

ESCUELA POLITÉCNICA DEL
EJÉRCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA
AUTOMOTRIZ

JULIO 2013

**“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN DE UN
BANCO DIDÁCTICO DEL SISTEMA
DE TRASLACIÓN Y GIRO DE LOS
TRACTORES DE CADENA”**

**Vladimir Roberto León Flores
Rubén Marcelo Yaselga Carrasco**

Objetivo General

Diseñar, construir un banco didáctico del sistema de traslación y giro de los tractores de cadena para uso formativo de profesionales y estudiantes en el área de maquinaria pesada.

Objetivos Específicos

- Diseñar y construir circuitos eléctricos y electrónicos para el control del sistema.
- Diseñar y construir el circuito hidráulico del sistema.
- Elaborar un software de simulación de fallas.

Introducción

La motivación que originan la realización de este proyecto corresponde a que mantener cualquier tipo de maquinaria pesada sin ningún tipo de actividad económica, el costoso mantenimiento que requieren o que tan solo se los utilice para la instrucción no constituye motivo suficiente para que se dedique este tipo de material a la enseñanza, estableciendo así nuevamente un área para el desenvolvimiento del proyecto.

Tractores de oruga o cadena

- El tractor sobre orugas es un vehículo para la construcción que se mueve sobre orugas en vez de ruedas. Las orugas extienden el peso del vehículo sobre una superficie más grande, permitiendo al tractor ejercer una fuerza menor por unidad de área sobre la tierra.

Descripción general del sistema

El proyecto se divide en tres áreas principales:

- Tren de rodaje
- Sistema hidráulico
- Sistema electrónico

Tren de rodaje

Constituyen los carriles sobre los cuales avanza la máquina, se impulsan desde la parte trasera moviéndose hacia el frente, colocándose contra el suelo mientras avanza.

Se soporta en el bastidor de rodaje que mantiene los rodillo, rueda guía y rueda motriz en alineación.

Sistema hidráulico

El funcionamiento de los sistemas hidráulicos se basan en los siguientes principios: el de que los líquidos no tienen forma propia y el de que los líquidos no son compresibles. Con el funcionamiento de un motor eléctrico, se logra suministrar energía mecánica a una bomba hidráulica, la que a su vez transforma esta energía en energía hidráulica llegando a un motor hidráulico que nuevamente transforma energía hidráulica en energía mecánica para accionar las ruedas motrices.

Sistema electrónico

Con la finalidad de simular las fallas del sistema de giro de los tractores oruga, se desarrolló un software y hardware, el cual es el encargado de activar o desactivar las electroválvulas, las cuales tienen como función el derivar el fluido hidráulico y así representar físicamente el funcionamiento y fallas del sistema de giro.

Parámetros generales

- **Potencia del Motor Hidrostático.**

Se ha planteado que el banco no supere velocidades mayores a los 2.5 km/h (0.694 m/s), para ello los motores hidrostáticos seleccionados deben otorgar una velocidad máxima de giro de 100 RPM (10.47 rad/s).

- **Caudal de La Bomba Hidráulica.**

Se debe tomar en cuenta los parámetros de funcionamiento de los motores hidráulicos, igualmente de las condiciones del motor eléctrico.

- **Presión de la Bomba Hidráulica.**

Para el proyecto se dispuso utilizar una bomba con una presión de 70 kgf/cm² (1000 psi).

DISEÑO MECÁNICO

Diseño de la rueda motriz

Partiendo de:

$$V = \omega * r$$

V = velocidad tangencial

ω = velocidad angular

r = radio

$$r = \frac{V}{\omega} = \frac{0,694 \text{ m/s}}{10,47 \text{ rad/s}}$$

$$r = 0.06628 \text{ m} = 66.28 \text{ mm}$$

$$\varnothing = 132.56 \text{ mm}$$

CARACTERÍSTICAS RUEDA MOTRIZ

| | |
|------------------------|-----------------|
| # dientes | 19 |
| Ø exterior (mm) | 125 |
| Ø de raíz (mm) | 115 |
| Paso (mm) | 15 |
| Altura del diente (mm) | 10 |
| Espesor (mm) | 11 |
| Material | Acero AISI 1010 |

Velocidad real rueda motriz

$$V = \omega * r$$

$$V = 10.47 \text{ rad/s} * 125 \text{ mm}/2$$

$$V = 654.5 \text{ mm/s}$$

$$V = 0.655 \text{ m/s}$$

Torque rueda motriz

Partiendo de:

$$T = F_T * r$$

$$F_T = Fr$$

$$Fr = \mu_c * W_T$$

$$Fr = 0.85 * 2000N$$

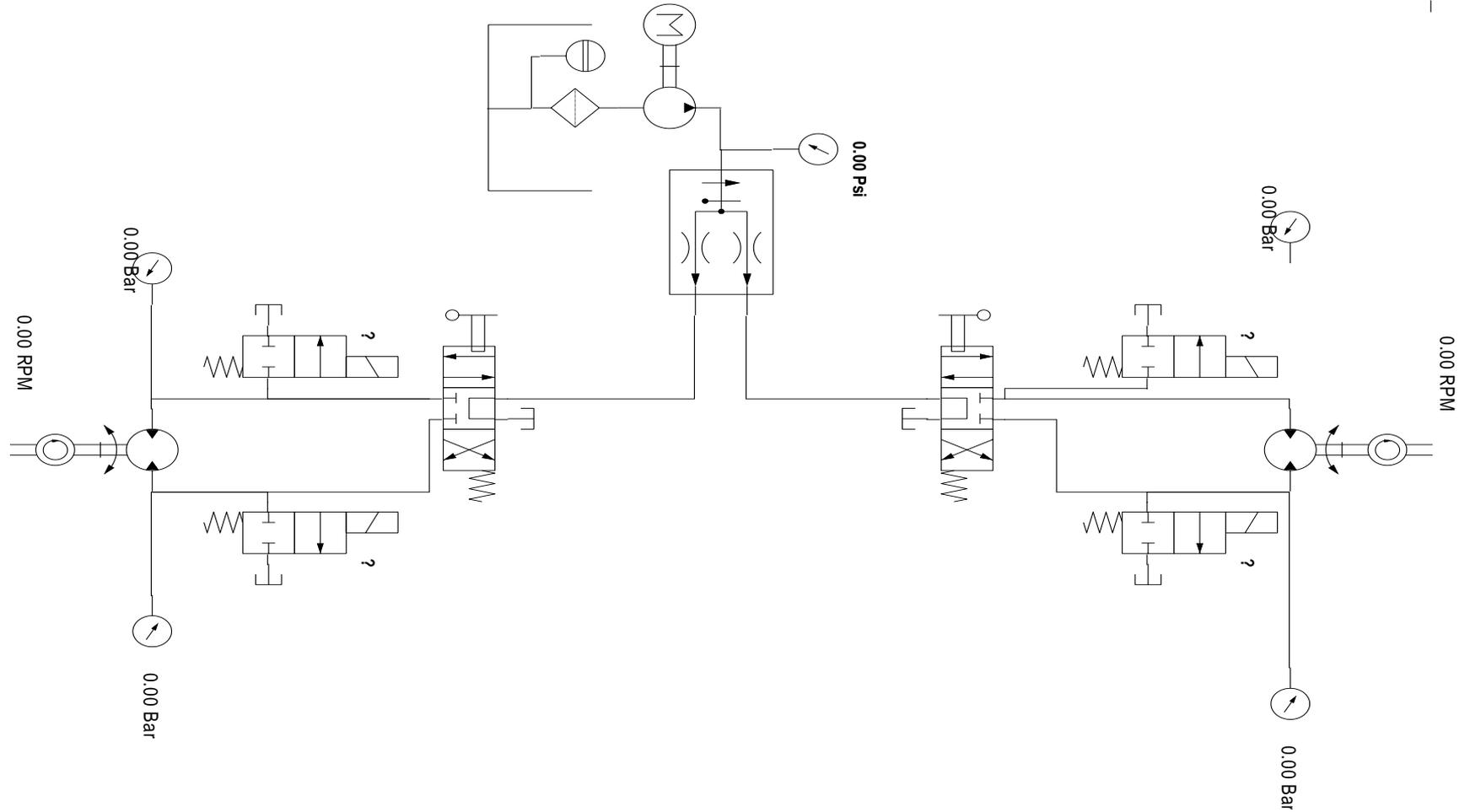
$$Fr = 1700 N$$

$$T = 1700N * (125mm/2)$$

$$T = 106250 Nmm = 106.25 Nm$$

SISTEMA HIDRÁULICO

Diseño sistema hidráulico



0.00 RPM

0.00 Bar

0.00 Psi

0.00 Bar

0.00 RPM

0.00 Bar

0.00 Bar

1

Motor hidráulico

Potencia requerida por el motor hidrostático:

Para :

$$P_h = F * V$$

$$F = F_r$$

$$P_h = F_r * V$$

$$F_r = \mu_c * W_t$$

Entonces:

$$P_h = \mu_c * W_t * V$$

$$P_h = 0.85 * 2000 \text{ N} * 0.655 \text{ m/s}$$

$$P_h = 1113.5 \text{ W}$$

$$P_h = 1.1 \text{ KW}$$

$$P_h = 1.5 \text{ HP}$$

Con los valores calculados, recurrimos al catálogo de motores hidrostáticos INTERNATIONAL:

BMG – 076 2SK

Velocidad: 0 a 475 RPM máx

Torque: 0 a 202 Nm

Potencia: 0 a 12.2 HP

Presión: 0 a 1810 PSI máx (127.25 Kg/cm²)

Caudal: 0 a 16 GPLmax

Peso: 13.2 Kg

Bomba hidráulica

Para la selección de la bomba se encuentra el caudal máximo requerido por los actuadores hidráulicos, en las características generales del motor nos señala que este puede otorgar 127.25 Kg/cm² (124.79 bar).

de:

$$P=Q \times Pr$$

tenemos:

$$P(Kw) = \frac{Q \left(\frac{l}{min} \right) * Pr (bar)}{600}$$

$$Q(l/min) = \frac{P(Kw) * 600}{Pr(bar)}$$

entonces:

$$Q(l/min) = \frac{1.1135(Kw) * 600}{124.79(bar)}$$

$$Q = 5.35 \text{ l/min} = 5350 \text{ cm}^3/\text{min}$$

Caudal teórico

$$Q_t = \frac{Q_{ef}}{\eta_v}$$

donde:

Q_t = caudal teórico

η_v = eficiencia volumétrica (0.95)

luego:

$$Q_t = \frac{5350}{0.95}$$

$$Q_t = 5631.58 \text{ cm}^3/\text{min}$$

Cilindrada

$$C = \frac{Q}{N}$$

donde:

C = cilindrada

N = velocidad angular del motor eléctrico (1720rpm)

Q = caudal

$$C = \frac{5631.58}{1720}$$

C = 3.27 cm³/rev (para un motor)

C=6.54 cm³/rev (para dos motores)

Presión total de la bomba

$$P_{\text{bomba}} = P_{\text{trabajo}} + P_{\text{pérdidas}}$$

donde:

$$P_{\text{trabajo}} = 70 \text{ bares}$$

$$P_{\text{pérdidas}}$$

$$P_{\text{bomba}} = 70 + 0.48 + 0.12 + 0.6 + 0.8$$

$$P_{\text{bomba}} = 72 \text{ bares}$$

$$P_{\text{bomba}} = 73.42 \text{ kg/cm}^2$$

Para una presión de 73.42 kg/cm^2 y una cilindrada de $6.54 \text{ cm}^3/\text{rev}$. Del Catálogo de KOMPASS se selecciona la siguiente bomba:

P109RU01GT

$P_{\text{máx}} = 250.42 \text{ kg/cm}^2$

$P_{\text{operacion}} = 210.42 \text{ kg/cm}^2$

Cilindrada = 9.1 ml/rev

Rango de velocidad = $600 - 4000 \text{ RPM}$

Sentido de rotación horario

Puertos de conexión = UNF(rosca fina)

Válvulas direccionales

Para este tipo de operaciones es aconsejable utilizar distribuidores 4X3 en la posición central no enlace (bloqueado).

Del catálogo de válvulas direccionales INTERNACIONAL, se tomó las válvulas IFP MD 20 1S71.

Características válvula IFP MD 20 1S71

- MD = Válvula monoblock
- 20 = serie de la válvula
- 1 = número de mandos
- S = SAE estándar
- 71 = número de designación
- $Q_{\text{máx}} = 15 \text{ GPM (56 l/min)}$
- $Q_{\text{rec}} = 12 \text{ GPM (45 L/min)}$
- $P_{\text{máx}} = 5000 \text{ PSI (350 bar)}$

Electroválvulas

Del catálogo de electroválvulas de EATON VICKERS se tienen las válvulas SV4 – 8 – C/CM Solenoid Valve

Q = 3 GPM (11 L/min)

P = 210 bar (3000 PSI)

Solenoid 12V

Difusor de caudal

Del catálogo de Prince Hydraulics de Válvulas de Control de Flujo Ajustable Compensadas se tiene la válvula RD 100.

$Q_{ent} = 30 \text{ GPM max @ } 3000 \text{ PSI}$

$Q_{sal} = 0 \text{ a } 8 \text{ GPM}$

Motor eléctrico

Para encontrar la potencia necesaria del motor eléctrico se calcula la potencia hidráulica requerida por el sistema hidráulico.

$$P_E = \frac{P_H}{n}$$

donde:

P_E = potencia del motor eléctrico

P_H = potencia del motor hidráulico

η_m = eficiencia mecánica (80%)

$$P_E = \frac{P_H}{n}$$

$$P_E = \frac{1.5}{0.8}$$

$$P_E = 1.875 \text{ HP}$$

Del catálogo de Motores Eléctricos WEG,
se selecciona el motor NEMA 48/56 – IP55

Potencia: 1.5 KW (2HP)

Frecuencia: 60 Hz

Rotación nominal: 1750 RPM

Voltaje nominal: 115/230 V

Corriente Nominal: 21/10.5 A

Par nominal: 8.19N

Peso: 24 Kg

Funcionamiento

Esquema hidráulico

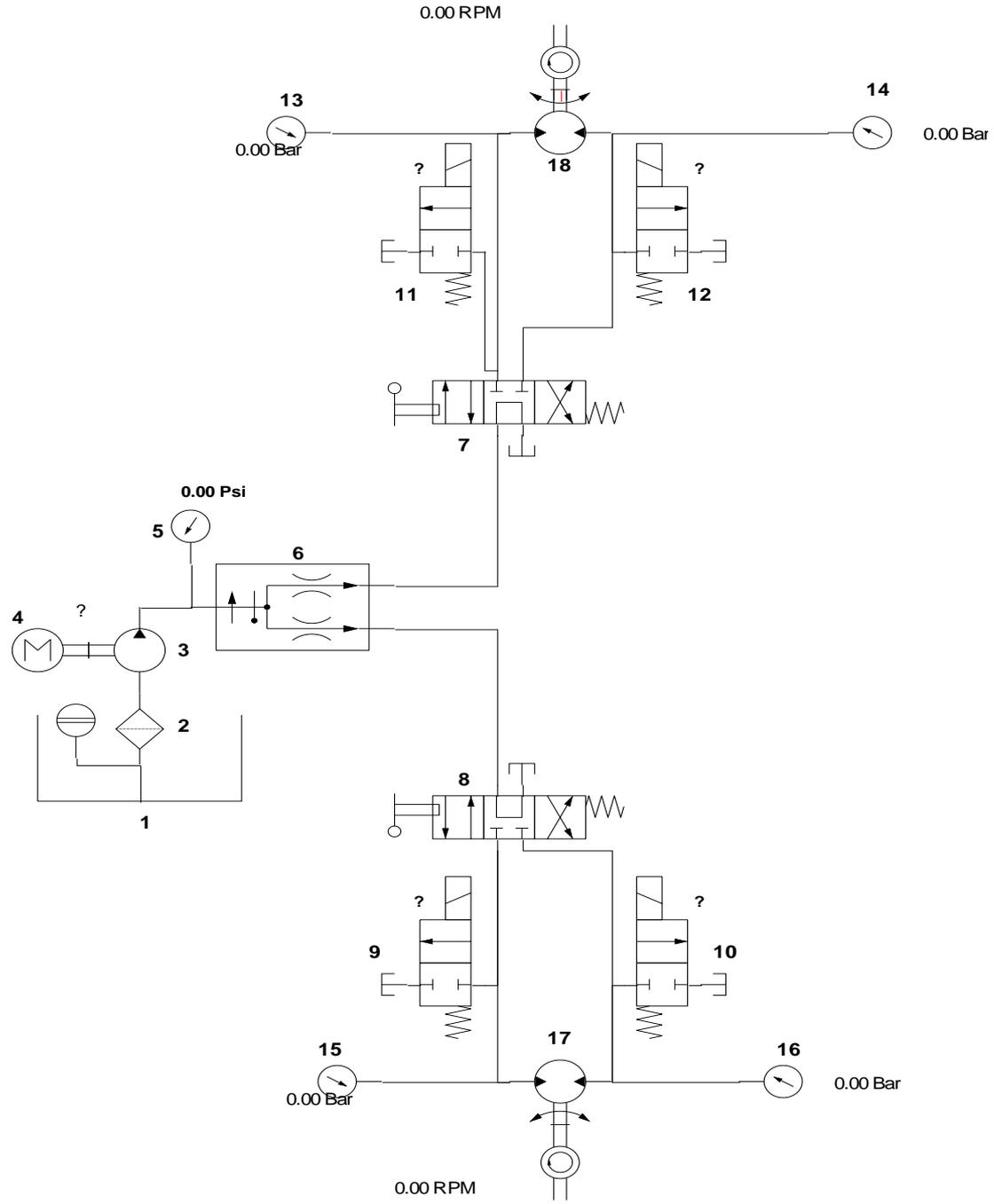
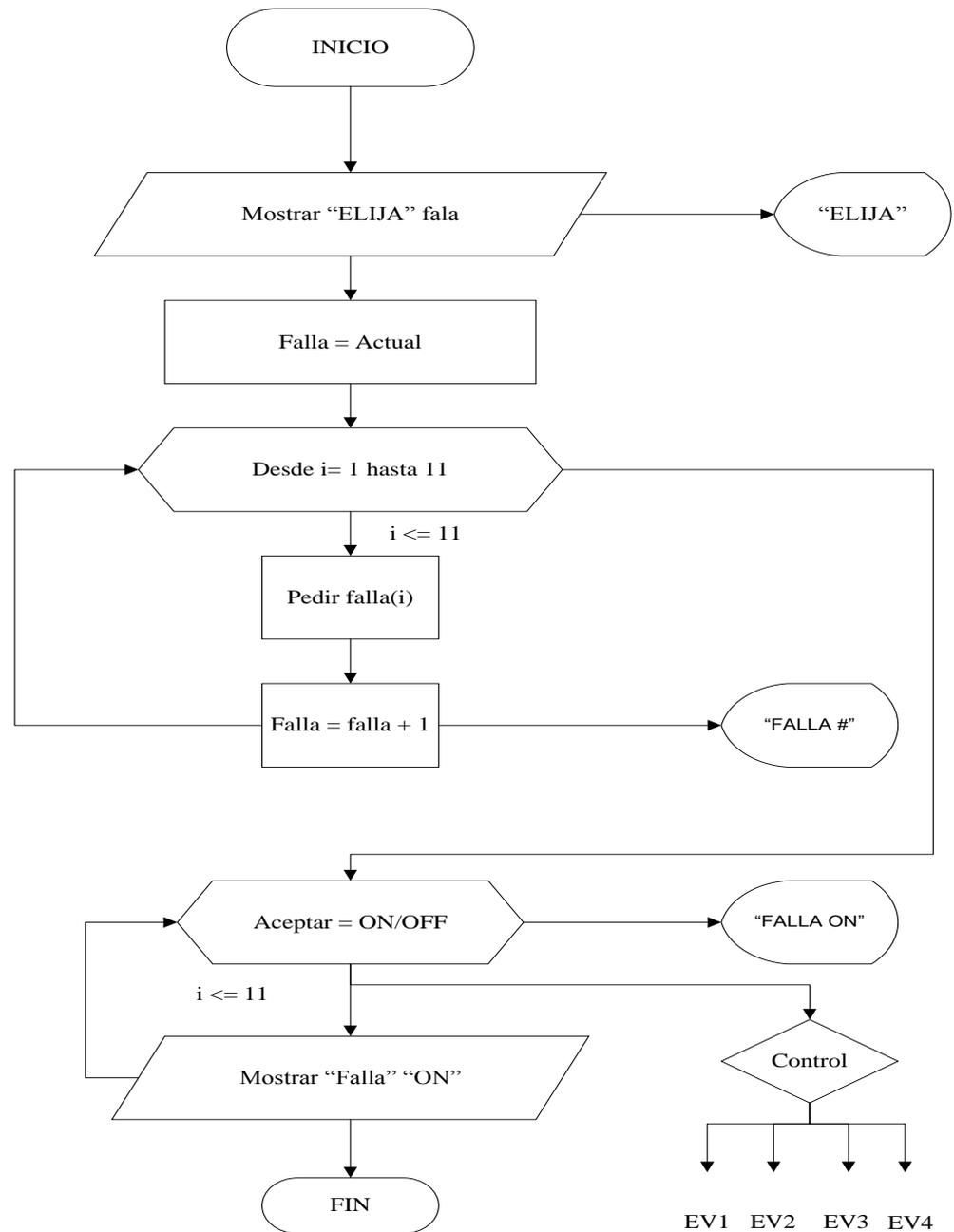
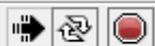


Diagrama de bloques aproximado de programación



Descripción del software





Puerto de Comunicación

INCREMENTAR

DECREMENTAR

ON/OFF

PANTALLA

FALLA # 0

STOP

SALIR

Pruebas de Funcionamiento

- **Velocidad de giro de motores hidráulicos.**

Se verificó el número de vueltas por minuto, se constató que el motor nos entrega 70 RPM.

- **Velocidad real de funcionamiento**

La máquina se desplaza a una velocidad de 0.55 m/s (2.16Km/h).

- **Presiones del sistema hidráulico**

Tanto en condiciones de reposo como de trabajo de los motores hidráulicos, dan una presión normal de funcionamiento de la bomba hidráulica, obteniéndose valores entre 5 y 20 bar (72.5 y 290 PSI).

Funcionamiento del sistema de control electrónico de fallas.

| N° FALLA | SENTIDO DE GIRO | PRESIONES(BAR) | | | | |
|----------|-----------------|----------------|-----------------|------------|---------------|------------|
| | | BOMBA | MOTOR IZQUIERDO | | MOTOR DERECHO | |
| | | | Manómetro1 | Manómetro2 | Manómetro3 | Manómetro4 |
| 1 | ADELANTE | 20 | 20 | - | 20 | - |
| | REVERSA | 20 | - | 0 | - | 20 |
| 2 | ADELANTE | 20 | 0 | - | 20 | - |
| | REVERSA | 20 | - | 20 | - | 20 |
| 3 | ADELANTE | 20 | 20 | - | 20 | - |
| | REVERSA | 20 | - | 20 | - | 0 |
| 4 | ADELANTE | 20 | 20 | - | 0 | - |
| | REVERSA | 20 | - | 20 | - | 20 |
| 5 | ADELANTE | 20 | 0 | - | 20 | - |
| | REVERSA | 20 | - | 0 | - | 20 |
| 6 | ADELANTE | 20 | 20 | - | 0 | - |
| | REVERSA | 20 | - | 20 | - | 0 |

| | | | | | | |
|----|----------|----|----|----|----|----|
| 7 | ADELANTE | 15 | 0 | - | 0 | - |
| | REVERSA | 15 | - | 0 | - | 0 |
| 8 | ADELANTE | 20 | 20 | - | 20 | - |
| | REVERSA | 10 | - | 0 | - | 0 |
| 9 | ADELANTE | 10 | 0 | - | 0 | - |
| | REVERSA | 20 | - | 20 | - | 20 |
| 10 | ADELANTE | 20 | 20 | - | 0 | - |
| | REVERSA | 20 | - | 0 | - | 20 |
| 11 | ADELANTE | 20 | 0 | - | 20 | 0 |
| | REVERSA | 20 | - | 20 | - | 0 |

CONCLUSIONES

- ⦿ La versatilidad del uso de trenes de rodaje en la maquinaria pesada ha evolucionado con el pasar del tiempo, razón por la cual los sistemas tradicionales de transmisión mecánica han sido reemplazados por los sistemas hidráulicos, debido que estos brindan un mejor desempeño para las condiciones de trabajo a las que están expuestas.
- ⦿ Con el fin de obtener una similitud con los sistemas reales de los tractores, se optó por la utilización de un sistema hidráulico, el cual está compuesto en su variedad por elementos fácilmente visibles en dichos tractores, resultado de esto tenemos una fuente de investigación palpable con la realidad de su funcionamiento.
- ⦿ Los coeficientes de seguridad de los elementos que conforman el banco didáctico no son altos, ya que la función que va realizar el mecanismo no requiere mayores esfuerzos. Por otro lado la arquitectura de todas las partes requiere que las dimensiones de muchas de ellas sean concordantes con el resto.

Recomendaciones

- ⦿ Para tener un funcionamiento correcto de la banda de rodadura, se debe controlar que no se encuentre con ajuste excesivo, o por el contrario demasiado flojo, que ocasionaría el desarmado o descarrilamiento deliberado de las bandas.
- ⦿ Al manipular el banco didáctico es necesario tomar en cuenta las medidas de seguridad del taller, de igual forma tener exclusiva atención con objetos o personas cercanas a las bandas de rodadura, debido que puede causar graves accidentes.
- ⦿ Se exhorta a las futuras generaciones de estudiantes se desarrollen propuestas de optimización del banco didáctico, con la finalidad de promover la creatividad y el desarrollo técnico-práctico en su preparación profesional.

Gracias por la atención