de caja de cambio automática se caracteriza, porque las distintas relaciones de cambio son seleccionadas en función de la velocidad del vehículo y del régimen del motor, sin que el conductor intervenga en la elección de la marcha requerida en cada momento.

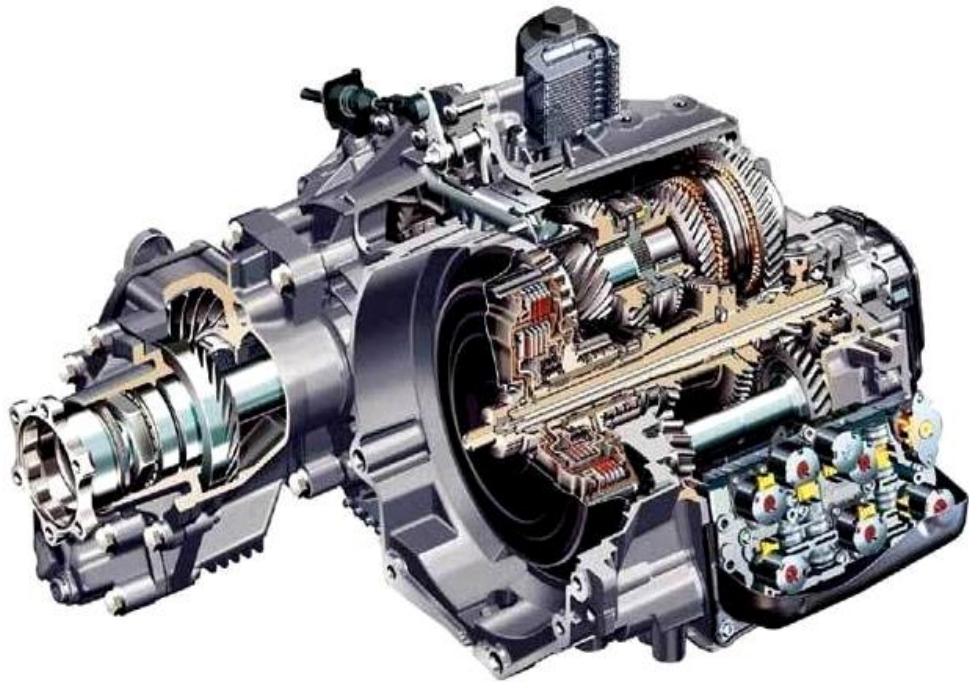


FIGURA2. 4 Caja de Cambios Automática.²⁰

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA CAJA DEL BANCO DE PRUEBAS.

Las principales características de la caja de cambios, en el presente estudio se enumeran de la siguiente manera:

- Tamaño versátil para espacios reducidos, factor importante para el diseño de la estructura.
- Peso muy liviana, primordial para escoger la viga de la estructura.

²⁰ <http://www.bmwfaq.com/f65/caja-de-cambio-automatica-como-funciona-246859/index2.html>.

- Piñones helicoidales silenciosos.
- Los piñones que utilizan estas cajas pueden ser utilizados en otros modelos de vehículos o viceversa, como son: Suzuki Forsa II, Chevrolet Forsa, Chevrolet Spark, Daewoo Tico entre otros.
- La caja de tracción delantera solo poseen dos ejes, esto es muy beneficioso ya que caja-diferencial, se reduce a un solo conjunto compacto para transmitir el movimiento.

2.2.1 GRÁFICA DE DESPIECE DE UNA CAJA DE CAMBIOS TRANSVERSAL.

En las siguientes figuras se proporciona un despiece completo de una caja de cambios transversal de dos ejes, cinco velocidades de avance y una de marcha atrás.

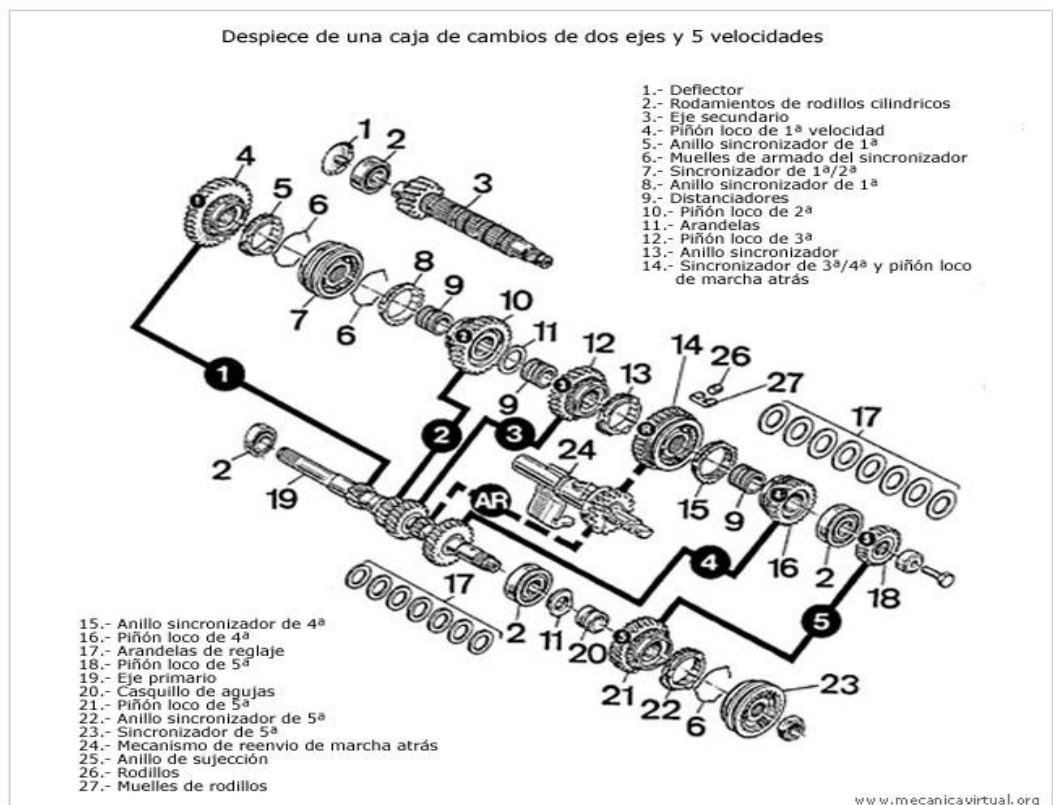


FIGURA2. 5 Despiece de la Transmisión.²¹

²¹ www.mecanicavirtual.org/caja-cambios2.htm.

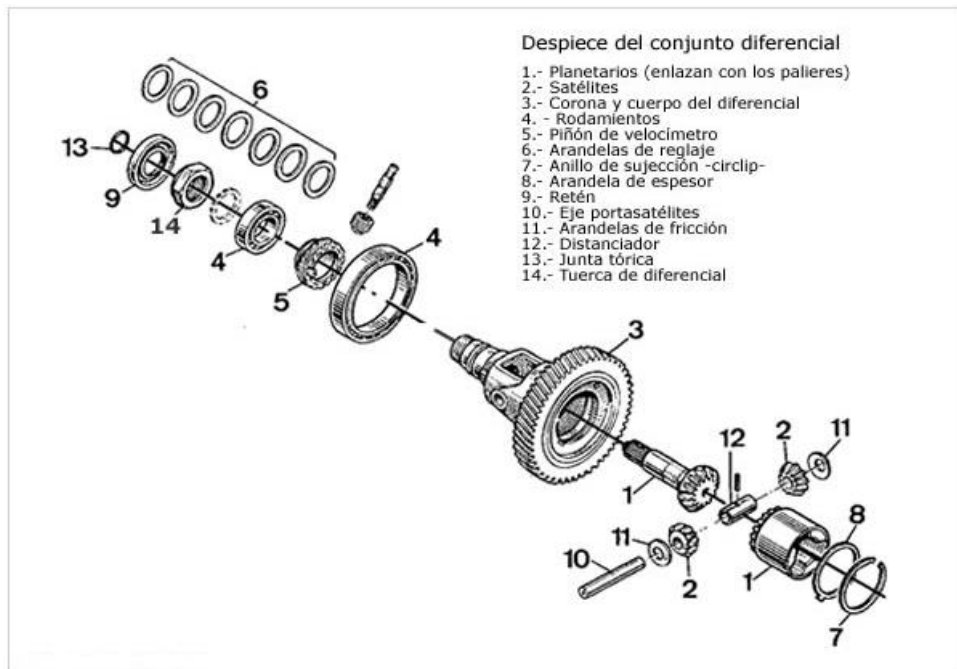


FIGURA2. 6 Despiece del Conjunto Diferencial.²²

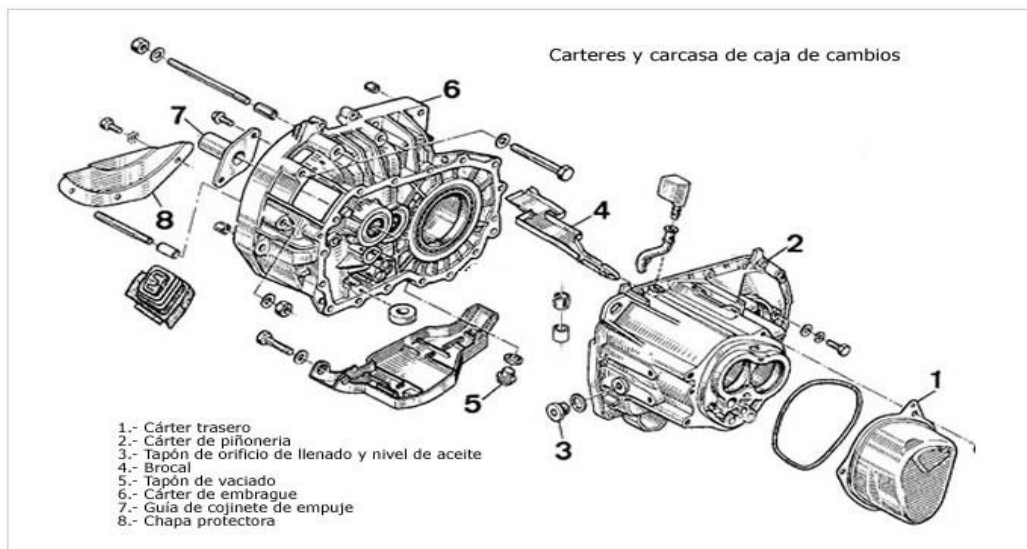


FIGURA2. 7 Carter y Carcasa de la Caja de Cambios.²³

²² www.mecanicavirtual.org/caja-cambios2.htm.

²³ www.mecanicavirtual.org/caja-cambios2.htm.

2.2.2 FUNCIONAMIENTO.

Funcionamiento de las Marchas:

La transmisión posee cinco velocidades de avance y una de marcha atrás, por medio de tres sincronizadores y dos ejes, el eje de entrada y el contra-eje.

Todas las velocidades de avance son de toma constante, y la de marcha atrás adopta la disposición del engranaje desplazable loco.

El sincronizador de baja velocidad y el sincronizador de alta velocidad están montados sobre el contra-eje. El sincronizador de baja velocidad se encuentra engranado con el engranaje de primera velocidad o el engranaje de segunda velocidad del contra-eje. El sincronizador de alta velocidad esta engranado con el engranaje de tercera velocidad o de cuarta velocidad.

El sincronizador de sobre directa del eje de entrada se encuentra engranado con el engranaje de quinta velocidad montado sobre el eje de entrada.

El engranaje final de salida, provoca la rotación del engranaje final y del conjunto del diferencial, girando a su vez los semiejes de mando acoplados a las ruedas delanteras.

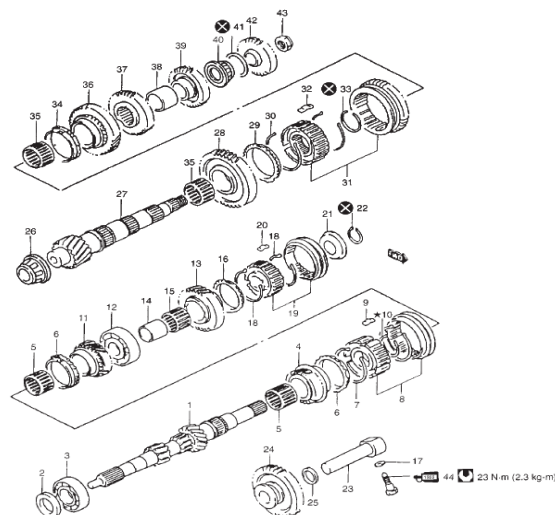


FIGURA 2. 8 Funcionamiento de las Marchas.²⁴

²⁴ Manual de Servicio, Suzuki SA310, Figura 7A-2, Pág. 7A-3.

2.2.3 SISTEMA DE MANDO DE LA CAJA DE CAMBIOS.

El control de cambios de velocidades que dispone el banco de pruebas, es el mismo que viene acoplado en el vehículo, el cuerpo del sistema de mando lo conforma una varilla de extensión que va acoplada a una junta de velocidades la cual selecciona el cambio asignado por la palanca de control.

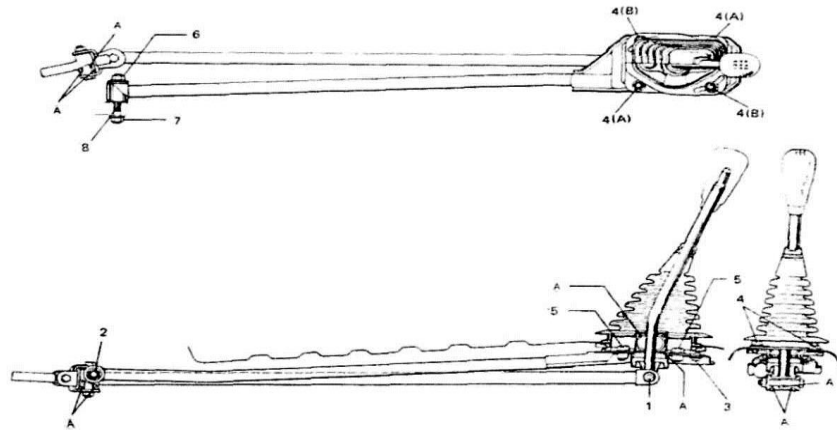


FIGURA2. 9 Posición Transversal del Control de Cambio de velocidades.²⁵

2.3 CÁLCULOS Y GRÁFICOS DE LA CAJA DE CAMBIOS TRANSVERSAL DEL SUZUKI FORSA I.

La representación gráfica de las diferentes marchas, se obtienen de una manera manual, obteniendo cálculos de los valores de desmultiplicación, de cada marcha de la caja de cambios, estos valores se encuentran en función del eje de entrada, con respecto a la salida.

$$\text{Relación de transmisión (rt)} = \frac{\text{Piñón conductor}}{\text{Piñón conducido}} \quad \text{Ecuación (2.1)}$$

²⁵ Manual de Servicio, Suzuki SA310, Figura 7A-16, Pag. 7A-10.

(rt) = Relación de transmisión.

Piñón Conductor (Z2)= Número de dientes del piñón conductor.

Piñón Conducido (Z1) = Número de dientes del piñón conducido.

NOTA: El Piñón conductor es el que trasmite el movimiento, y el piñón conducido es el que recibe el movimiento.

La transmisión por ruedas dentadas tiene la siguiente misión.

- Transmitir la fuerza motriz en (pares) de un eje a otro.
- Modificar el número de revoluciones por diferencia de tamaño en los diámetros de los piñones.

La transmisión mediante engranajes se obtiene:

Avance._ Es aumentar las revoluciones y disminuir el par de salida, con respecto a la entrada, esto se consigue con un engranaje de mayor diámetro y un engranaje más pequeño.

Reducción._ Es disminuir las revoluciones y aumentar el par.

Los cálculos de la relación de transmisión también se los obtienen mediante formulas:

Por las revoluciones de las ruedas dentadas.

$$rt = \frac{n_1}{n_2} \text{ Ecuación (2.2)}$$

rt = Relación de Transmisión.

n1= Revoluciones del piñón conductor.

n2= Revoluciones del piñón conducido.

El otro es por el número de dientes.

$$rt = \frac{z_2}{z_1} \text{ Ecuación (2.1)}$$

rt = Relación de transmisión.

Z1= Número de dientes del piñón conductor.

Z2= Números de dientes del piñón conducido.

2.3.1 DATOS TÉCNICOS DEL VEHÍCULO SUZUKI FORSA I.

MOTOR	
TIPO :	G10A SOHC
POSICIÓN :	TRANSVERSAL
DESPLAZAMIENTO :	993 CC
NO. CILINDROS:	3 EN LINEA
DIÁMETRO POR CARRERA :	74 X 77 MM
POTENCIA NETA (DIN):	53 HP / 5.700 RPM
TORQUE NETO (DIN):	7.7 KG-M (76 N-M) / 3,300 RPM
RELACIÓN DE COMPRESIÓN :	9.5 : 1
COMBUSTIBLE :	GASOLINA

TABLA 2. 1 Datos técnicos del motor.²⁶

²⁶ Ver Anexo 1.1

TRANSMISIÓN	
TIPO :	MONO DISCO SECO
ACCIONAMIENTO :	(MECÁNICO)
CAJA DE CAMBIOS	
TIPO :	MANUAL 5 VELOCIDADES Y REVERSA
RELACIONES :	- 1A. 3.416
	- 2A. 1.894
	- 3A. 1.280
	- 4A. 0.914
	- 5A. 0.757
	- REV. 2.916
SINCRONIZACIÓN :	1a. A 5a.
PALANCA DE CAMBIOS :	Al Piso
RELACIÓN DE EJE :	4.388 : 1

TABLA 2. 2 Datos Técnicos de la Caja.²⁷

2.3.2 CÁLCULOS CON RESPECTO AL PERÍMETRO DE LA RUEDA.

Las gráficas se obtienen mediante los respectivos cálculos, partiendo de los datos del fabricante.

TRANSMISIÓN	
TIPO :	MONO DISCO SECO
ACCIONAMIENTO :	(MECÁNICO)
CAJA DE CAMBIOS	
TIPO :	MANUAL 5 VELOCIDADES Y REVERSA

²⁷ Ver Anexo 1.1

RELACIONES :	- 1A. 3.416
	- 2A. 1.894
	- 3A. 1.280
	- 4A. 0.914
	- 5A. 0.757
	- REV. 2.916
SINCRONIZACIÓN :	1a. A 5a.
PALANCA DE CAMBIOS :	Al Piso
RELACIÓN DE EJE :	4.388 : 1

TABLA 2. 3 Datos de Relación de Transmisión de la Caja.²⁸

2.3.2.1 CÁLCULO PARA UN VEHÍCULO SUZUKI FORSA I.

Relación Total de Desmultiplicación total.

$$R_t = \text{Relación de la velocidad} \times \text{relación de grupo} \quad \text{Ecuación (2.3)}$$

R_t= Relación Total.

rv= Relación de la velocidad.

rg= Relación del grupo (Cono- Corona).

$$R_{t1} = 3.416 \times 4.388 = 14.989$$

$$R_{t1} = 1.894 \times 4.388 = 8.311$$

$$R_{t1} = 1.280 \times 4.388 = 5.617$$

$$R_{t1} = 0.914 \times 4.388 = 4.011$$

²⁸ Ver Anexo 1.1

$$R_{t1} = 0.757 \times 4.388 = 3.322$$

$$R_{tMA} = 2.916 \times 4.388 = 12.795$$

Perímetro de la Llanta de un vehículo normal.

$$Serie = \frac{Anchura\ de\ la\ sección}{Anchura\ nominal} \times \% = Ancho\ del\ perfil \quad \text{Ecuación (2.4)}$$

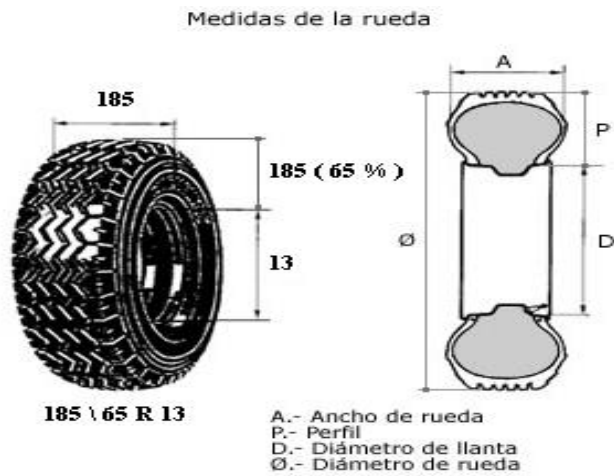


FIGURA 2.11 Medidas de la Rueda.

$$X = \frac{Serie \times Anchura\ nominal}{\%} \quad \text{Ecuación (2.4)}$$

X= Ancho del Perfil.

Serie = Perfil de la llanta.

Anchura Nominal= Ancho de la llanta.

$$X = \frac{65 \times 185}{100} = 12 \text{ Cm}$$

$$\text{\textcircled{O}llanta} = \text{Número de Pulg de la llanta} \times 25.4 \quad \text{Ecuación (2.5)}$$

$$\text{\textcircled{O}llanta} = 13 \times 25.4 = 330,2 \text{ mm} = 33,02 \text{ cm}$$

$$\text{Radio} = \frac{1}{2} \text{ llanta} + \text{Ancho del perfil} \quad \text{Ecuación (2.6)}$$

$$\text{Radio} = 16.5 + 12 = 28,5 \text{ cm}$$

$$\text{Perímetro de la rueda (P}_r\text{)} = 2\pi \cdot r \quad \text{Ecuación (2.7)}$$

$$\text{Perímetro de la rueda (P}_r\text{)} = 2\pi \times 28.5 \text{ cm} = 179.13 \text{ cm.}$$

CÁLCULO DE VELOCIDAD.

$$\text{Cálculo de Velocidad} = \frac{\text{RPM} \times \text{Perímetro de la rueda (m)} \times 60 \text{ (h)}}{\text{Desmultiplicación Total} \times 1000 \text{ (Km)}}$$

$$\text{Ecuación (2.8)}$$

V= Velocidad de cada cambio.

Rpm= Revoluciones del motor.

(Pr)= Perímetro de la rueda.

(Rt)= Relación Total.

Constantes= 60h, 1000km.

$$V_{V1} = \frac{1100 \times 1.79 \times 60}{14.989 \times 1000} = 7.88 \text{ km/h}$$

$$V_{V2} = \frac{1100 \times 1.79 \times 60}{8.311 \times 1000} = 14.21 \text{ km/h}$$

$$V_{V3} = \frac{1100 \times 1.79 \times 60}{5.617 \times 1000} = 21.03 \text{ km/h}$$

$$V_{V4} = \frac{1100 \times 1.79 \times 60}{4.011 \times 1000} = 29.45 \text{ km/h}$$

$$V_{V5} = \frac{1100 \times 1.79 \times 60}{3.322 \times 1000} = 35.56 \text{ km/h}$$

$$V_{VMA} = \frac{1100 \times 1.79 \times 60}{12.795 \times 1000} = 9.23 \text{ km/h}$$

GRÁFICAS DE VELOCIDADES.

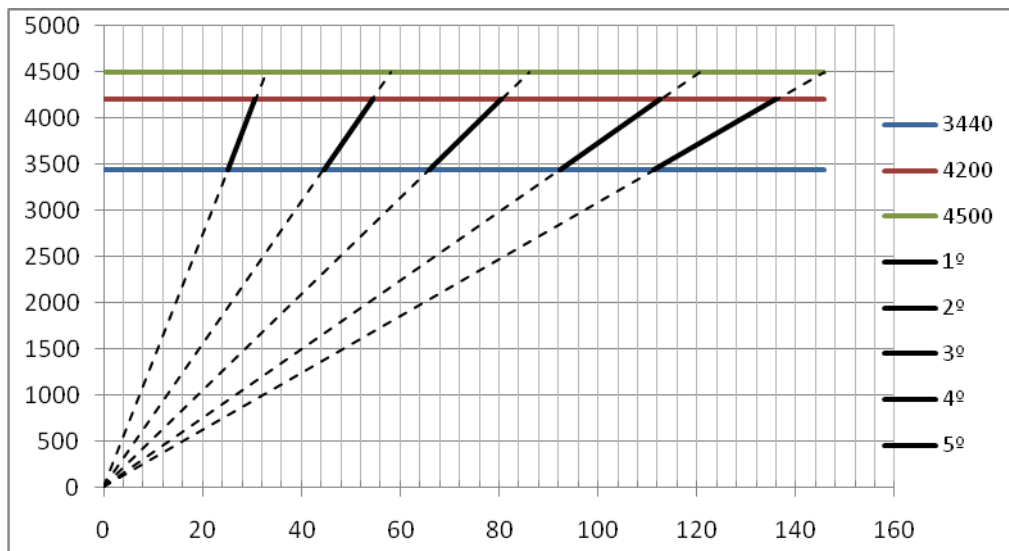


FIGURA 2. 10 Curva de Velocidades del Vehículo.

2.3.2.2 CÁLCULO CON RESPECTO AL BANCO DE PRUEBAS.

Relación Total de Desmultiplicación total.

$$R_t = \text{Relación de la velocidad} \times \text{relación de grupo}$$

R_t= Relación Total.

rv= Relación de la velocidad.

rg= Relación del grupo (Cono- Corona).

$$R_{t1} = 3.416 \times 4.388 = 14.989$$

$$R_{t1} = 1.894 \times 4.388 = 8.311$$

$$R_{t1} = 1.280 \times 4.388 = 5.617$$

$$R_{t1} = 0.914 \times 4.388 = 4.011$$

$$R_{t1} = 0.757 \times 4.388 = 3.322$$

$$R_{tMA} = 2.916 \times 4.388 = 12.795$$

Perímetro de la llanta.

$$\text{Serie} = \frac{\text{Anchura de la sección}}{\text{Anchura nominal}} \times \% = \text{Ancho del perfil}$$

Ecuación (2.4)

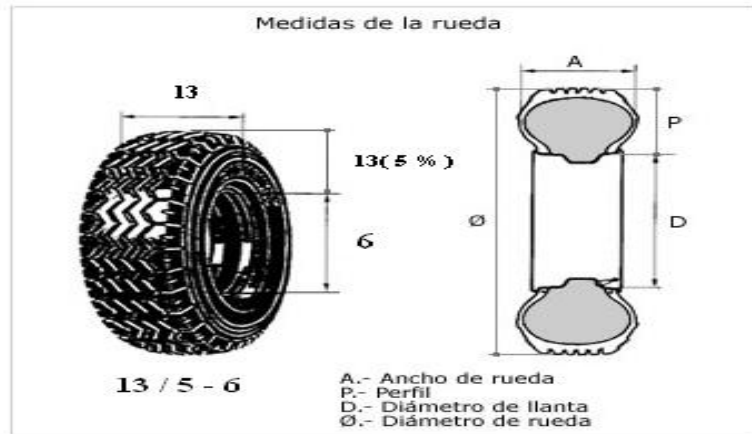


FIGURA 2. 11 Medidas de la rueda.

$$X = \frac{\text{Serie} \times \text{Anchura nominal}}{\%}$$

X= Ancho del Perfil.

Serie= Perfil de la llanta.

Anchura Nominal= Ancho de la llanta.

$$X = \frac{5 \times 13}{100} = 0,65 \text{ cm}$$

$$\text{Øllanta} = \text{N}^\circ \text{ Pulg de la llanta} \times 25.4 \quad \text{Ecuación (2.5)}$$

$$\text{Øllanta} = 6 \times 25.4 = 152,4 \text{ mm} = 15,24 \text{ cm}$$

$$\text{Radio} = \frac{1}{2} \text{ llanta} + \text{Ancho del perfil} \quad \text{Ecuación (2.6)}$$

$$\text{Radio} = 7,62 + 0,65 = 8.27 \text{ cm}$$

$$\text{Perímetro de la rueda } (P_r) = 2\pi \cdot r \quad \text{Ecuación (2.7)}$$

$$\begin{aligned} \text{Perímetro de la rueda } (P_r) &= 2\pi \times 8,27 \text{ cm} \\ &= 51,96 \text{ cm} \end{aligned}$$

CÁLCULO DE VELOCIDAD

$$X = \frac{\text{Serie} \times \text{Anchura nominal}}{\%}$$

X= Ancho del Perfil.

Serie= Perfil de la llanta.

Anchura Nominal= Ancho de la llanta.

$$X = \frac{5 \times 13}{100} = 0,65 \text{ cm}$$

$$\varnothing \text{llanta} = N^\circ \text{ Pulg de la llanta} \times 25.4$$

Ecuación (2.5)

$$\varnothing \text{llanta} = 6 \times 25.4 = 152,4 \text{ mm} = 15,24 \text{ cm}$$

$$\text{Radio} = \frac{1}{2} \text{ llanta} + \text{Ancho del perfil} \quad \text{Ecuación (2.6)}$$

$$\text{Radio} = 7,62 + 0,65 = 8.27 \text{ cm}$$

$$\text{Perímetro de la rueda } (P_r) = 2\pi \cdot r \quad \text{Ecuación (2.7)}$$

$$\text{Perímetro de la rueda } (P_r) = 2\pi \times 8,27 \text{ cm} = 51,96 \text{ cm}$$

GRÁFICAS DE VELOCIDADES.

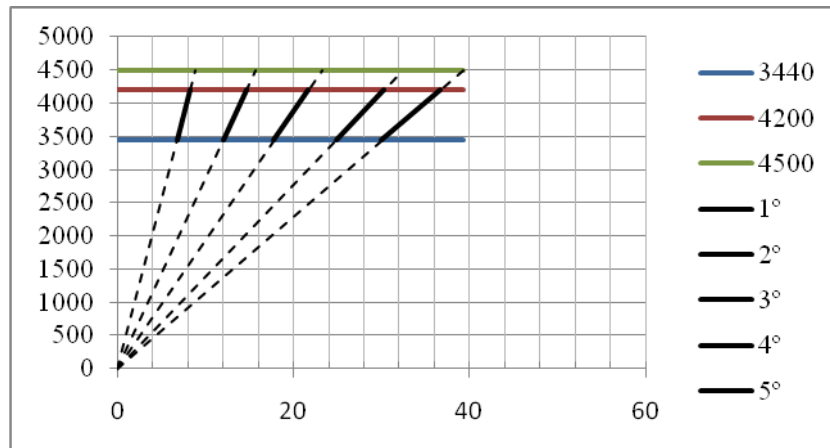


FIGURA2. 12 Velocidades del Banco de Pruebas.

2.4 EMBRAGUE.

Este dispositivo está situado en la caja de cambios del banco de pruebas con la finalidad de transmitir la energía mecánica del motor eléctrico, como también, con este mecanismo se puede seleccionar cada una de las marchas, permitiendo engranar o desengranar los piñones de una manera suave y progresiva.

MISIÓN.

El embrague es un sistema que permite transmitir o interrumpir el movimiento del motor, a los elementos de transmisión, en una manera progresiva.

CONSTITUCIÓN.

El embrague está constituido por tres subconjuntos:

- Plato de presión.
- Disco de embrague.
- Rodillo separador.

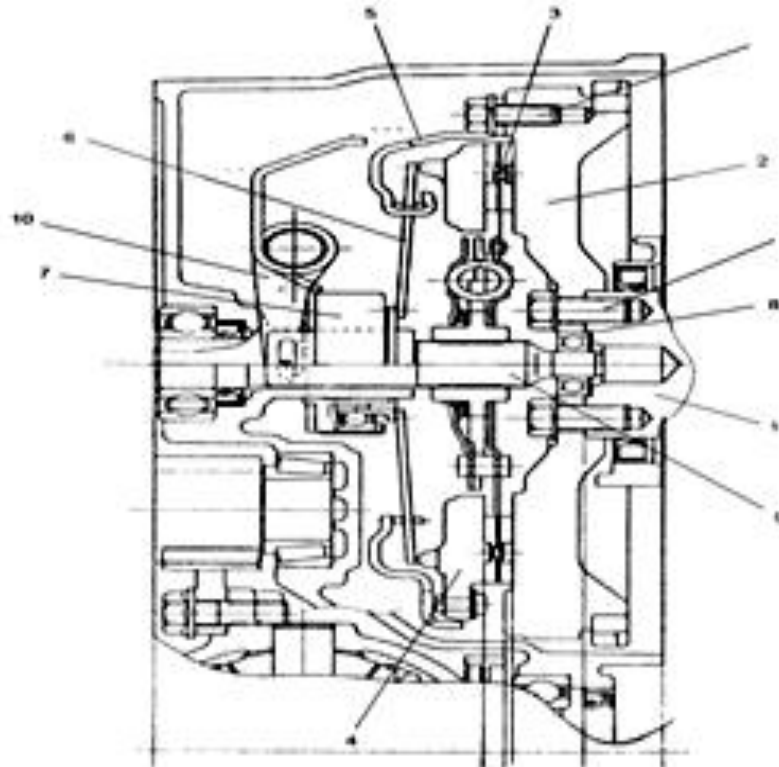


FIGURA2. 13 El Embrague de Resorte y Diafragma.²⁹

2.4.1 CLASIFICACIÓN.

Existen algunos sistemas de embragues, que cumplen la misma función de transferir el torque del motor a los ejes motrices, entre su clasificación tenemos.

- Embragues de fricción accionados por el conductor.
- Embragues hidráulicos de desconexión automática.

²⁹ Manual de Servicio, Suzuki RA410, Pag. 7C-2.

2.4.2 PRINCIPIOS BÁSICOS DE FUNCIONAMIENTO.

La cubierta del embrague se sujeta al volante por medio de los pernos, sosteniendo al resorte de diafragma, de manera que el borde periférico del resorte empuje al plato de presión contra el volante, cuando este retiene el cojinete de desembrague.

Al pisar el pedal del embrague, el cojinete de desembrague avanza y presiona sobre los extremos de los dedos del resorte de diafragma, haciendo que el plato de presión se aleje del volante, interrumpiéndose así el flujo de mando que comunica desde el volante hasta el eje de entrada de la transmisión, a través del disco de embrague.

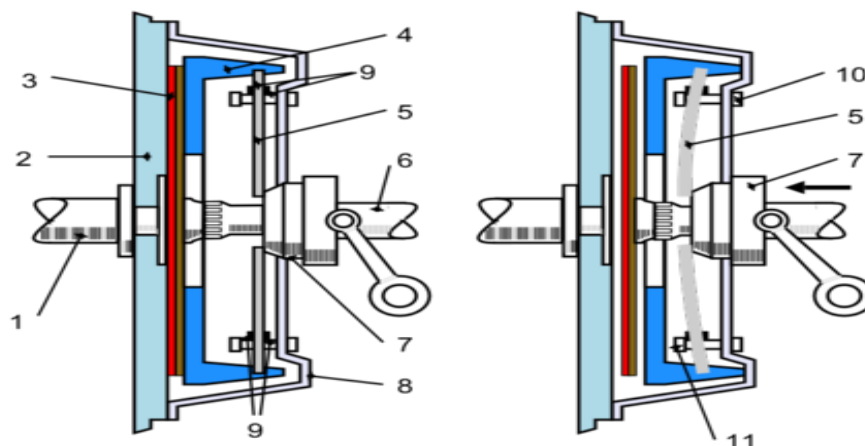


FIGURA2. 14 Funcionamiento del Embrague.³⁰

2.5 SENSOR DE REVOLUCIONES.

Los sensores nos permiten captar las revoluciones de los ejes, ya sea de entrada como de salida, tomando en cuenta las especificaciones técnicas de funcionamiento.

³⁰ www.mecanicavirtual.org



FOTOGRAFÍA 2. 1 Sensor de Revolución.

2.5.1 CARACTERÍSTICAS DEL SENSOR DE REVOLUCIONES.

El sensor de revoluciones, es de tipo inductivo, que genera una onda alterna producida por el faltante de un diente en su rueda fónica de exaltación, este sensor está formado por tres pines de conexión, los mismos que corresponde a masa, voltaje y señal, el cable de masa tiene un recubrimiento especial para evitar transferencias parásitas.

2.5.2 COMPROBACIONES DEL SENSOR DE REVOLUCIONES.

Las comprobaciones que se realizan son las siguientes:

La resistencia corresponde a un rango de 250 a 1500 Ohmios.

El aislamiento al conectar el multímetro es una resistencia al infinito.

Nota: La rueda fónica debe estar a una distancia de 0.6 a 1.2 milímetros del sensor, este es el rango de captación según el fabricante.

2.5.3 CONSTITUCIÓN DEL SENSOR DE REVOLUCIONES.

Los elementos se encuentran en un cuerpo metálico o plástico, los terminales de la bobina están conectados a tres pines del conector exterior, de los cuales se obtiene la señal generada.

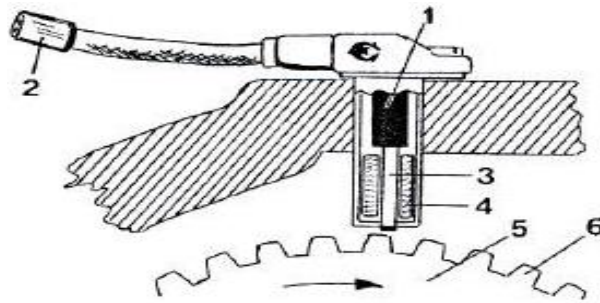


FIGURA2. 15 Sensor Inductivo y Rueda Fónica.³¹

1. Imán permanente.
2. Núcleo de hierro.
3. Bobina.
4. Señal móvil de Fase.
5. Rueda.
6. Dentado.

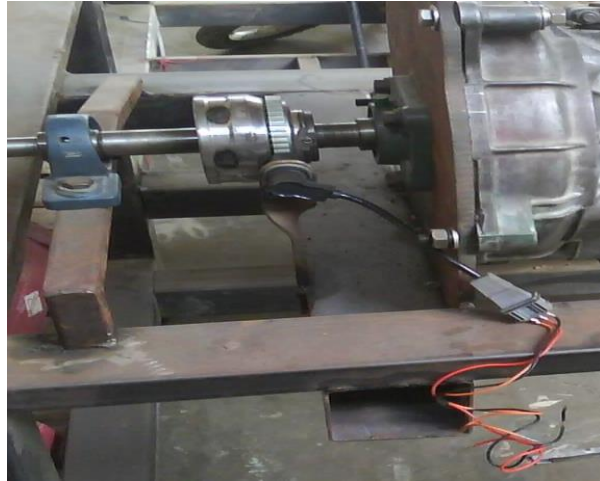
2.5.4 UBICACIÓN DEL SENSOR EN EL BANCO DE PRUEBAS.

La ubicación de los dos sensores en el banco de pruebas están estratégicamente colocados, uno en el eje de entrada, para la captación del giro del motor eléctrico y el otro se encuentra colocado en el eje de salida del palier para captar las revoluciones de salida de la caja de cambios.

2.5.4.1 SENSOR ENTRADA.

El sensor de entrada capta las revoluciones cuando existe el giro del eje de entrada de la caja de cambios, que es transmitida el movimiento por el motor eléctrico.

³¹ <http://www.cise.com>



FOTOGRAFÍA 2. 2 Sensor de Señal de Entrada.

2.5.4.2 SENSOR SALIDA.

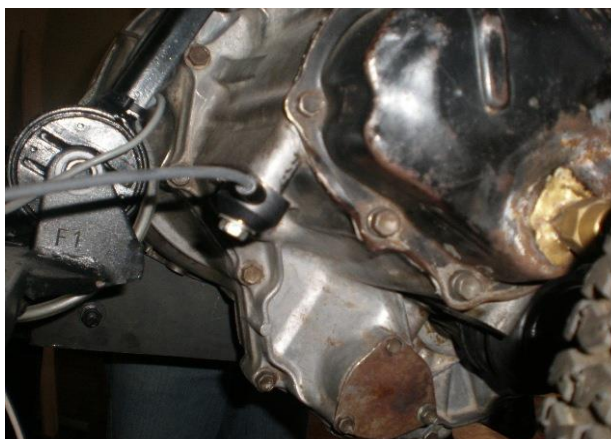
El sensor capta las revoluciones de salida de la caja de cambios, según la marcha establecida.



FOTOGRAFÍA 2. 3 Sensor de Señal de Salida.

2.6 CAPTADORES DE RUIDO.

La finalidad de este sensor en el banco de pruebas, es obtener las señales de ruido generadas dentro de la caja de cambios, obteniéndose por una mala maniobra al momento de seleccionar el cambio o al producirse una falla mecánica en la caja de cambios.



FOTOGRAFÍA 2. 4 Sensor de Ruido.

2.6.1 FUNCIONAMIENTO.

El funcionamiento del sensor se basa en el efecto piezoeléctrico que se produce en ciertos cristales al producirse una deformación mecánica, generando una tensión eléctrica.

La conexión eléctrica se realiza mediante dos conductores blindados (bajo malla), el principal conduce la señal producida en voltios y el restante va a una toma a masa.

2.6.2 COMPROBACIÓN.

La comprobación se realiza de la siguiente manera.

- **Con un osciloscopio.**_ Para la comprobación del sensor consiste en conectar un terminal de prueba en el canal A del equipo de diagnóstico comúnmente conocido como osciloscopio, coloque una pinza de lagarto grande y negra en el terminal de pruebas con la moldura negra (negativo) y una sonda de acupuntura o multitestester en el terminal de pruebas con la moldura roja (positivo). Coloque la pinza de lagarto negra en el terminal negativo de la batería y conecte la sonda al sensor de golpeteo con la sonda de acupuntura o multitestester.

Las dos conexiones incluyen el retorno a la toma de tierra y la salida autogenerada de los sensores. Es la segunda de las dos conexiones la que debe realizarse.

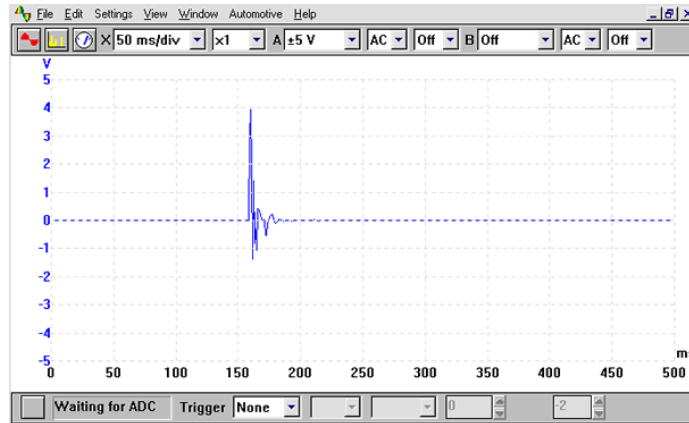


FIGURA2. 46 Forma de onda del sensor de ruido.

La frecuencia del sensor es de aproximadamente. 15 kHz. Puesto que la respuesta del sensor es muy rápida, debe configurarse una escala temporal adecuada, en el caso de la forma de onda del ejemplo, entre 0 y 500 ms. y una escala de 0 a 5 voltios. El mejor modo de comprobar un sensor de ruido es extraer el sensor de la ubicación del mismo y producir ligeramente un impacto con una llave pequeña, la forma de onda resultante debería ser similar al ejemplo mostrado.

NOTA:- Al volver a colocar el sensor, apriete hasta el par correcto (2 kgf); un apriete excesivo podría dañar el sensor.

2.6.3 UBICACIÓN DEL SENSOR DE RUIDO.

El sensor de ruido va ubicado en la carcasa de la caja de cambios para que perciba las vibraciones ocasionadas por los engranajes, generando una señal de corriente continúa.



FOTOGRAFÍA 2. 5 Sensor de Ruido.

2.7 SENSOR DE TEMPERATURA TERMOCUPLA TIPO “J”.

La termocupla es un dispositivo que consiste en dos láminas de metal, que producen voltaje en función de la diferencia de temperatura del lugar donde exista la medición, son relativamente económicas, capaces de medir rangos amplios de temperatura.



FIGURA 2. 47 Sensor de Temperatura Termocupla tipo “J”.³²

³² . www.teksor.com.ar/img/productos/term1.gif

CAPÍTULO III

3 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL BANCO DE PRUEBAS.

INTRODUCCIÓN.

En el presente capítulo se realiza pruebas de funcionamiento de la caja de cambios, como las gráficas de las diferentes marchas de la caja, con sus respectivos cálculos, y comprobaciones en el programa antes señalado, y así mismo demostrar que los cálculos realizados en la teoría, correspondan con los resultados generados en la práctica del banco didáctico, lógicamente cumpliendo con un margen de error por parte de la mecánica funcional.

Las diferentes pruebas, se analizarán con distintos datos, lo que permitirá obtener los diferentes diagramas, para su posterior análisis.

Para los cálculos correspondientes en este capítulo, se aplica las fórmulas expuestas en el capítulo II.

OBJETIVO

Comparar la diferencia que existe mediante los cálculos de la teoría expuesta en las aulas y las pruebas generadas en las prácticas, en donde; el estudiante pueda visualizar los diagramas de velocidades y comprobar la teoría dada. Sucesivamente contribuir con el docente con la elaboración de esta herramienta didáctica que hará mejorar el desarrollo estudiantil en el auge del campo automotriz.

3.1 PRUEBAS REALIZADAS EN EL BANCO PRUEBAS.

3.1.1 DATOS TÉCNICOS DEL FABRICANTE³³.

Los datos técnicos del fabricante hacen de referencia como modelo patrón, para comparar con los resultados que genere el banco didáctico.

³³ Anexo 1.1

TRANSMISIÓN	
TIPO :	MONO DISCO SECO
ACCIONAMIENTO :	(MECÁNICO)
CAJA DE CAMBIOS	
TIPO :	MANUAL 5 VELOCIDADES Y REVERSA
RELACIONES :	- 1A. 3.416
	- 2A. 1.894
	- 3A. 1.280
	- 4A. 0.914
	- 5A. 0.757
	- REV. 2.916
SINCRONIZACIÓN :	1a. A 5a.
PALANCA DE CAMBIOS :	Al Piso
RELACIÓN DE EJE :	4.388 : 1

TABLA 3. 1 Datos técnicos de la caja de cambios.

LLANTAS Y RINES	
LLANTAS :	165/70 R 13
RINES :	3 X 4.5 J
NO. DE HUECOS RIN :	4

TABLA 3. 2 Datos técnicos de la rueda.

3.1.2 RESULTADOS OBTENIDOS.

En la tabla 3.3 se observa los datos de los cálculos que se realizó, basándose en la teoría investigada, como son: relación transmisión de caja, la relación total del grupo diferencial, (par o torque, velocidad) del neumático y revoluciones por minuto de la rueda, a la máxima potencia del motor, para luego comprobar y analizar con el ensayo práctico, y demostrar lo propuesto. Se considera que la práctica en el banco, se realizará a revoluciones máximas del motor eléctrico que se implementó en el banco didáctico.

Considerando que para la prueba y cálculo se utiliza la potencia y torque máximo, a 1500 y 868 revoluciones por minuto.

MARCHA	rt (caja cambios)	rt (diferencial)	rT	n° rpm a Pmax.	Velocidad (Km/h)	Par de rueda
1	0,293	0,228	0,0668	100,21	10,77	293,40
2	0,528	0,228	0,1203	180,58	19,40	162,81
3	0,781	0,228	0,1780	267,10	28,70	110,07
4	1,094	0,228	0,2494	374,15	40,21	78,58
5	1,321	0,228	0,3011	451,78	48,55	65,33

TABLA 3. 3 Resultados calculados por datos del fabricante.³⁴

3.1.2.1 PRACTICA #1

OBJETIVO:

Comparar los resultados generados por la práctica, con los resultados calculados con los datos técnicos del fabricante.

PROCEDIMIENTO:

- Ingresar datos para la prueba.

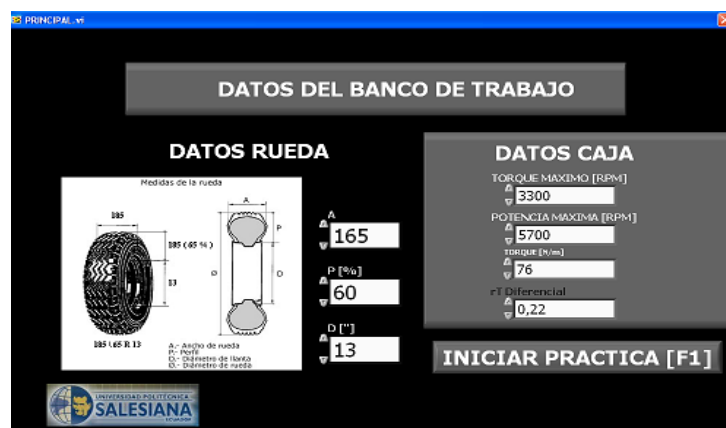


FIGURA 3. 1 Ingreso de datos.

³⁴ Anexo 1.1

- Proceder a colocar la primera marcha de la caja de transmisión, luego se presiona progresivamente el pedal del acelerador.

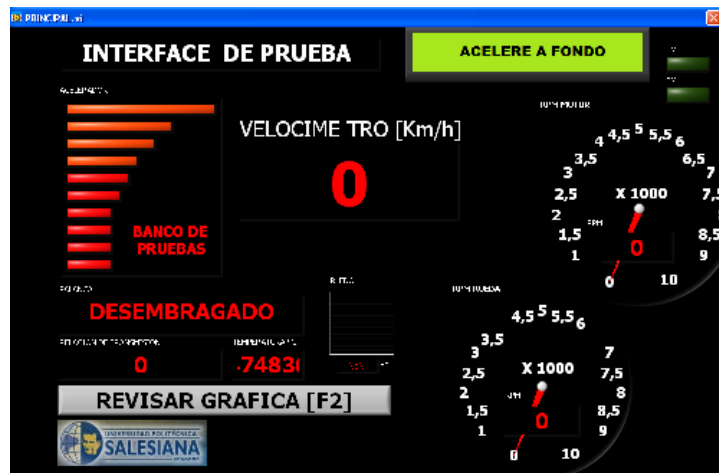


FIGURA 3. 2 Inicio de la prueba de primera marcha.

- La prueba se debe realizar desde 0 revoluciones por minuto (r.p.m.) del motor eléctrico hasta llegar a las revoluciones del torque y potencia máxima que indica el fabricante o el que se haya ingresado, en la primera pantalla de ingreso de datos, en la presente prueba los datos ingresados son: 1500 revoluciones por minuto (r.p.m.) de potencia máxima y 868 revoluciones por minuto (r.p.m.) de torque máximo.
- Se da a conocer que solo llegando a los limites de torque y potencia máxima, el programa va a generar las gráficas que se visualizarán en la figura 3.4, para que el estudiante tenga una mayor facilidad al momento de realizar las pruebas, existen unos indicadores de luz testigo que le indicará si ha superado los rangos establecidos para cada práctica, como se observa a la derecha de figura 3.3 donde se denota de color verde y siglas PM Y TM.

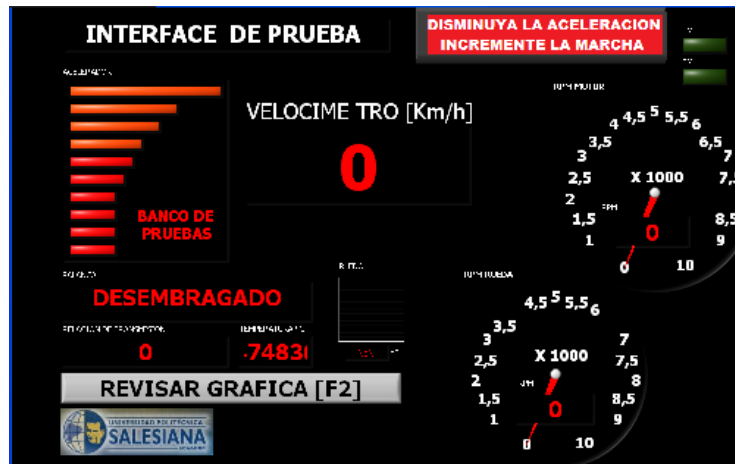


FIGURA 3. 3 Final de prueba de la primera marcha.

- El paso anterior se realiza en todas las marchas como se ilustra en la figura 4.1.

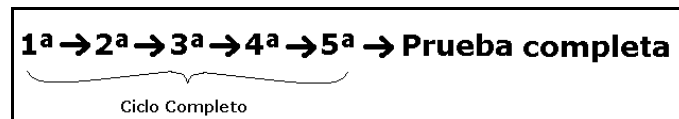


ILUSTRACIÓN 4. 1 Secuencia de la prueba

- Presionar F2 “REVISAR GRÁFICA”, como lo indica en la Figura 3.3 y se abre la pantalla de Gráfica de velocidades.

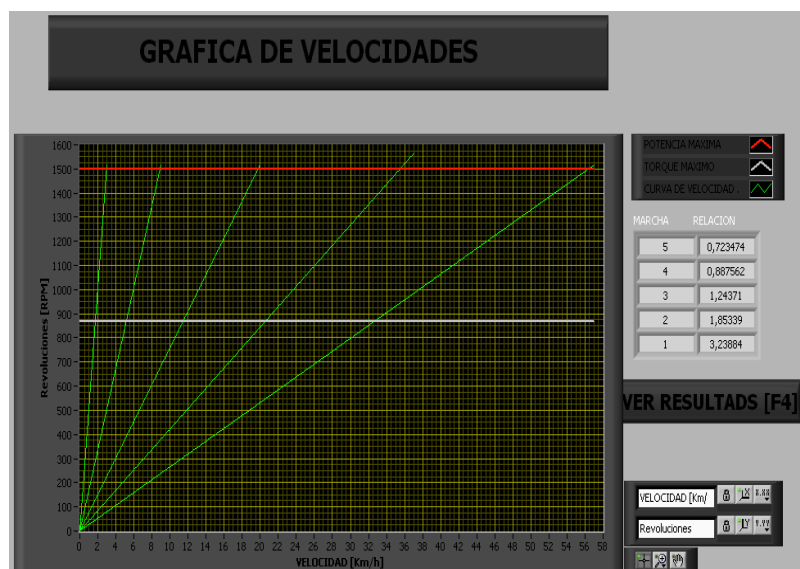


FIGURA 3. 4 Gráfica de velocidades

- Presionar F4 “VER RESULTADOS” como se observa en la figura 3.4 y aparece la pantalla “RESULTADOS DE

ENSAYO” como se observa en la figura 3.5, en donde se aprecia los resultados generados por el banco didáctico. Una vez terminada la prueba se puede repetir el ensayo o finalizar el mismo.

RESULTADOS DEL ENSAYO						
CAMBIO	rT (Caja)	rT (Diferencial)	rT	RPM Pot. Max.	Velocidad	Torque Rueda
5	1,355	0,22	0,3	447,1	47,65	249,052
4	1,082	0,22	0,24	357,1	39,33	311,795
3	0,8098	0,22	0,18	267,2	28,48	416,684
2	0,5297	0,22	0,12	174,8	18,63	637
1	0,305	0,22	0,067	100,6	10,73	1106,37

FIGURA 3. 5 Resultados de la prueba del banco didáctico.

3.1.2.2 ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS TEORICOS – PRACTICOS.

Los resultados obtenidos en los cálculos teóricos generadas por los datos del fabricante y los resultados generados por el banco didáctico, el análisis comparativo describe un margen de error que se origina en la práctica.

MARCHA	rt (caja cambios)	rt (diferencial)	rT	n° rpm a Pmax.	velocidad(Km/h)	Par de rueda
1	0,293	0,228	0,066804	100,21	10,77	293,40
2	0,528	0,228	0,120384	180,58	19,40	162,81
3	0,781	0,228	0,178068	267,10	28,70	110,07
4	1,094	0,228	0,249432	374,15	40,21	78,58
5	1,321	0,228	0,301188	451,78	48,55	65,33

CAMBIO	rT (Caja)	rT (Diferencial)	rT	RPM Pot. Max.	Velocidad	Torque Rueda
5	1,355	0,22	0,3	447,1	47,65	249,052
4	1,082	0,22	0,24	357,1	39,33	311,795
3	0,8098	0,22	0,18	267,2	28,48	416,684
2	0,5297	0,22	0,12	174,8	18,63	637
1	0,305	0,22	0,067	100,6	10,73	1106,37

FIGURA 3. 6 Cuadro comparativo teórico – práctico.

ANÁLISIS:

Para el análisis se busca un método apropiado que ayude a comprobar los resultados obtenidos en la parte teórica y práctica.

Los métodos que se utilizarán es el del ERROR ABSOLUTO, RELATIVO Y EXPERIMENTAL. Que será de gran ayuda para el análisis de los datos obtenidos.

3.1.2.3 DESCRIPCIÓN TEORICA DEL ERROR.

Se describe brevemente cada uno de ellos.

- **ERROR EXPERIMENTAL.** Este error analiza los datos de cualquier experimento práctico que se realice, para lo cual se tiene dos tipos en el proceso de medida.

- **ERRORES SISTEMÁTICO.**

- ✓ Error de calibración de aparato.

- ✓ Error de paralelaje.

- **ERRORES ACCIDENTALES O ALEATORIOS.**

- **ERROR ABSOLUTO.** Es la diferencia entre el valor de la medida y el valor tomado como exacto.

ERROR RELATIVO. Es el cociente (la división) entre el error absoluto y el valor exacto, multiplicado por 100 para obtener en porcentaje.

3.1.2.4 CÁLCULOS DE ERROR.

Para el análisis se calcula primero el error experimental, ya que se realiza algunas pruebas o ensayos en el banco didáctico.

3.1.2.5 CÁLCULO DEL ERROR EXPERIMENTAL.

RESULTADOS DEL ENSAYO						
CAMBIO	rT (Caja)	rT (Diferencial)	rT	RPM Pot. Max.	Velocidad	Torque Rueda
5	1,355	0,22	0,3	447,1	47,65	249,052
4	1,082	0,22	0,24	357,1	39,33	311,795
3	0,8098	0,22	0,18	267,2	28,48	416,684
2	0,5297	0,22	0,12	174,8	18,63	637
1	0,305	0,22	0,067	100,6	10,73	1106,37

RESULTADOS DEL ENSAYO						
CAMBIO	rT (Caja)	rT (Diferencial)	rT	RPM Pot. Max.	Velocidad	Torque Rueda
5	1,381	0,22	0,3	455,9	48,59	244,263
4	1,136	0,22	0,25	375	39,97	296,947
3	0,7916	0,22	0,17	261,2	27,84	426,263
2	0,5378	0,22	0,12	177,5	18,92	627,421
1	0,2998	0,22	0,066	98,94	10,54	1125,53

FIGURA 3. 7 Valores obtenidos en el banco didáctico.

- ECUACIÓN

$$X = \frac{\sum s}{n} \quad \text{Ecuación 3.1}$$

DESCRIPCIÓN DE LA FÓRMULA.

X = es el error calculado.

S = es la sumatoria de los valores obtenidos.

n = Es el número de pruebas.

$$X = \frac{\sum s}{n}$$

Aplicando los criterios antes expuestos, se determina los errores de cada prueba, fijando los datos del fabricante se realiza los cálculos con respecto a la práctica.

3.1.3 TABLA DE RESULTADOS.

3.1.3.1 ERROR DE RELACIÓN DE TRANSMISIÓN.

Los valores que se expone a continuación, es la tabla de errores que se genera en cada prueba.

Marchas	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ERROR DE ENSAYOS
5	1,355	1,381	1,368
4	1,082	1,136	1,109
3	0,8098	0,7918	0,801
2	0,5297	0,5378	0,534
1	0,305	0,2998	0,302

TABLA 3. 4 Datos de ensayos y error experimental.

Como se observa en la tabla 3.4 el error del ensayo experimental, se considera como valor exacto, para el cálculo de errores absolutos y relativos.

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4	5	ENSAYOS
ERROR ABSOLUTO	0,003	0,004	0,01	-0,03	-0,01	1
	0,01	0,004	-0,01	0,03	0,01	2
ERROR RELATIVO	0,01	-0,01	0,01	-0,02	-0,01	1
	0,02	0,01	-0,01	0,02	0,01	2

TABLA 3. 5 Tabla de resultados de error relativo y absoluto.

El error absoluto se calcula restando el valor del ensayo menos el valor exacto. Mientras que el error relativo, se lo hace dividiendo el valor absoluto para el valor exacto, si se desea determinar en porcentaje, se multiplica el valor relativo por 100. Como se puede observar en la tabla 3.5, se obtiene el error porcentual de cada prueba, lo cual no es mayor al 2 por ciento.

3.2 COMPARACIÓN CÁLCULO REAL DEL FABRICANTE CON RESPECTO A LA PRUEBAS.

Marchas	ENSAYO 1	ENSAYO 2	DATOS REALES
5	1,355	1,381	1,321
4	1,082	1,136	1,094
3	0,8098	0,7918	0,781
2	0,5297	0,5378	0,528
1	0,305	0,2998	0,293

TABLA 3. 6 Datos de referencia.

Con la tabla de datos 3.6, se comprueba, cual es el error que se genera entre los cálculos de los datos del fabricante, con respecto a la práctica o ensayo del banco didáctico.

ERROR ABSOLUTO 1	ERROR ABSOLUTO 2	ERROR RELATIVO 1	ERROR RELATIVO 2
0,03	0,06	0,03	0,05
-0,01	0,04	-0,01	0,04
0,03	0,01	0,04	0,01
0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,01	0,04	0,04

TABLA 3. 7 Datos de errores absolutos y relativos de cada marcha.

En la tabla 3.7 se tiene los valores de los errores mencionados para cada prueba o ensayo, para el cálculo se utiliza como valor exacto el valor real del fabricante. Si se multiplica el error relativo de los dos ensayos por 100, el error no será mayor 5 por ciento.

3.3 CONCLUSIONES DE RESULTADOS.

El objetivo planteado en la prueba, satisfactoriamente se cumple, como se puede observar los resultados generados por la misma; el margen de error

comparativo no es mayor del 5 por ciento, lo cual es un resultado totalmente admisible, para determinar que el banco didáctico cumple con las expectativas al momento de proceder a realizar las pruebas pertinentes.

CAPITULO IV

4 MANUAL DE REQUISITOS DE INSTALACIÓN DEL SOFTWARE Y PROCEDIMIENTO DE PRÁCTICAS EN EL BANCO DE PRUEBAS.

INTRODUCCIÓN

En la década anterior y en la presente década el auge por la introducción de la electrónica en el campo automotriz ha sido eminente, con el afán de optimizar los recursos y desarrollar nuevos y sofisticados automóviles.

Gracias a grandes acontecimientos que se han logrado en el software, hay nuevas maneras de programación, la programación gráfica es una de ellas, específicamente la plataforma LABVIEW, de National Instruments, esta tiene un sin número de aplicaciones prácticas y fáciles de emplear.

Ahora bien, teniendo la aplicación y requerimientos correspondientes podemos empezar a crear nuestro propio programa en esta plataforma, como es el caso de este proyecto.

De esta manera tener un acceso inmediato a todos los datos que generan estos dispositivos, para así realizar los respectivos informes, mediciones y configuraciones.

4.1 ACERCA DEL MANUAL DEL USUARIO.

El presente manual de usuario, trata de especificar todos los puntos que se debe tener en cuenta, al momento de proceder a realizar las prácticas, para esto se detalla una guía paso a paso, del funcionamiento del software o programa.

4.2 ACERCA DEL SOFTWARE.

El software está elaborado, en la plataforma LabVIEW, de National Instruments, el mismo que contiene una variedad de beneficios, con los que se puede contar en el momento de la programación.

LabVIEW es un revolucionario ambiente de desarrollo gráfico con funciones integradas para realizar adquisición de datos, control de instrumentos, análisis de mediciones y presentaciones de datos. LabVIEW le da la flexibilidad de un poderoso ambiente de programación sin la complejidad de los ambientes tradicionales.

Características más destacadas del software:

- Ambiente de Desarrollo Intuitivo para Incrementar su Productividad.
- Fácil Integración con Miles de Instrumentos y Dispositivos de Medición.
- Ambiente Abierto para Usar con Otras Aplicaciones.
- Compilado para Optimizar el Desempeño del Sistema.

Beneficios:

- Integra cualquier hardware y Software de Medición
- Protege su Inversión
- Aumenta el Rendimiento del su Sistema
- Desarrolla en un Entorno Completo

Aplicaciones:

- Pruebas en Producción
- Investigación y Análisis
- Control de Procesos y Automatización en Fábrica
- Monitoreo y Control de Máquinas

4.2.1 REQUERIMIENTOS DEL EQUIPO PORTÁTIL.

Las especificaciones con las que el equipo portátil requiere de unas buenas características mínimas para la implementación del software elaborado, son las que se detallan a continuación:

- Windows 98/me/2000/XP/Vista (32bits/64bits).
- 512 Giga bytes de memoria RAM.
- 250 Mega bytes de espacio en disco duro.

- Procesador 1.6GHz dual core (idóneo)
- 2 o más puertos USB.

4.2.2 TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS USB-6009.



Fotografía 4. 1 Tarjeta DAQ Multifunción I/O NI USB-6009

La tarjeta es la que adquiere las señales provenientes de los sensores (RPM, temperatura, ruido y aceleración), con las cuales se las envía al computador mediante flujos de datos por el puerto USB. Además mediante una salida analógica se controla la velocidad y la aceleración del motor eléctrico por medio del variador de frecuencia.

Todos los datos son manipulados en el software para realizar las pruebas pertinentes a la caja de cambios del banco didáctico.

4.2.3 VARIADOR DE FRECUENCIA SIEMENS G110.

El variador genera un voltaje trifásico de frecuencia variable dependiendo de la señal que reciba de la tarjeta DAQ NI USB-6009, con el objetivo de controlar la velocidad y la aceleración del motor eléctrico de corriente alterna implementado en el banco didáctico. El cual simulará ser un motor a combustión interna, dando los diferentes regímenes de aceleración, que se necesiten, para las diferentes pruebas que se realicen.

Consta de un panel operador BOP tal como se ve en la fotografía 4.2 para casos de reprogramación de funcionamiento propio del variador de frecuencia.



Fotografía 4. 2 Variador de frecuencia Siemens SINAMICS G110.

4.3 SOFTWARE DEL BANCO DIDÁCTICO. (SDS)

4.3.1 INSTALACIÓN.



FIGURA 4.1 Carpeta principal del software.

Dentro de la carpeta “VOLUME”, se encuentran el instalador del Software; así como también, el ejecutable del programa, de ser necesaria la utilización.

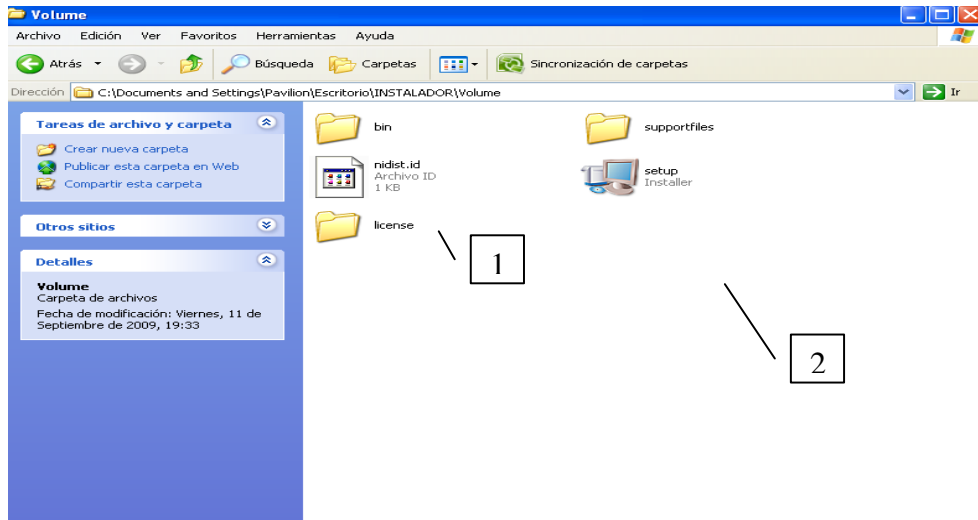


FIGURA 4.2 *Carpetas contenedoras BANCO DIDÁCTICO (SDS) (1. Ejecutable, 2. Instalador).*

En la figura 4.2 indica la carpeta que contiene el instalador del software y también el ejecutable del mismo. Según la necesidad, La UNIVERSIDAD o el técnico en sistemas informáticos, puede instalar el Software y decidir cuál es la aplicación más adecuada, si instalar el Software o solo inicializar el ejecutable.

NOTA: Si se opta por el ejecutable es necesario tener instalado Labview y los drivers DAQ-MX.

4.3.2 EJECUTABLE.

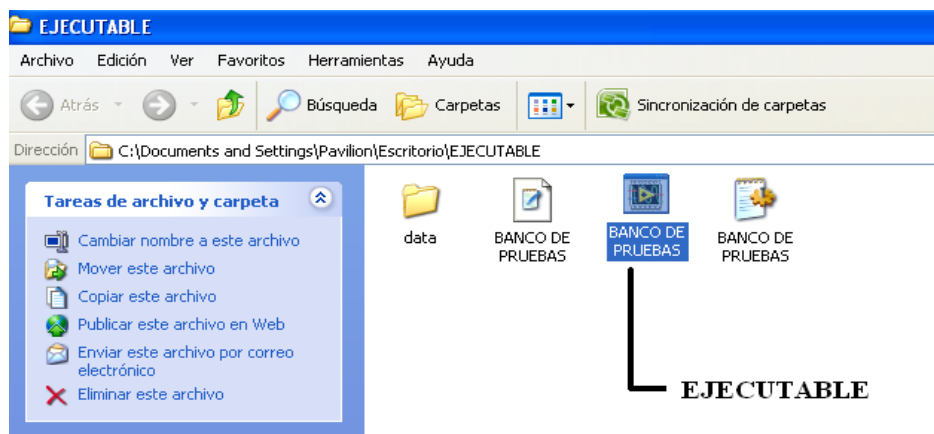


FIGURA 4.3 *Carpeta del contenido del ejecutable para BANCO DIDÁCTICO (SDS).*

En la figura 4.5 se observa la carpeta “Volume” que se encuentra el ejecutable del programa; es decir, es aquí donde se puede hacer iniciar el Software sin necesidad de instalar el programa. Bastará con dar dos click en el ejecutable, llamado BANCO DE PRUEBA, para que corra el programa elaborado.

4.3.3 INSTALADOR.

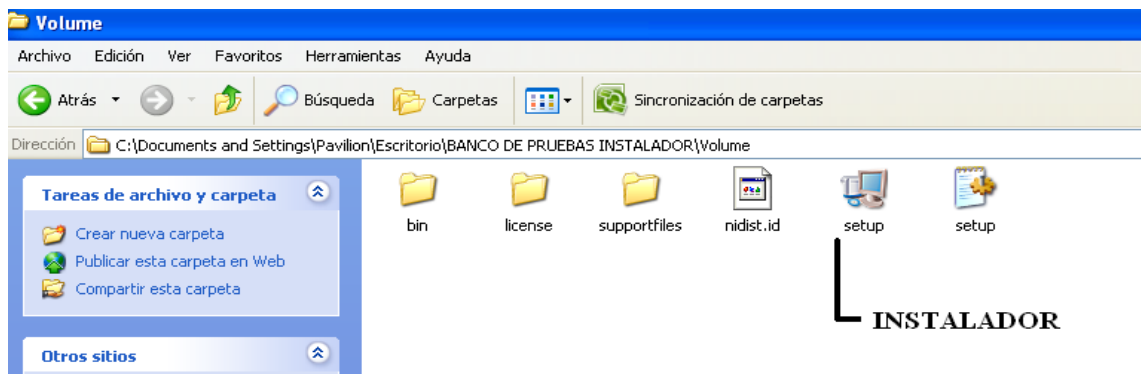


FIGURA 4. 4 Carpeta contenedora del Instalador para BANCO DIDÁCTICO.

Dentro de la carpeta denominada; “Volume”, se encuentra el instalador del programa, de igual manera como los instaladores comunes, debemos hacer doble clic en el ícono de nombre *Setup*, para iniciar la instalación del Software en el computador deseado. A continuación de esto, se obtiene el siguiente recuadro:

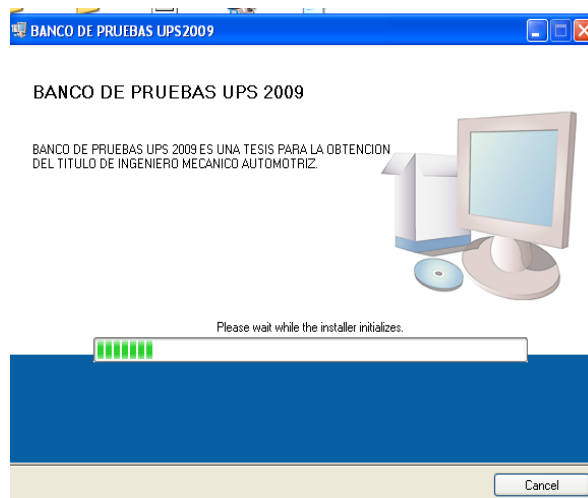


FIGURA 4. 5 Instalador para BANCO DIDÁCTICO.

Donde se espera mientras se cargan los archivos iniciales para la instalación; una vez cargados estos archivos y continuando con la instalación se tiene la siguiente división:

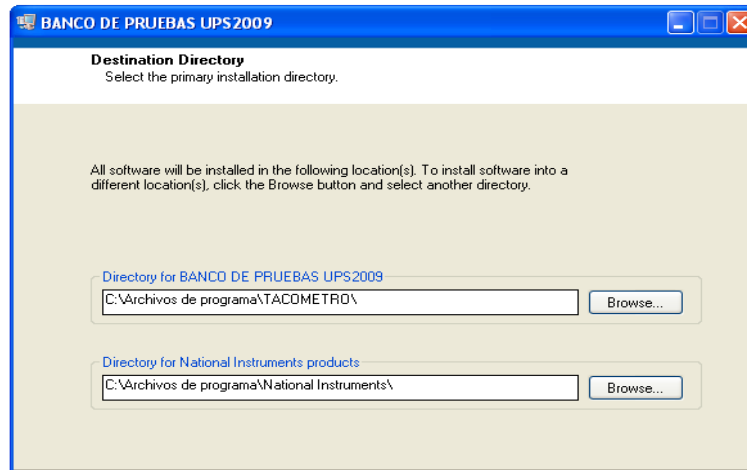


FIGURA 4. 6 Directorio donde se instalara BANCO DIDÁCTICO.

En esta división se visualiza el directorio donde se van a crear y grabar los archivos necesarios para la instalación del Sistema; es importante recalcar que, además de la instalación del software elaborado también se instalarán librerías de National Instruments que son necesarias para que el programa se ejecute normalmente; puesto que, con estas librerías se realizó el sistema.

De estar de acuerdo con el directorio donde se van a grabar todos estos archivos, se presiona “Next”, para continuar con la instalación.

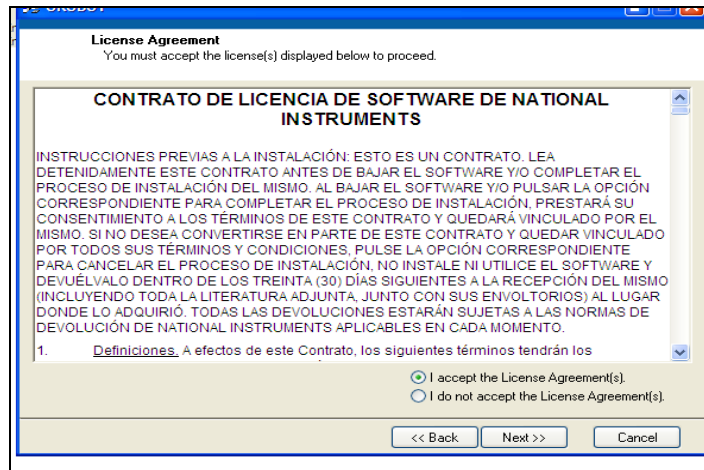


FIGURA 4. 7 Contrato de licencia de National Instruments.

Sin más que decir, se acepta el contrato de licencia de National Instruments realizando un clic en “Next.”

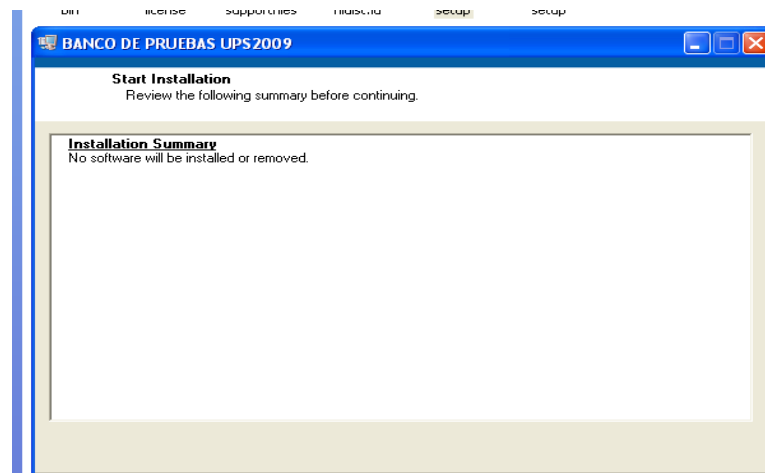


FIGURA 4. 8 Librerías y programas que se van a instalar.

Así como también el recuadro siguiente, el mismo que especifica las librerías a instalarse y necesarias para la ejecución del programa, de igual manera, clic en “Next”.

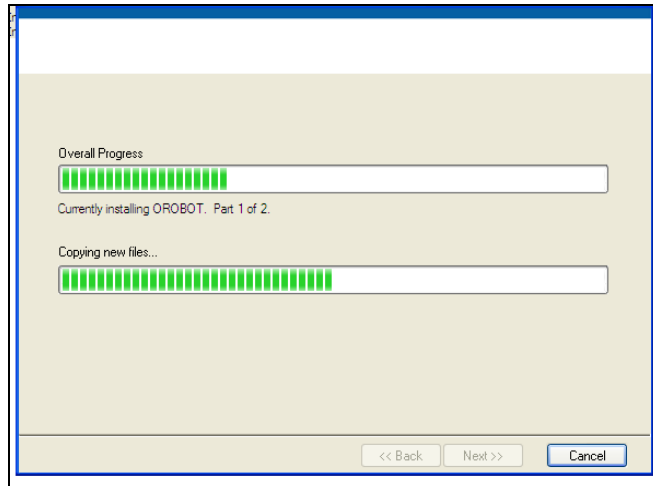


FIGURA 4. 9 Proceso de Instalación.

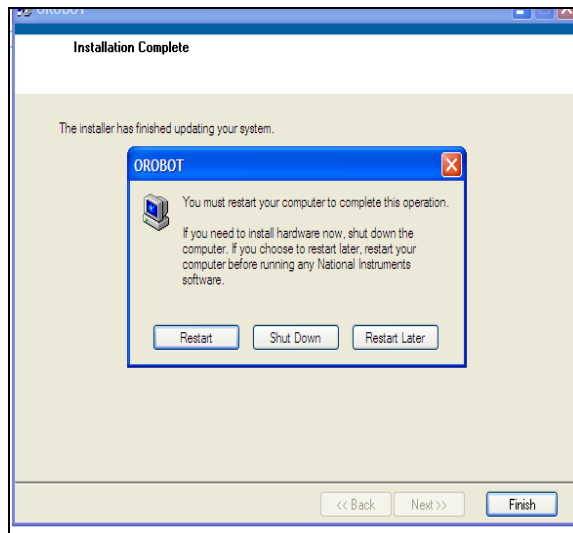


FIGURA 4. 10 Instalación terminada.

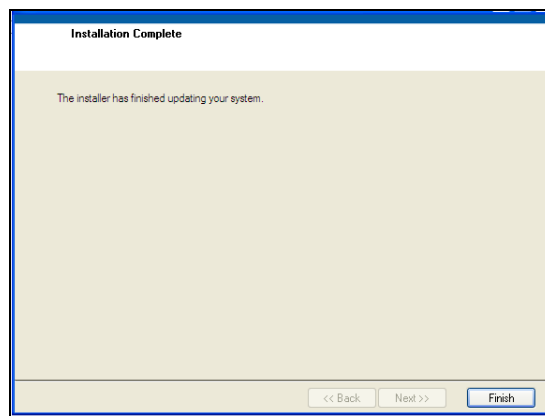


FIGURA 4. 11 finalizar la instalación.

En la figura 4.11, a lo que hace referencia es, al proceso de instalación que se genera mientras los archivos se copian y graban en el computador portátil. Mientras que en la división 4.10 ya se ha terminado con dicho proceso, es decir se finaliza la instalación, para esto se realiza un clic en “Finish”, y enseguida nos aparece un recuadro semejante al de la figura 4.11 donde se recomienda el reinicio del computador para que los cambios realizados en el momento de la instalación, surtan efecto.

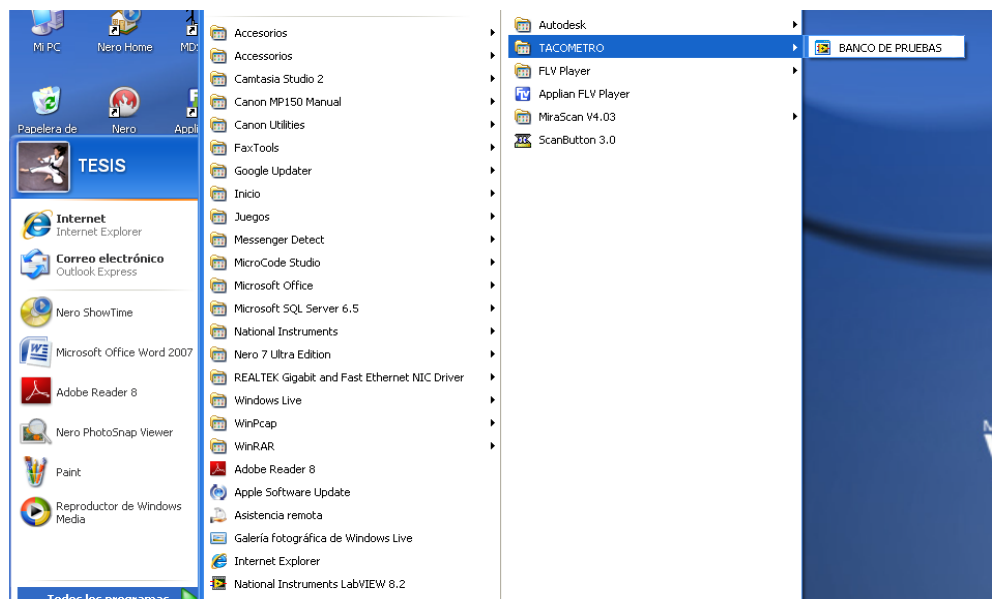


FIGURA 4. 12 Banco para cajas de cambio instalado.

Ahora el software está instalado y se puede acceder al mismo desde la barra INICIO o mediante el acceso directo en el escritorio.

4.3.4 VENTANAS DEL PROGRAMA.

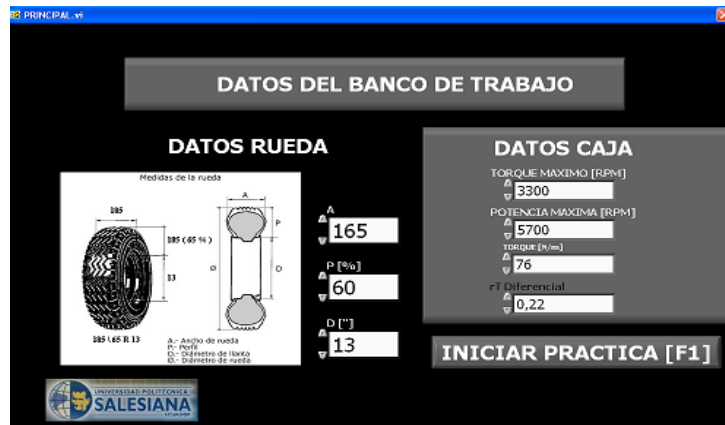


FIGURA 4.13 Visualización principal del Software pantalla principal de ingreso de datos.

En la figura 4.13, encontramos la pantalla principal del programa de donde se ingresan todos los datos, que enumeramos a continuación. Los parámetros que se ingresa, son para poder realizar las graficas correspondientes, también tenemos el botón de inicio de la práctica.

- Ancho de la neumático.
- Diámetro del neumático.
- Perfil del neumático.
- Potencia del motor a las rpm indicadas.
- Torque a las rpm indicadas.
- Torque del motor N/m.
- Relación de torque del diferencial.

NOTA: Los datos que se ingresan, para el diagrama de velocidades, son las especificaciones del fabricante, pero también pueden ingresar datos no especificados para comprobar los cálculos.

INICIAR PRACTICA [F1]

Pulsar el botón o presionar **F1**, permite abrir la ventana subsiguiente en la cual inicia la práctica y muestra los indicadores.



FIGURA 4. 14 Pantalla de visualización de indicadores, del programa.

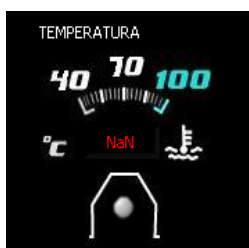
En la figura 4.14 se muestra la pantalla de visualización de indicadores, HOMBRE MÁQUINA, en su vista de *MENÚ PRINCIPAL*, en esta página están los indicadores como, tacómetros de RPM entrada y salida de la caja de cambios, velocímetro, temperatura de aceite, ruido, aceleración del pedal, cambios y relación de transmisión y botone de verificación de graficas al momento de terminar la prueba, o en cualquier cambio que se desee verificar.



La figura indica una forma ascendente de la aceleración que al momento de presionar el pedal, permite su incremento hasta llegar a la aceleración máxima programada.



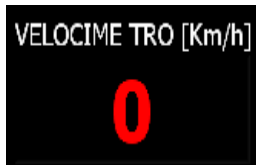
En este recuadro indica la marcha (cambio) que se encuentra realizando la prueba, como la relación de transmisión de la misma.



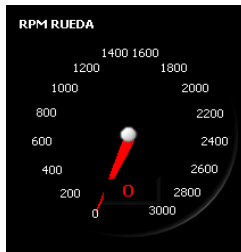
Este indicador muestra la temperatura que se encuentra el aceite internamente, en grados centígrados.



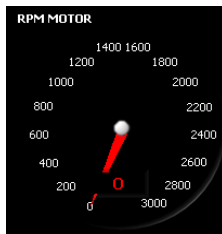
Este testigo indica la curva y una señal digital del ruido que genera internamente en la caja.



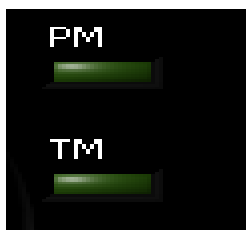
El velocímetro indica la velocidad que se encuentra girando la rueda.



Este tacómetro visualiza la velocidad rotacional de la salida de la caja de cambios.



Este indicador muestra a cuantas RPM está entrando a la caja de cambios.



Estos testigos indicadores informan que la marcha ya a pasado el torque y potencia máxima, para lo cual el programa tomara el dato.



Este pulsante es un botón que indica las graficas de velocidades



Este testigo le indica al usuario que este realizando la prueba, que acelere a fondo cuando el cambio este seleccionado.

**DISMINUYA LA ACELERACION
INCREMENTE LA MARCHA**

Este testigo le indica al usuario que esté realizando la prueba, que disminuya la aceleración e incremente la marcha, ya sea la deseada o en secuencia.

En la figura 4.15 está el PANEL FRONTAL en su vista *PRUEBAS Y CURVAS*, aquí se muestra la graficas de velocidades obtenidos en las diferentes marchas, de PAR y POTENCIA a RPM máximas del motor, ya que envase a dadas por el fabricante.

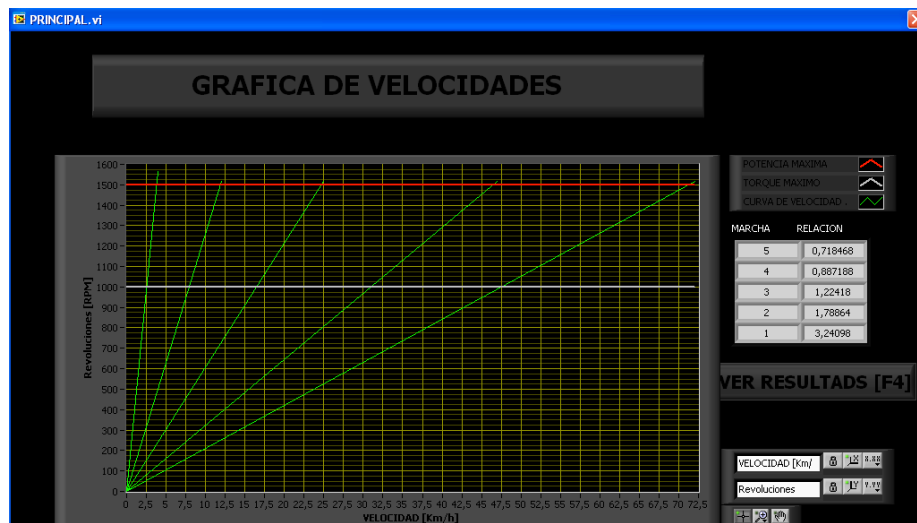


FIGURA 4. 5 Panel frontal del software en su vista de pruebas y graficas.

MARCHA	RELACION
5	1,73333
4	1,93333
3	2,73333
2	4,2
1	7,6

El cuadro muestra las marchas con su respectiva relación de transmisión.

VER RESULTADS [F4]

El botón, envía a una tercera, pantalla, donde se obtiene los diferentes resultados obtenidos de la práctica.

RESULTADOS DEL ENSAYO						
CAMBIO	rT (Caja)	rT (Diferencial)	rT	RPM Pot. Max.	Velocidad	Torque Rueda
5	1,381	0,22	0,3	455,9	59,47	32,1399
4	1,118	0,22	0,25	369	48,14	39,7022
3	0,8098	0,22	0,18	267,2	34,86	54,8268
2	0,5636	0,22	0,12	186	24,26	78,7742
1	0,3071	0,22	0,068	101,4	13,66	144,566



TABLA 4. 1 Resultados de pruebas finales.



Este botón permite realizar nuevamente otra prueba o ensayo, con los mismos datos u otros.



Cuando se termine la prueba y no se necesite realizar más pruebas en el banco se pulsa la tecla salir o F3.

4.4 PRÁCTICAS QUE SE REALIZAN EN EL BANCO DIDÁCTICO.

Practica # 1

TEMA: VELOCIDAD DE OPERACIÓN DEL BANCO DIDÁCTICO O SIMULADOR.

OBJETIVO GENERAL.

Estudiar y determinar mediante la graficación correspondiente de acuerdo a los datos de fabricantes, los márgenes de potencia y torque, que se puedan aplicar durante la operación práctica de esta unidad mecánica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Analizar el ciclo de trabajo de cada marcha.
- Explicar como influye la velocidad de rotación (rpm) en relación con la potencia y el par motor.

- Establecer comparaciones de la relación de transmisión de cada velocidad en relación al diagrama demostrado.

MATERIALES.

- Caja manual de velocidades.
- Banco de pruebas.
- Información técnica.

MARCO TEÓRICO.

En la presente práctica, se trata de demostrar que en una caja de velocidades, las marchas o relación de transmisión, se pueden realizar comparaciones entre la parte práctica y teórica, que se obtiene en base a la velocidad de trabajo del propulsor mecánico, no se puede sobre pasar los parámetros establecidos, porque se estará forzando los elementos de cada marcha.

En segundo término mediante la aplicación de otros parámetros como son: el neumático, grupo diferencial, que intervienen en el desempeño de la velocidad final, para cada marcha podrá observar el estudiante como se ha ido desarrollando al gráfico pertinente.

Por último con la investigación y las características técnicas aplicadas en este trabajo se puede poner énfasis, que tanto con la aplicación teórica y la práctica, las cajas de velocidades cumplan con un papel fundamental para cada marcha, la misma se convierte en un multiplicador de velocidades (Potencia) o un desmultiplicador de par motor, es decir, que al incrementar la velocidad de giro, el par motor disminuye o viceversa; todo esto hace influye al desplazamiento de la unidad mecánica para poder vencer el par resistente.

ILUSTRACIONES

Colocar elementos que modifiquen los resultados y gráficas, para las diferentes marchas o datos que permitan demostrar el cambio de velocidad final para cada marcha.

DESARROLLO.

Para el desarrollo de la práctica, se pone a consideración que el banco didáctico, debe estar conectado, a una fuente de alimentación de 220 voltios, donde los conectores son fase uno, fase dos y neutro.

- a) Colocar los selectores del variador y la tarjeta en posición en ON, del panel del control de alimentación eléctrica.



Fotografía 4. 1 selectores de alimentación.

Si estos selectores no se ponen en lo antes indicados, el banco no funcionará.

- b) Conectar el cable de Tarjeta DAQ Multifunción I/O NI USB-6009 de datos al puerto USB del computador, Si el cable no es conectado al computador, el programa no funciona.



Fotografía 4. 2 Enlace de la tarjeta al computador por medio del cable.

- c) Para abrir el programa se va inicio, ingresa a programas y se da click en tacómetro, el cual mostrara la pantalla de ingresos de datos

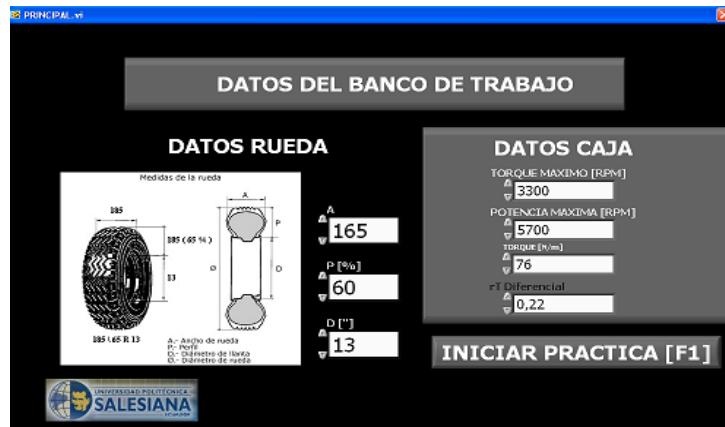


FIGURA 4. 16 Pantalla de ingreso de datos.

- d) Ingresar los datos de la rueda y de la caja de cambios, en los recuadros que se observan en la figura 4.16, como ejemplo ilustrativo se utiliza los mismos datos que se indican en la pantalla,
- e) Dar click en iniciar práctica, lo que abrirá una segunda pantalla, que se llama interfase de prueba.



FIGURA 4. 17 Pantalla de interface de inicio de prueba.³⁵

³⁵ Para un mayor de talle de esta pantalla revisar el ítem 4.3 de este capítulo.

- f) Como se observa en figura 4.17, se visualiza todos los indicadores que se utilizarán para la práctica, lo que posteriormente permitirá ver la diagramación de velocidades y tabla de resultados.
- g) Para realizar la prueba, el estudiante o profesor, debe con anterioridad, tener definido la secuencia de cambios, que desea probar o verificar en el banco didáctico.

Esta secuencia puede ser parcial o completa, parcialmente se refiere que son cambios escogidos sin un orden específico, completo, que llevan un orden ascendente o descendente, tomando en cuenta que la caja es de cinco velocidades, sin contar el retro, puesto que el mismo no se analizará y visualizará.

- h) Se escogerá una secuencia completa para esta práctica, se procede a colocar la primera marcha de la caja de transmisión, en la pantalla de la figura 4.17, se observa un mensaje de acelere a fondo, luego se presiona progresivamente el pedal del acelerador.
- i) La prueba se debe realizar desde 0 revoluciones por minuto (r.p.m.) del motor eléctrico hasta llegar a las revoluciones del torque y potencia máxima que indica el fabricante o el que se haya ingresado, en la primera pantalla de ingreso de datos.
- j) Se da a conocer que solo llegando a los límites de torque y potencia máxima, el programa va a generar las gráficas que se visualizaran en la siguiente pantalla, para que el estudiante tenga una mayor facilidad al momento de realizar las pruebas, se colocó unos indicadores de luz testigo que le indicara si ya paso los rangos propuestos para cada práctica, como se observa a la derecha de figura 4.17 donde se denota de color verde y siglas PM Y TM.
- k) A más de lo que se indico literal j en la pantalla de la figura 4.18 , se muestra un mensaje en la parte superior derecha, de color rojo que indica al estudiante

que deje de acelerar, este indicador aparece solo cuando haya pasado de torque y potencia antes señalada.



FIGURA 4. 18 Interface de final de prueba.

- l) Lo indicado en los literales h asta el k se repite para todos los cambios, hasta quinta velocidad, el retro no es tomado en cuenta, puesto que es una marcha, que solo se utiliza ocasionalmente cuando se necesita dar marcha atrás.
- m) De igual manera se debe seguir lo indicado en el literal I para las pruebas parciales, ya que se realizan de la misma forma, y los resultados solo se visualizarán de las marchas hechas.
- n) Terminada la secuencia de las pruebas, y en base a los datos ingresados, se da clic en revisar gráfica o F2, lo cual muestra las gráficas de velocidades.
- o) Para observar las tablas de resultados se da clic en ver resultados o también se presiona F4, como se ve en la figura 4.19.

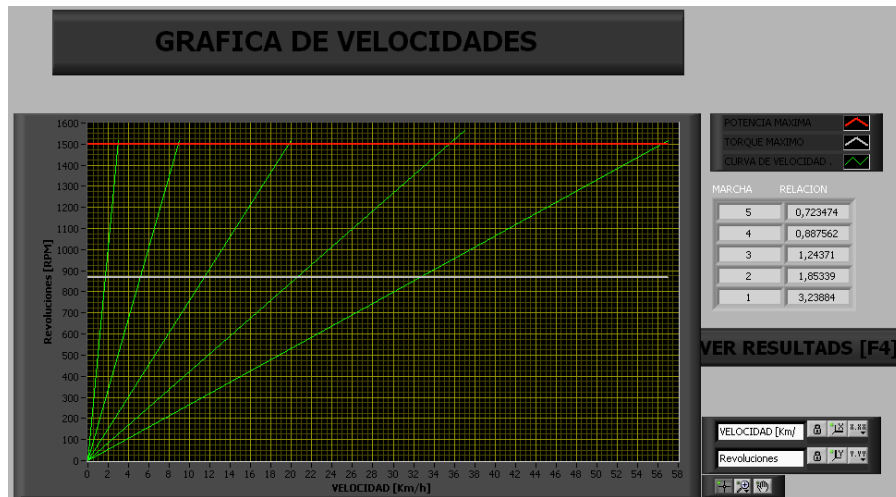


FIGURA 4. 19 Gráfica de velocidades.

p) En la figura 4.20 se da a conocer los resultados que se obtuvieron con los datos, ingresados, para su análisis correspondiente parte práctica – teórica.

RESULTADOS DEL ENSAYO						
CAMBIO	rT (Caja)	rT (Diferencial)	rT	RPM Pot. Max.	Velocidad	Torque Rueda
5	1,355	0,22	0,3	447,1	47,65	249,052
4	1,082	0,22	0,24	357,1	39,33	311,795
3	0,8098	0,22	0,18	267,2	28,48	416,684
2	0,5297	0,22	0,12	174,8	18,63	637
1	0,305	0,22	0,067	100,6	10,73	1106,37

FIGURA 4. 20 Datos finales de resultados.

q) En la pantalla de resultados, se observa dos íconos, el primero permite repetir otros ensayos o prácticas y el segundo sirve para cerrar el programa.

La ventana de resultados de la figura 4.25, permite al usuario regresar a la ventana de inicio pulsando en repetir ensayo; donde podrá ingresar nuevos datos, como se observa en la figura 4.21 o repetir el mismo ensayo o práctica.

r) Conclusiones y resultados por el o los estudiantes.

4.4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Al modificar los valores, es un hecho que las gráficas se alteran, lo cual nos permite establecer resultados con diferentes datos, los mismos que se puedan describir para cada caso.

4.4.2 CONCLUSIONES.

- Con la modificación de la relación de transmisión para cada marcha se obtendrá, mayor o menor desplazamiento del cambio a esa velocidad.
- El par motor se verá afectado en función del desplazamiento de la unidad mecánica.
- Si se modifica el neumático o llanta la velocidad final se pondrá en manifiesto en el mayor o menor desplazamiento vehicular.
- Cualquier modificación que se pretenda realizar, afecta a la vida útil del vehículo con todos sus componentes.
- El cálculo que se obtenga será referentemente teórico.

4.5 PRÁCTICA II

4.5.1 TEMA: TORQUE O PAR MOTOR.

4.5.2 OBJETIVO GENERAL.

Plantear la modificación del torque original del vehículo con el propósito de obtener un informe técnico que nos permita analizar de qué manera incide en la velocidad final de cada marcha, así como el alcance de la gráfica de las mismas.

4.5.3 ESPECÍFICOS.

- Calcular las relaciones de transmisión de las marchas.

- Determinar la variación del torque que nos pueda proporcionar el vehículo.
- Reconocer las ventajas o desventajas que se puedan dar en la gráfica, cuando se ha modificado el par motor original.
- Identificar los valores obtenidos en la gráfica y comparando con las originales.

4.5.4 MATERIALES:

- Caja manual de velocidad.
- Banco de pruebas.
- Hoja de información técnica.

4.5.5 MARCO TEÓRICO.

Considerando que las prestaciones técnicas de la caja manual de velocidades, presenta una gráfica en la que se puede observar el comportamiento de cada velocidad, en función de sus relaciones de transmisión y desmultiplicación, así como el par y potencia desarrollada; se puede aplicar y variar el torque, para obtener otra estructura gráfica, la misma que permite determinar, con esta disposición, lograr ventajas apropiadas para mejorar el desplazamiento vehicular para cada marcha.

Lo que se quiere en unidad automotriz es cada vez mejorar el rendimiento y potencia pero con el menor consumo, se observa entonces que condiciones de torque son las apropiadas para alcanzar este objetivo, sin tener que realizar ninguna modificación en la estructura física de las marchas.

Es necesario tener presente que tanto la potencia y el torque están en función de las revoluciones por minutos del motor, por tanto si

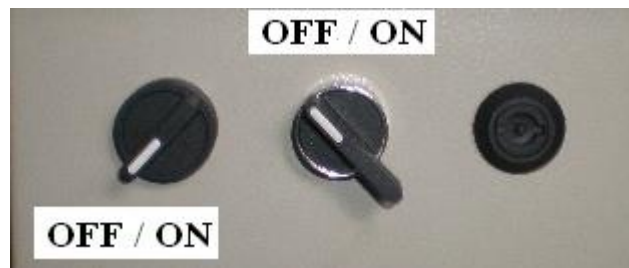
queremos alcanzar un torque moderado no debemos sobrecargar a los elementos y sistema auxiliar del motor.

4.5.6 ILUSTRACIONES.

- Presentar gráficas de curvas sobre la potencia y torque de otros vehículos.
- Presentar gráficas del torque que desean aplicar a la práctica.

4.5.7 DESARROLLO.

- a) Colocar los selectores del variador y la tarjeta en posición en ON, del panel del control de alimentación eléctrica.



Fotografía 4. 5 Selectores de alimentación

Nota: Si estos selectores no se ponen la posición mencionado anteriormente, el banco no funcionará.

- b) Conectar el cable de Tarjeta DAQ Multifunción I/O NI USB-6009 de datos al puerto USB del computador, Si el cable no es conectado al computador, el programa no funciona.



Fotografía 4. 6 Enlace de la tarjeta al computador por medio del cable.

- c) Para abrir el programa se dirige a inicio, ingresa a programas y se da click en tacómetro, el cual muestra la pantalla de ingreso de datos

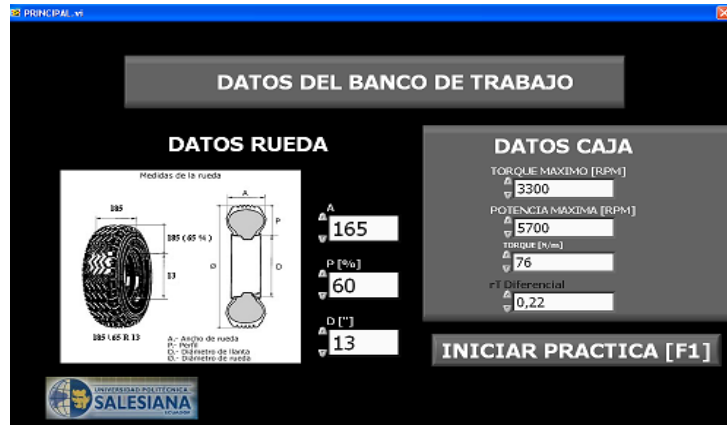


FIGURA 4. 21 Pantalla de ingreso de datos.

- d) Ingresar los datos de la rueda y de la caja de cambios, en los recuadros que se observan en la figura 4.21, se modifica el valor de las revoluciones por minuto, a potencia y a torque máximo, los mismos que sirven para poder graficar las curvas de velocidades.
- e) Dar click en iniciar práctica, lo que abrirá una segunda pantalla, que se llama interface de prueba.

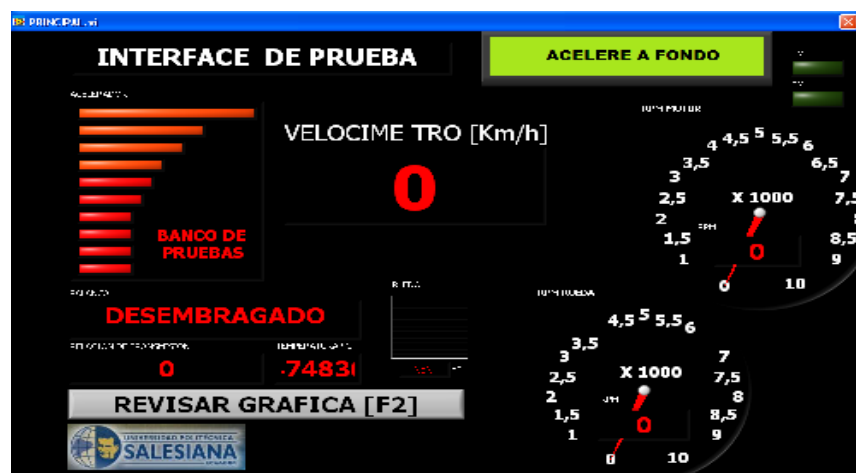


FIGURA 4. 22 Pantalla de interface de inicio de prueba.³⁶

³⁶ Para un mayor detalle de esta pantalla revisar el ítem 4.3 de este capítulo.

- f) Como se observa en figura 4.22, se visualiza todos los indicadores que se utilizarán para la práctica, lo que posteriormente permitirá ver la diagramación de velocidades y tabla de resultados.
- g) Para realizar la prueba, el estudiante o profesor, debe con anterioridad, tener definido la secuencia de cambios, que desea probar o verificar en el banco didáctico.

Esta secuencia puede ser parcial o completa, parcialmente se refiere que son cambios escogidos sin un orden específico, completo, que llevan un orden ascendente, tomando en cuenta que la caja es de cinco velocidades, sin contar el retro, puesto que el mismo no se analizará y visualizará.

- h) Se escogerá una secuencia completa para esta práctica, se procede a colocar la primera marcha de la caja de transmisión, en la pantalla de la figura 4.22, se observa un mensaje de acelere a fondo, luego se presiona progresivamente el pedal del acelerador.
- i) La prueba se debe realizar desde 0 revoluciones por minuto (r.p.m.) del motor eléctrico hasta llegar a las revoluciones del torque y potencia máxima que indica el fabricante o el que se haya ingresado, en la primera pantalla de ingreso de datos.
- j) Se da a conocer que solo llegando a los limites de torque y potencia máxima, el programa va a generar las gráficas que se visualizarán en la siguiente pantalla, para que el estudiante tenga una mayor facilidad al momento de realizar las pruebas, se colocó unos testigos que le indicará al usuario si ya pasó los rangos propuestos para cada práctica, como se observa a la derecha de figura 4.22 donde se denota de color verde y siglas PM Y TM.
- k) A más de lo que se indico literal j en la pantalla de la figura 4.23 , se muestra un mensaje en la parte superior derecha, de color rojo que indica al estudiante que deje de acelerar, este indicador aparece sólo cuando haya pasado el torque y potencia antes señalada.



FIGURA 4. 23 Interface de final de prueba.

- l) Lo indicado en los literales h asta el k se repite para todos los cambios, hasta quinta velocidad, el retro no es tomado en cuenta, puesto que es una marcha, que sólo se utiliza ocasionalmente cuando se necesita dar marcha atrás.
- m) De igual manera se debe seguir lo indicado en el literal I para las pruebas parciales, ya que se realizan de la misma forma, y los resultados solo se visualizarán de las marchas hechas.
- n) Terminada la secuencia de las pruebas, y en base a los datos ingresados, se da click en revisar gráfica o F2, lo cual muestra las gráficas de velocidades.
- o) Para observar las tablas de resultados se da click en ver resultados o también se presiona F4, como se ve en la figura 4.24.

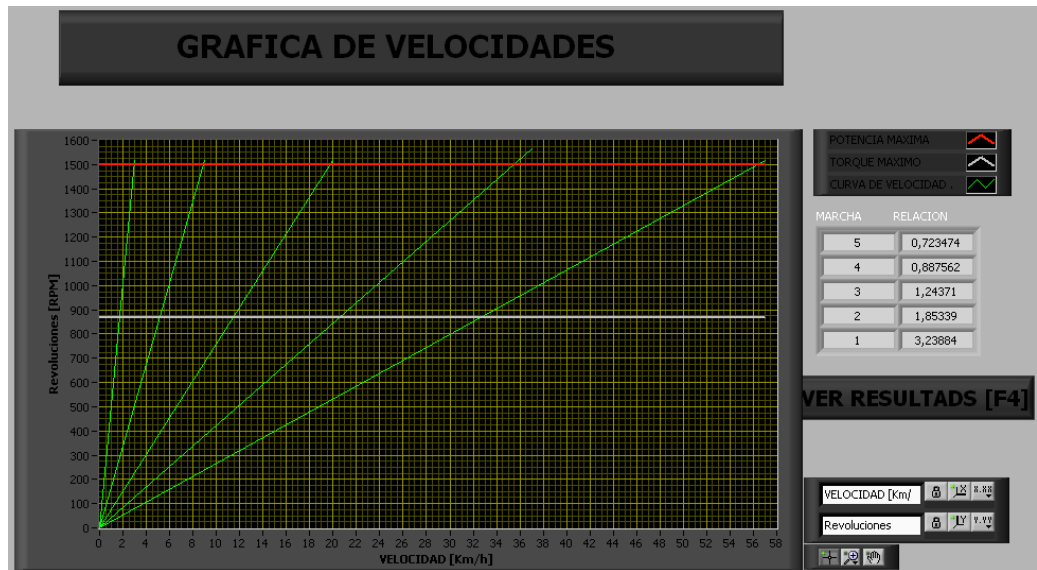


FIGURA 4. 24 Gráfica de velocidades.

- p) En la figura 4.25 se da a conocer los resultados que se obtuvieron con los datos, ingresados, para su análisis correspondiente parte práctica – teórica.

RESULTADOS DEL ENSAYO						
CAMBIO	rT (Caja)	rT (Diferencial)	rT	RPM Pot. Max.	Velocidad	Torque Rueda
5	1,355	0,22	0,3	447,1	47,65	249,052
4	1,082	0,22	0,24	357,1	39,33	311,795
3	0,8098	0,22	0,18	267,2	28,48	416,684
2	0,5297	0,22	0,12	174,8	18,63	637
1	0,305	0,22	0,067	100,6	10,73	1106,37

FIGURA 4. 25 Datos finales de resultados.

- q) En la pantalla de resultados, se observa dos iconos, el primero permite repetir otros ensayos o prácticas y el segundo sirve para cerrar el programa.

La ventana de resultados de la figura 4.25, permite al usuario regresar a la ventana de inicio pulsando en repetir ensayo; donde podrá ingresar nuevos datos, como se observa en la figura 4.21 o repetir el mismo ensayo o práctica.

- r) Conclusiones y resultados por el estudiante.

4.5.8 ANÁLISIS DE RESULTADOS.

El análisis se realiza a base de los valores generados por la practica en el banco didáctico, los resultados obtenidos no afectan en la parte física del motor, de todas maneras como es un ensayo teórico, se demuestra como

puede afectar en la gráfica y velocidad final para cada velocidad al pretender modificar dicho par de giro.

4.5.9 CONCLUSIONES DE PRÁCTICA.

Las conclusiones de la presente práctica son enfocadas por los objetivos que están planteados en la misma.

El estudiante o los estudiantes deben también tener en cuenta en los resultados generados por el banco didáctico.

5 CONCLUSIONES GENERALES.

- Se ha podido cumplir los objetivos marcados al inicio de este proyecto, consiguiéndose diseñar y construir un banco didáctico, capaz de simular el funcionamiento real de una caja de transmisión transversal, que permite visualizar los resultados de relación de transmisión, temperatura del aceite, ruido, velocidad final de la rueda.
- Mediante el diseño y construcción del banco didáctico, se analizó todas las variables que puedan afectar la parte estructural implementada, con la utilización del programa MDSolids permite analizar dichas variables, las mismas que son: carga puntual, esfuerzo, tensión y flexión.
- En el diseño también se consideró la ubicación estratégica y funcional de cada uno de los elementos, para el óptimo trabajo del banco didáctico, conservando el plano estético.
- Se escogió como elemento propulsor al motor eléctrico implementado en el banco didáctico, por motivo de peso, espacio, y especialmente impacto ambiental.
- En la elaboración del programa de simulación, se escogió como plataforma el software LabVIEW, el mismo que permite controlar todas las variables

posibles de los instrumentos al momento de hacer el enlace de las señales, mediante la adquisición de datos generados por los sensores y equipos, logrando simular el funcionamiento real de una caja de cambios.

- La simulación que se obtiene en el banco didáctico es del funcionamiento real de la caja de cambios, por este motivo permite variar los datos de ingreso, como son: revoluciones a torque máximo, dimensiones de la rueda y revoluciones a potencia máxima, las cuales generan resultados en las distintas prácticas que se realice, permitiendo analizar el diseños y construcción de la caja de cambios.
- Mediante los resultados generados por el banco didáctico, se puede determinar si el diseño de la caja es de relación de transmisión corta o larga, lo cual permite realizar modificación en el grupo de piñones de una caja de cambios.
- Los resultados obtenidos por la simulación del banco didáctico, comparados con los datos del fabricante³⁷, generan un error menor al 5 por ciento, lo cual indica que el banco didáctico cumple con las expectativas planteadas al inicio del proyecto.
- El presente proyecto esta considerado como un material didáctico, por tal motivo se creo un manual de operaciones, que le otorga al usuario realizar un procedimiento ordenado y sistemático, para el uso apropiado del mismo.

6 RECOMENDACIONES GENERALES.

- La estructura construida esta apta para soportar cualquier tipo de caja transversal de similares características, si se desea cambiar de caja de transmisión al banco didáctico, se recomienda implementar el acople necesario y modificar las bases que varían de posición según el modelo del vehículo.

³⁷ Anexo 1.1

- El software esta diseñado para ser utilizado en cualquier tipo de caja transversal, se recomienda hacer las adaptaciones necesarias para el montaje de una nueva caja.
- Al momento de implementar otro tipo de caja se recomienda que la instalación eléctrica se la realice de una manera independiente con la finalidad de que no haya interrupción en las señales.
- Se recomienda realizar un mantenimiento trimestral a los elementos que están sujetos a fricción en el banco didáctico como son: bandas, rodamientos y caja de cambios.
- Se recomienda que antes de utilizar el banco didáctico se revise el manual de operaciones para la utilización del mismo.

7. BIBLIOGRAFÍA:

BIBLIOGRAFÍA LITERARIA.

- Diseño de Elementos de Maquinas, M.F.Spott, T.E. Shoup séptima edición, impreso en México.
- Elementos de Maquinas, Shigley Joseph Edward, Mischke Charles R. quinta edición, impreso en México.
- Análisis de Estructuras Indeterminadas, Sterling Kinney J. décima séptima impresión, Edición Autorizada por: Addison – Wesley Publishing Company.
- Matemática aplicada para la técnica del Automóvil, GTZ, H.Kindler, H. Kinast, octava edición, Editorial Reverte, S.A. Barcelona.
- Mecánica de Materiales, Ferdinand P. Russell Johnston, segunda edición, impreso en Colombia.
- Manual de la técnica del Automóvil, Bosch, cuarta edición.
- Diseño de Componentes de Maquinas, Orthwein William C. Primera edición, México 1996.
- Dinámica del automóvil, LUQUE, quinta edición
- Catalogo de Rodamientos NTN,

a. **BIBLIOGRAFÍA DE WEB.**

- www.autosuperior.com.co
- www.mecanicavirtual.org/caja-cambios2.htm.
- Pedro Martínez / <http://www.educamix.com/>
- www.teksor.com.ar/img/productos/term1.gif
- <http://www.cise.com>

ANEXOS

MOTOR	
TIPO :	G10A SOHC
POSICION :	TRANSVERSAL
DESPLAZAMIENTO :	993 CC
NO. CILINDROS:	3 EN LINEA
DIAMETRO POR CARRERA :	74 X 77 MM
POTENCIA NETA (DIN):	53 HP / 5.700 RPM
TORQUE NETO (DIN):	7.7 KG-M (76 N-M) / 3,300 RPM
RELACION DE COMPRESION :	9.5 : 1
COMBUSTIBLE :	GASOLINA
TRANSMISIÓN	
CLUTCH	
TIPO :	MONODISCO SECO
ACCIONAMIENTO :	GUAYA (MECANICO)
CAJA DE CAMBIOS	
TIPO :	MANUAL 5 VELOCIDADES Y REVERSA
RELACIONES :	- 1A. 3.416
	- 2A. 1.894
	- 3A. 1.280
	- 4A. 0.914
	- 5A. 0.757
	- REV. 2.916
SINCRONIZACION :	1a. A 5a.
PALANCA DE CAMBIOS :	Al Piso
RELACION DE EJE :	4.388 : 1

ANEXO 1. 1 Tabla de datos del fabricante.

Tensión de alimentación	Monofásica 200 – 240 VAC +/- 10 %
Frecuencia de salida	0 – 650 Hz, resolución 0.01 Hz
Tipo de protección	IP20
Temperatura de Operación	Máxima 40 ⁰ C (hasta 50 ⁰ con desclasificación)
Factor de sobrecarga	150 % durante 60 seg.
Potencias entre	0.12kW (0.16HP) y 3kW (4HP)
Salida trifásica:	3AC 220V
Conexionado estilo contactor	
Sistema de refrigeración de nuevo diseño	
3 entradas digitales, libremente configurables	
1 entrada analógica (0-10)V escalable, puede ser utilizada como 4 ^o entrada digital	

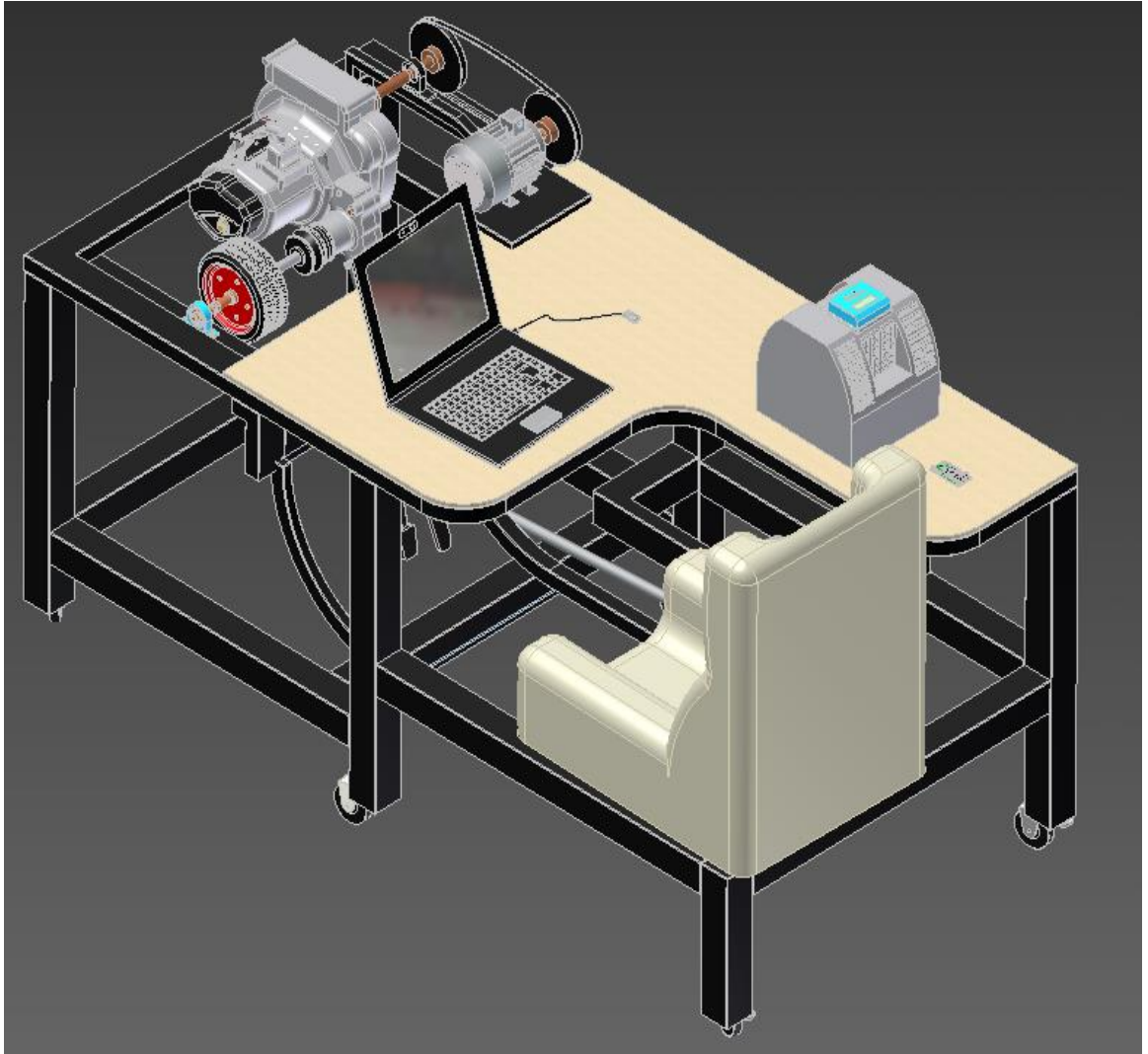
ANEXO 1. 2 Datos característicos del variador siemens.

SIEMENS		3 – MOTOR 1LA7 096 – 2YA60	
		4 HP	Ta – 15/40⁰ C
		FS 1.15	
S1	IPSS	220 YY/ 440 YV	1000 msnm
60 HZ	MB3	12,2 / 6.1 A.	15.0 Kg.
AISLF	H 72.8	COS φ 0.88	BG 090 L
IEC24	La 5,9 in	Tn/Ta 853/19,6N.m	3440 rpm

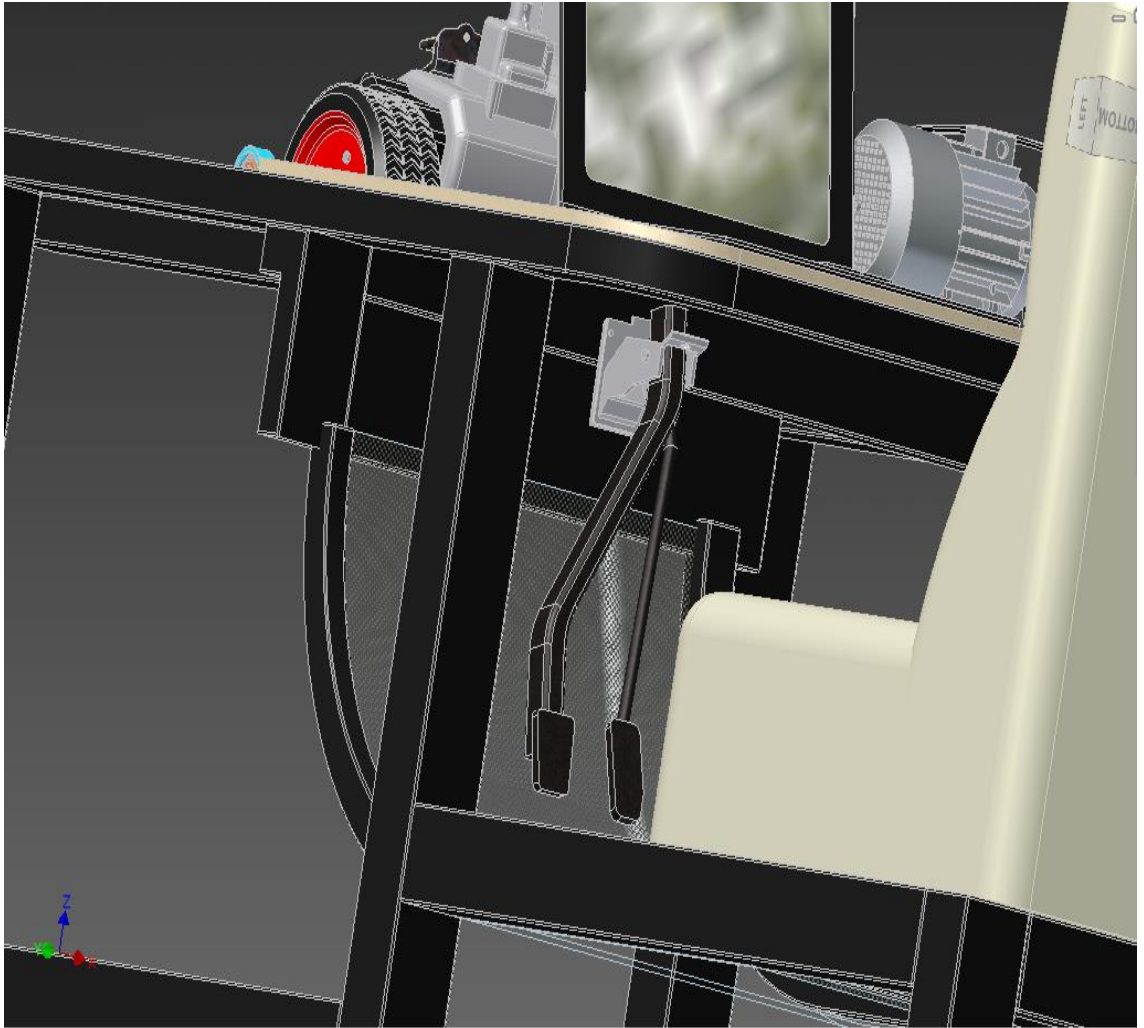
ANEXO 1. 3 Datos característicos del variador Siemens

COMPUTADORA HP Pavilion Entertainment	
Versión	2002
Equipo	Inter (R) Pentium (R) M
Procesador	1,7 GHz
Memoria ram	512 MB

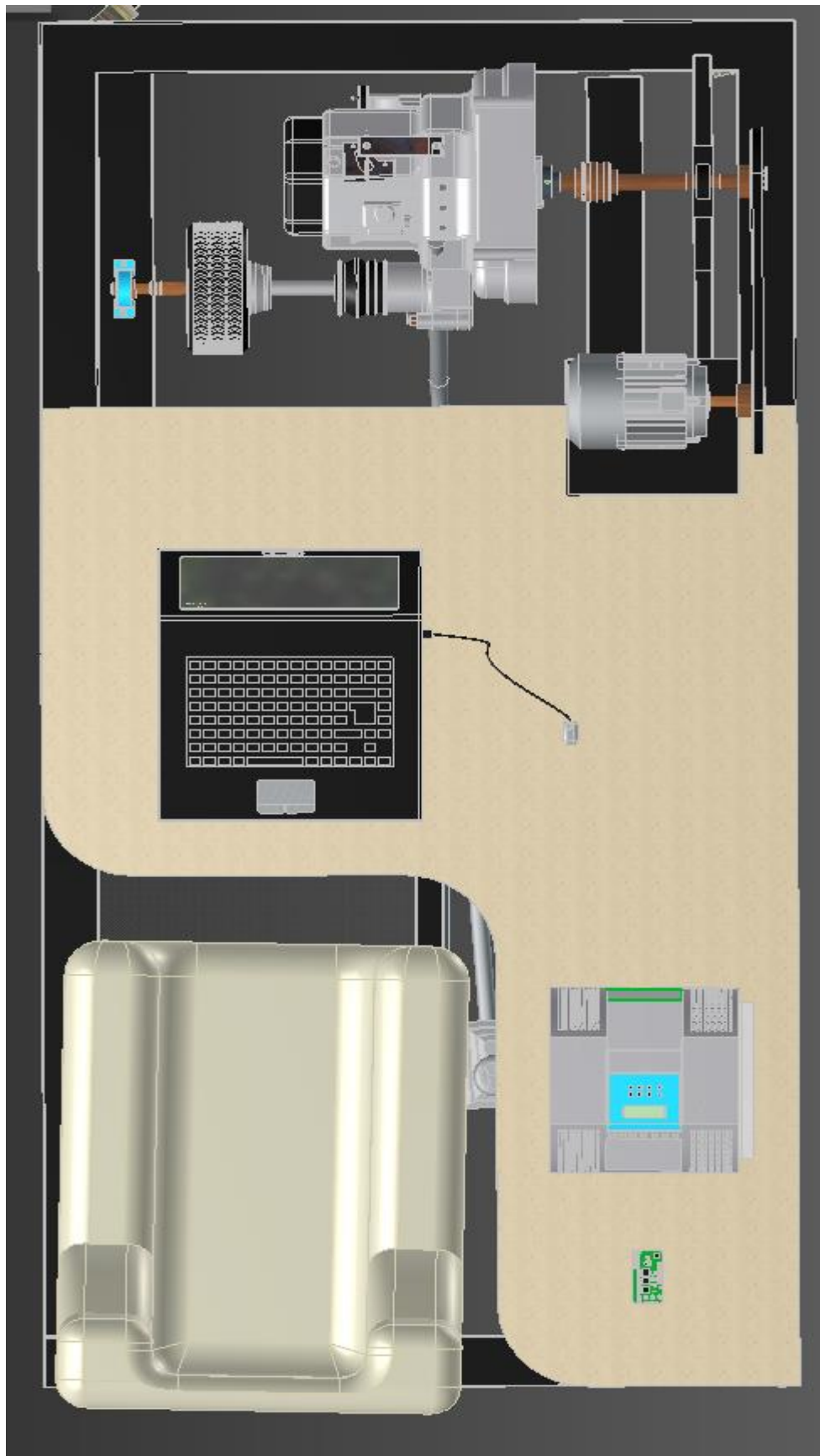
ANEXO 1. 4 Característica de la computadora.



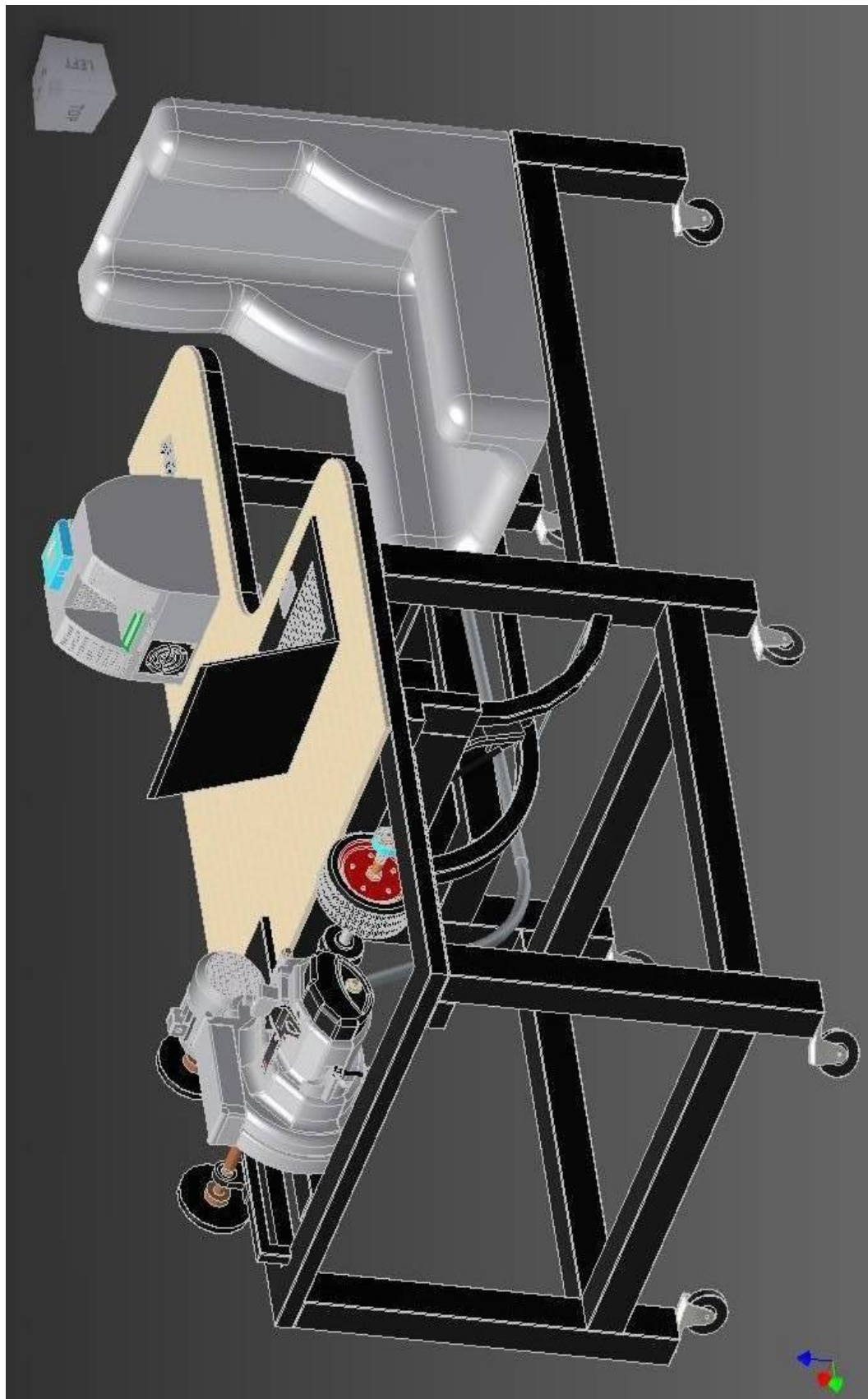
ANEXO 1.5 Vista 3D del Banco didáctico.



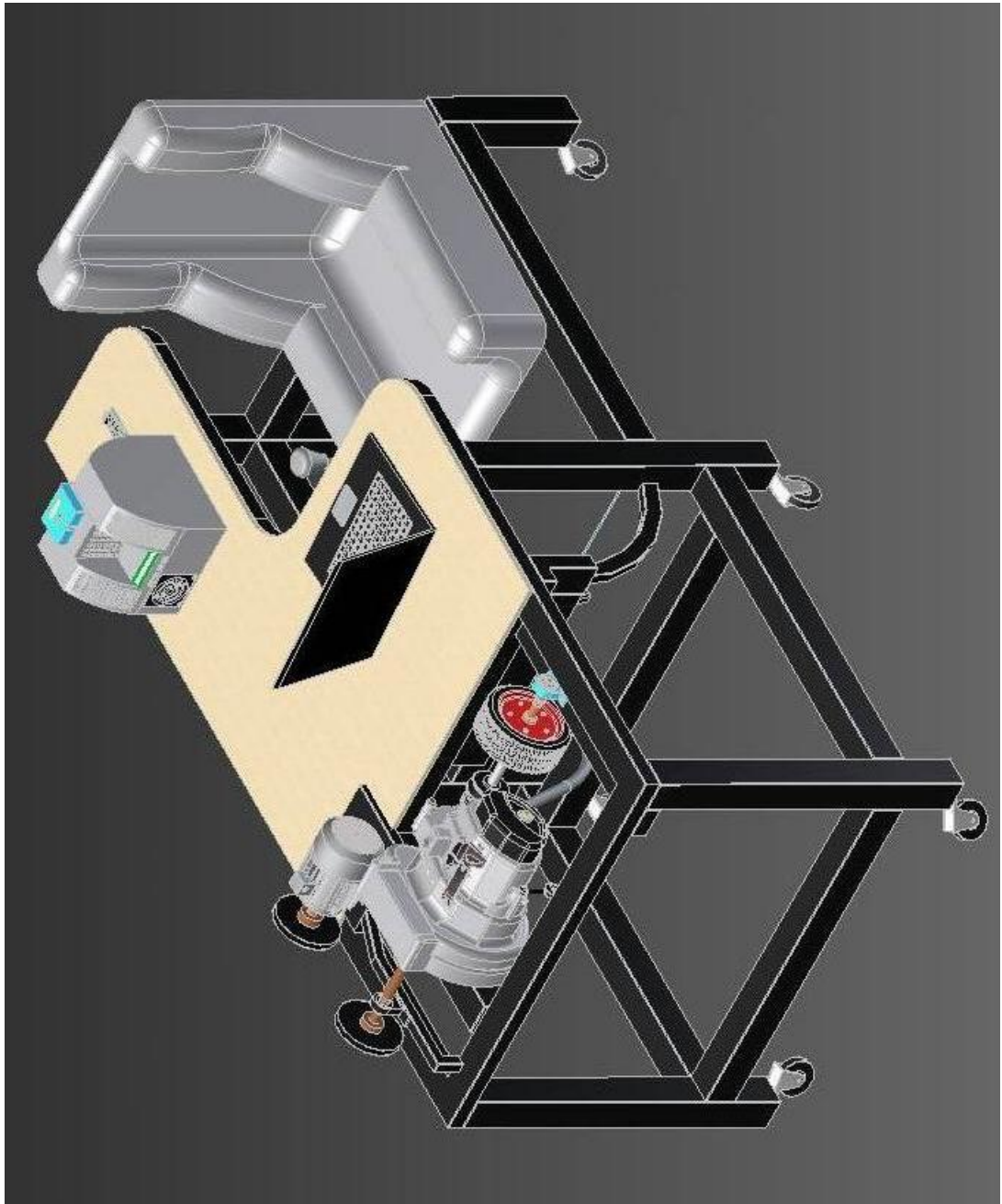
ANEXO 1.6 Vista en 3D del Banco didáctico.



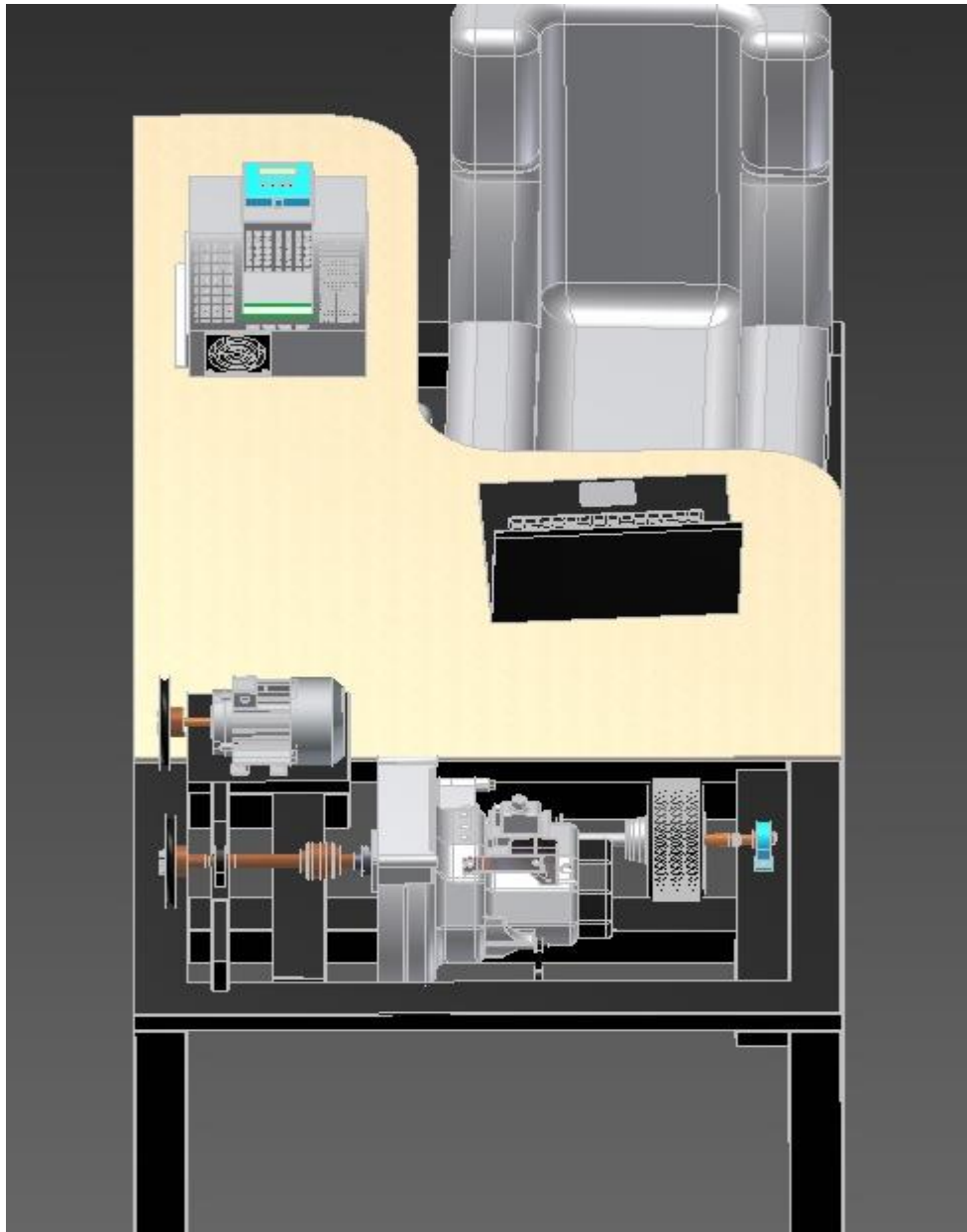
ANEXO 1.7 Vista Superior en 3D del Banco didáctico.



ANEXO 1.8 Vista en 3D del Banco didáctico.



ANEXO 1.9 Vista en 3D del Banco didáctico.



ANEXO 1.10 Vista en 3D del Banco didáctico.

SOLUCIONES	AVERIAS
El banco de pruebas no funciona	<p>Mida si hay voltaje en el banco de pruebas.</p> <p>Confirme si los breques no han saltado.</p> <p>Revise si el fusible si está quemado y si es así sustitúyalo.</p> <p>Confirme si las perillas de paso de corriente están en (ON)</p>
El variador de frecuencia no enciende	<p>Mida si hay voltaje en el banco de pruebas.</p> <p>Confirme si los breques no han saltado.</p> <p>Revise si el fusible si está quemado y si es así sustitúyalo.</p> <p>Confirme si las perillas de paso de corriente están en (ON)</p> <p>Revise los códigos del variador de frecuencia</p>
La tarjeta DAC 6009 no envía señales	<p>Revise la continuidad del cable USB</p> <p>Confirme si los conectores están en buen estado</p>
Los sensores no capta señales	<p>Revise las señales de voltaje, tierra y señal.</p> <p>Confirme si los conectores están en buen estado.</p>