



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**

**DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA**

**TEMA: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
MONITOREO Y AUTOINFLADO DE NEUMATICOS EN EL  
VEHÍCULO JEEP WILLYS CJ3A”**

**AUTORES: SOCASI GUALOTUÑA, SAUL ALEXIS  
VILLACIS MARIN JAIME DAVID**

**DIRECTOR: ING. QUIROZ LEONIDAS, LEONIDAS ANTONIO**

**2022**



# CONTENIDO

- **Antecedentes**
- **Planteamiento del problema**
- **Objetivos**
- **Introducción**
- **Implementación del sistema**
- **Pruebas**
- **Análisis de resultados**
- **Conclusiones**
- **Recomendaciones**

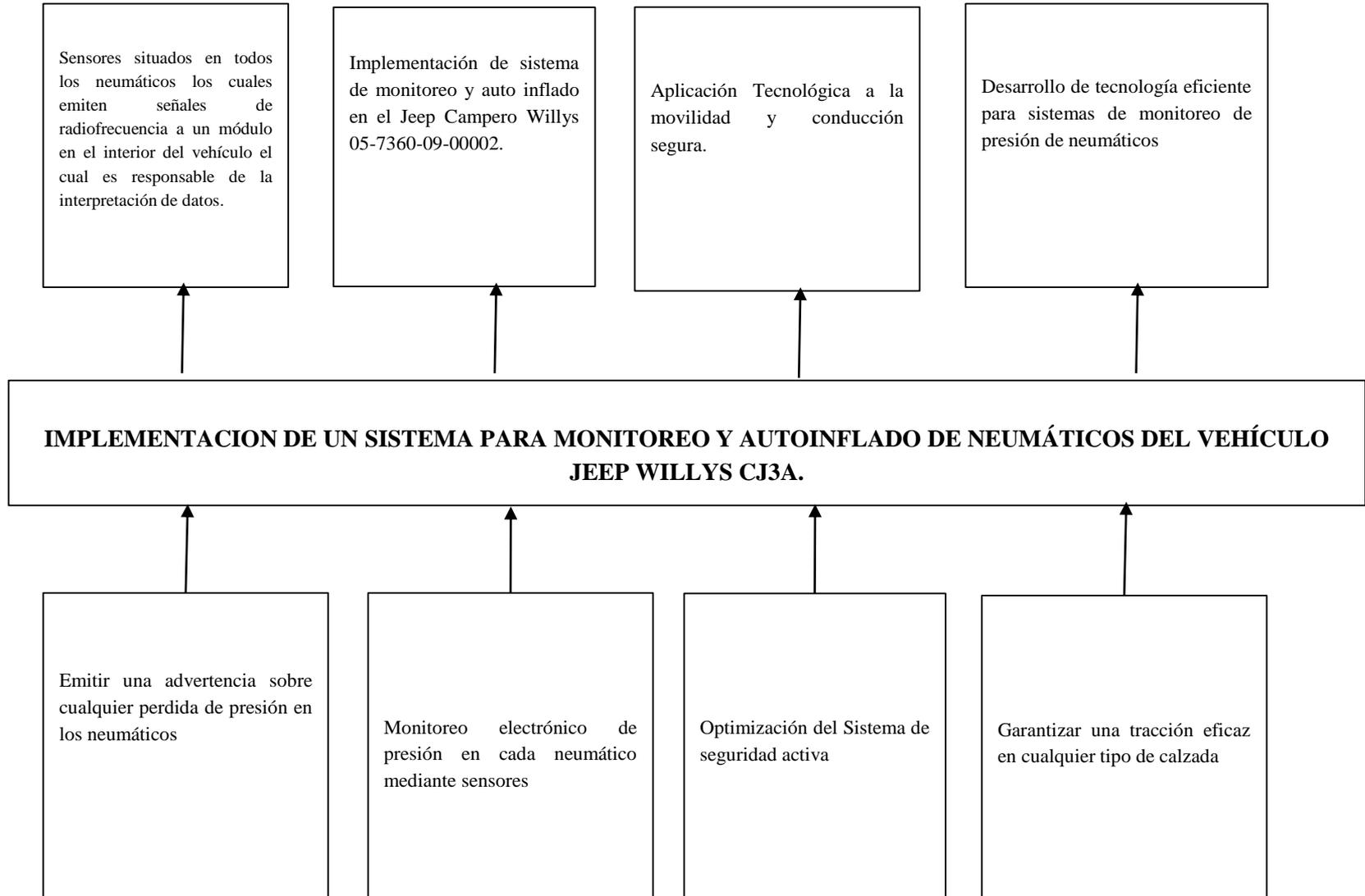


# ANTECEDENTES

- Debido a que los neumáticos son los únicos elementos que permanecen en contacto con la calzada estos tienen una gran influencia sobre el rendimiento, comportamiento y prestaciones de los vehículos, transforman la fuerza del motor en tracción y son los responsables del frenado y estabilidad en curvas.
- Los sistemas de monitoreo de presión y recarga automática de neumáticos se han convertido en un eslabón vital para la seguridad activa del vehículo.
- Un sistema de auto inflado tiene el objetivo de mantener a un nivel preestablecido la presión de aire en los neumáticos del vehículo mediante un panel de monitoreo instalado en el vehículo, que envía aire a las ruedas ya sea en movimiento o no.



# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



# OBJETIVOS

- **Objetivo General**
- Implementar el sistema de control electrónico de monitoreo y autoinflado de neumáticos del vehículo Jeep Willys CJ3A.



# OBJETIVOS

- **Objetivos específicos**
- Investigar de fuentes bibliográficas información técnica y científica de los sistemas automotrices, seguridad activa y pasiva del Jeep Campero Willys.
- Fundamentar en fuentes digitales confiables los sistemas TPMS con control electrónico, monitorización de presión y autoinflado de neumáticos para vehículos todoterreno cuatro por cuatro.
- Diseñar tecnología electrónica de un sistema de seguridad activa trazada para alertar al conductor sobre un cambio en la presión de los neumáticos.
- Establecer un método de medición directo de presión de neumáticos por sensor que mida físicamente la presión absoluta del aire dentro de la cavidad del neumático
- Generar una alerta visible y sonora para el conductor si alguno de los neumáticos pierde presión.



# OBJETIVOS

- **Objetivos específicos**
- Implementar el método de medición directo en el vehículo Jeep Willys CJ3A. que emita una señal luminosa – sonora de advertencia al conductor que se encienda en el panel de instrumentos.
- Diseñar e implementar un sistema de autoinflado con regulador interno para medir la presión con una entrada de suministro de aire exterior.
- Introducir en la cámara de aire comprimido por compresión al neumático controlado de manera manual o automática según las condiciones y formas de conducción en el Jeep Willys CJ3A.



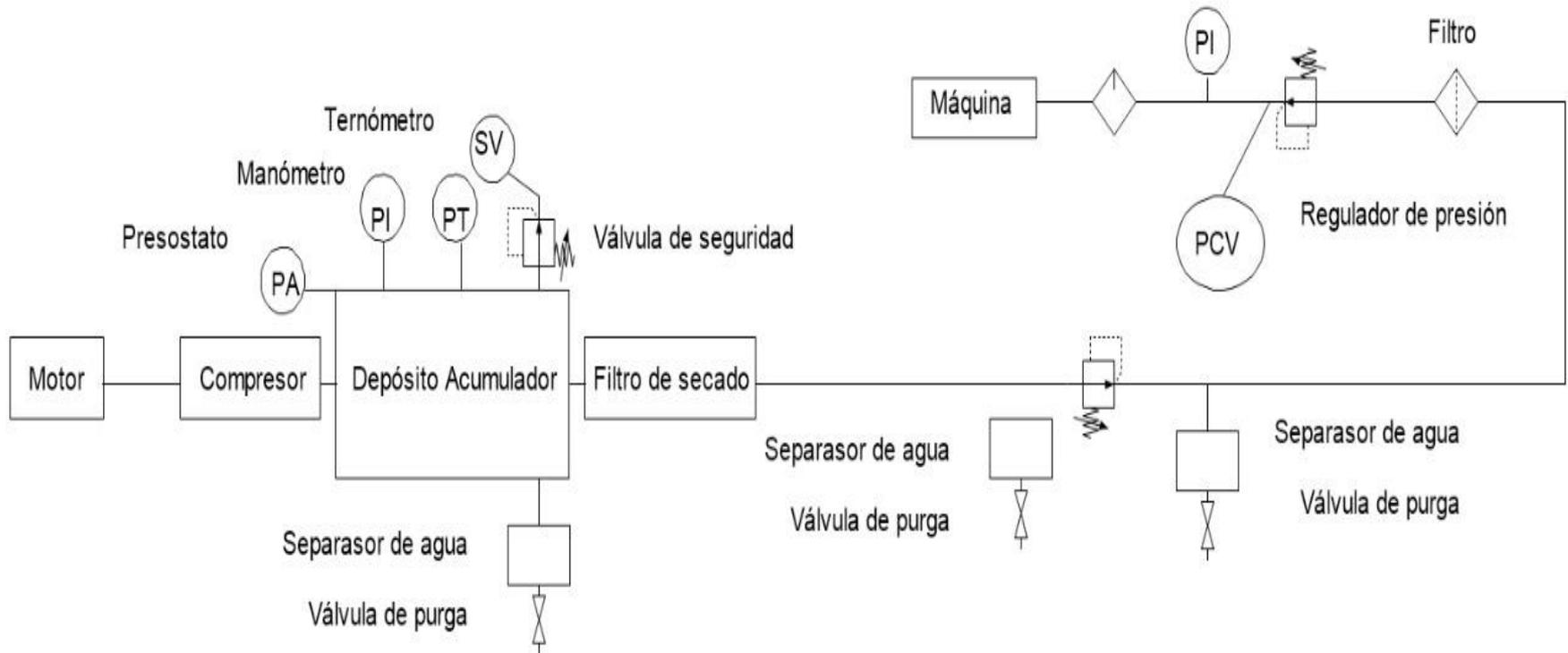
# OBJETIVOS

- **Objetivos específicos**
- Permitir al conductor del automóvil variar tanto manualmente desde la rueda o desde los mandos del tablero de control automáticamente de acuerdo con las necesidades requeridas para la conducción que trabaje como un sistema de autoinflado y desinflado.
- Realizar pruebas de funcionamiento de los subsistemas neumáticos como de gestión electrónica en funcionamiento estático y dinámico.
- Determinar la autonomía del Jeep Willys CJ3A considerando al procedimiento del test federal con el programa de conducción con dinamómetro urbano (UDDS) y ciclo LA-4 y el procedimiento del test federal FTP – 75 para el ciclo de conducción en ciudad



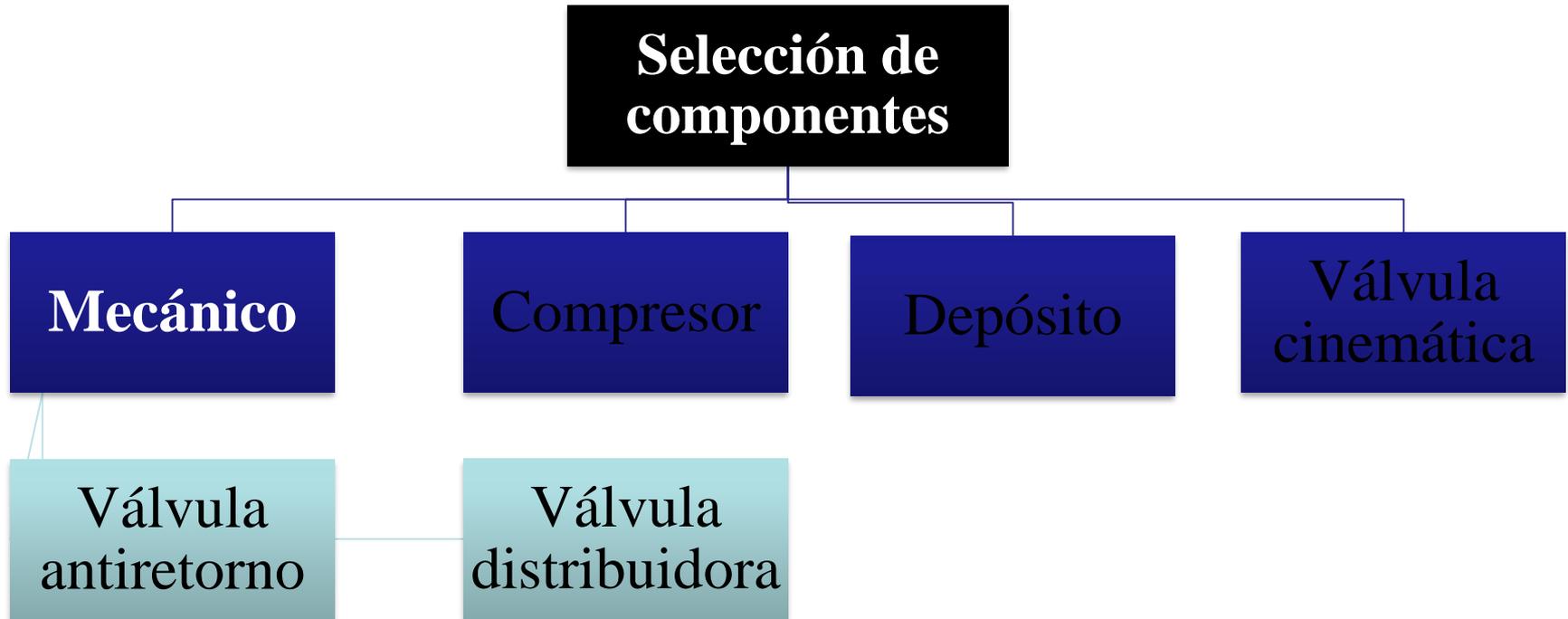
# INTRODUCCIÓN

- **Funcionamiento del sistema de autoinflado de neumáticos**



# INTRODUCCIÓN

- Componentes del sistema neumático



# INTRODUCCIÓN

- Componentes del sistema mecánico

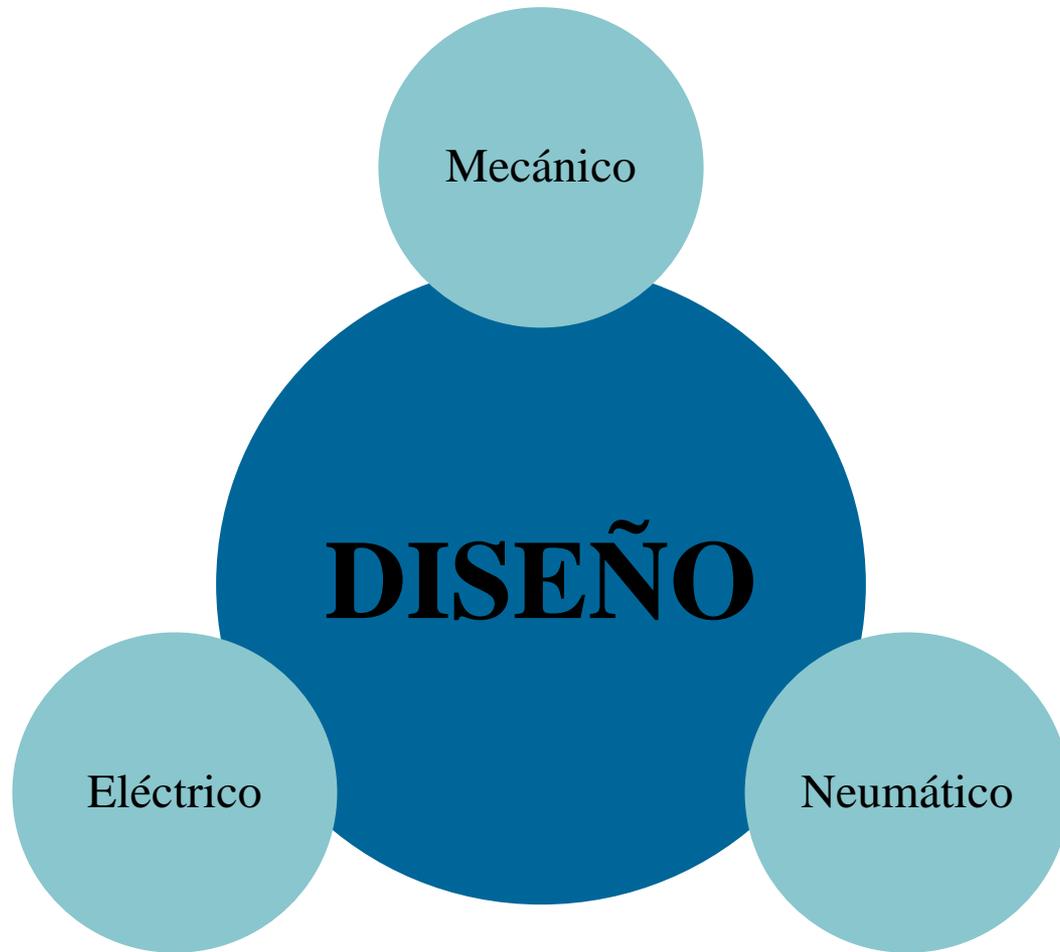
**Selección de componentes**

**Panel de control**

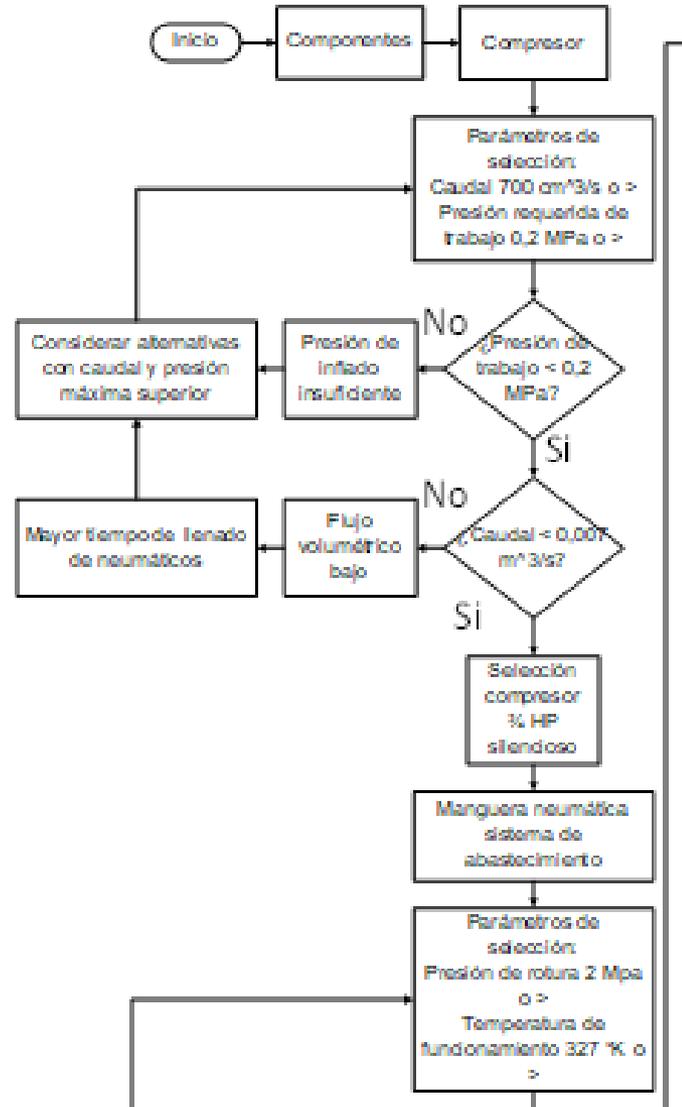
**Inversor de tensión**



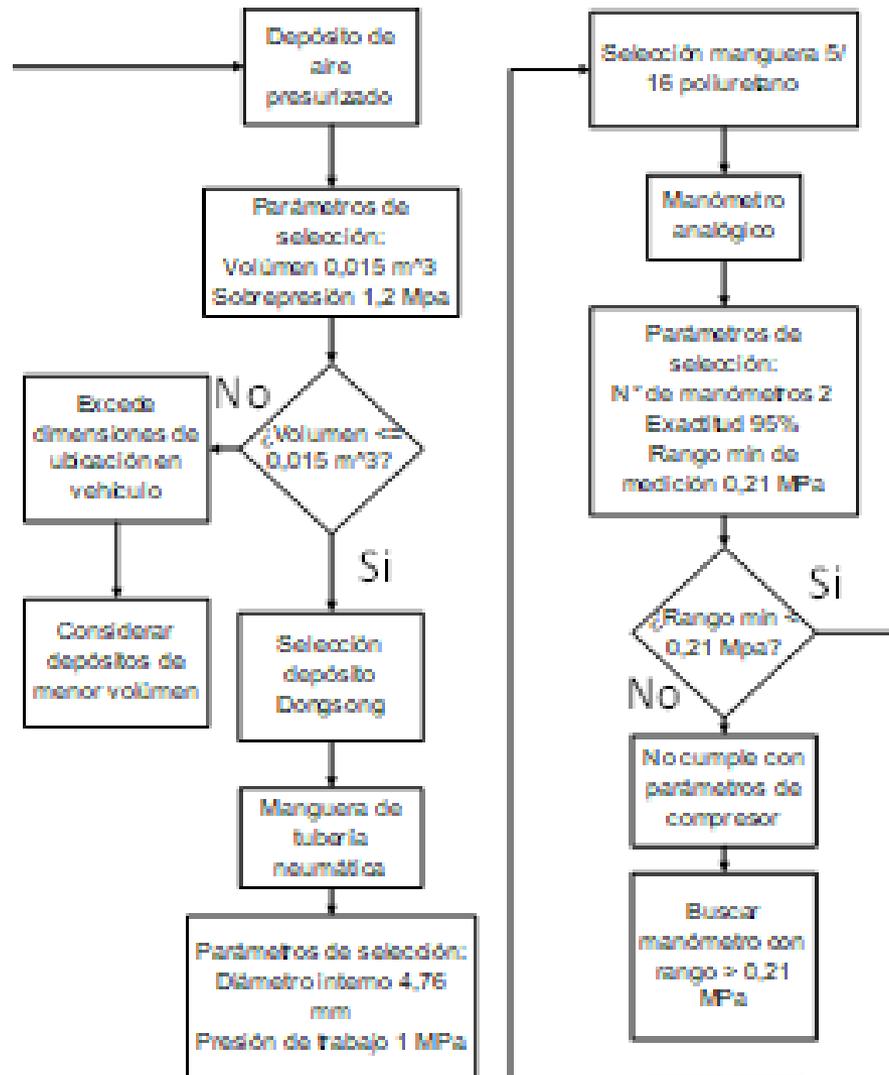
# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA



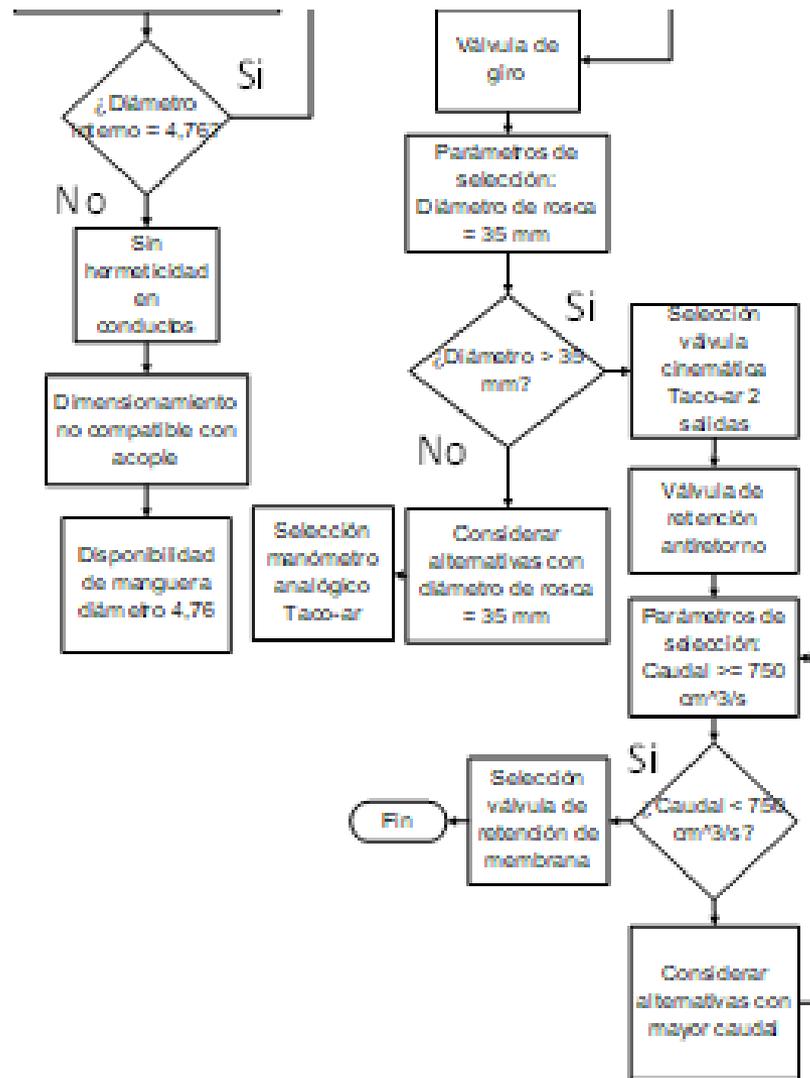
# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA



# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA



# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

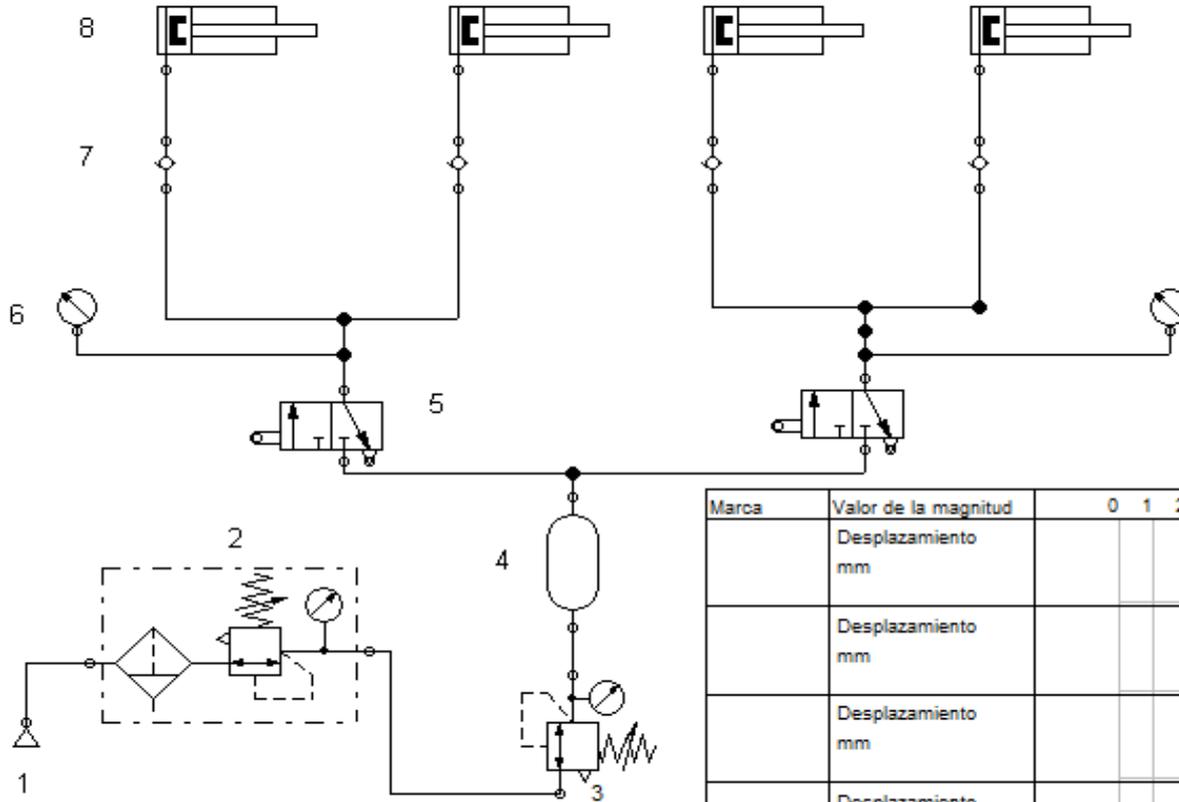


# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

## CIRCUITO NEUMÁTICO

EJE DELANTERO

EJE POSTERIOR



Marca	Valor de la magnitud	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Desplazamiento mm											
	Desplazamiento mm											
	Desplazamiento mm											
	Desplazamiento mm											

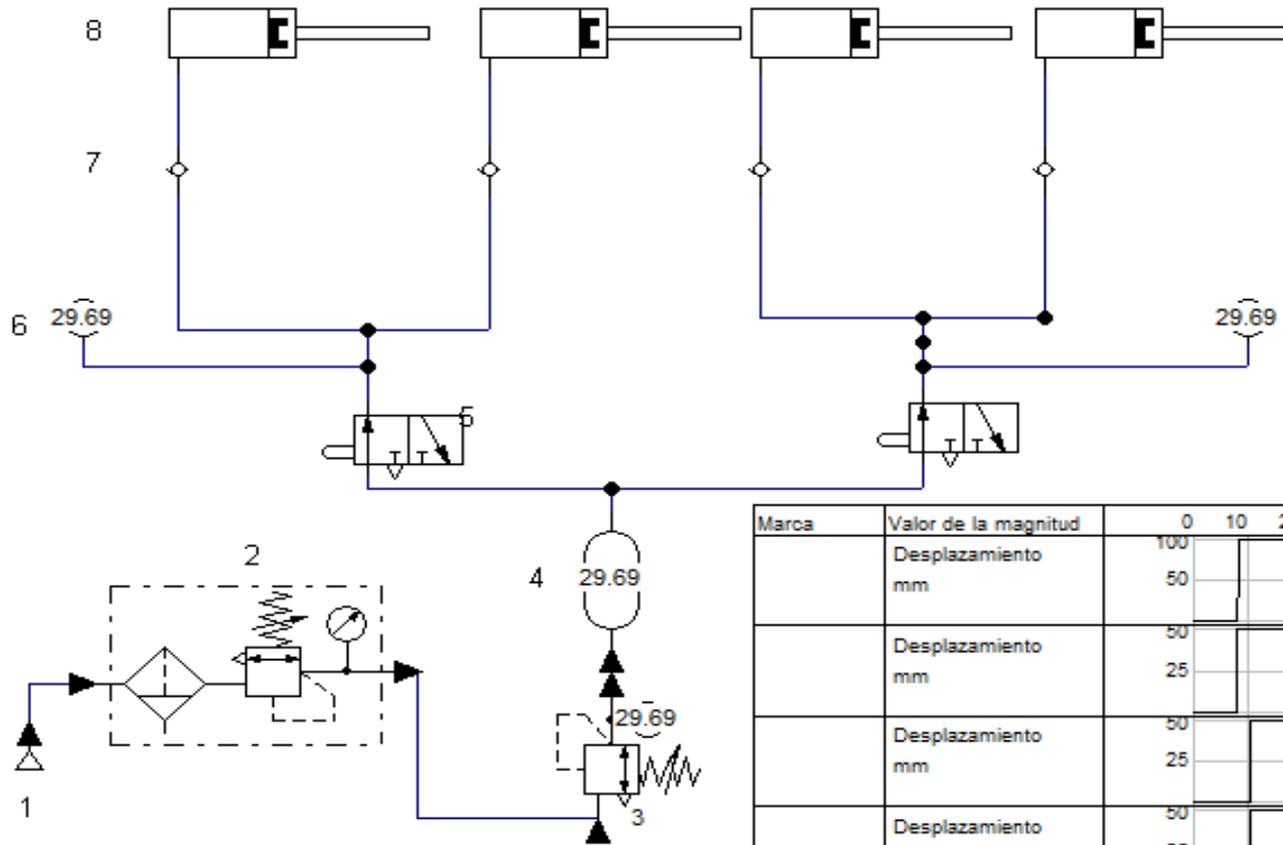


# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

## CIRCUITO NEUMÁTICO

EJE DELANTERO

EJE POSTERIOR



Marca	Valor de la magnitud	0	10	20	30	40	50	60
	Desplazamiento mm	100						
	Desplazamiento mm	50						
	Desplazamiento mm	50						
	Desplazamiento mm	25						
	Desplazamiento mm	50						
	Desplazamiento mm	25						



# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

## Parámetros

Parámetro	Valor	Unidad
Presión de entrada del compresor	$P_1 = 0.69$	<i>MPa</i>
	$P_1 = 100$	<i>Psi</i>
Presión de salida a los neumáticos	$P_2 = 0.21$	<i>MPa</i>
	$P_2 = 30$	<i>Psi</i>
Diámetro cañería sistema de abastecimiento	$D_1 = 0.2$	<i>m</i>
Diámetro interno cañería neumática	$D_2 = 0.05$	<i>m</i>
Peso específico del aire	$\gamma = 1,29$	$\frac{kgf}{m^3}$



# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Parámetro	Valor	Unidad
Caudal	$Q = \sqrt{\frac{(P_2 - P_1)\pi}{8\gamma \left(\frac{1}{D_1^4} - \frac{1}{D_2^4}\right)}}$	$\frac{m^3}{s}$
Caudal	0.038 38	$\frac{m^3}{s}$ $\frac{Lt}{s}$
Ancho neumático	$A_n = 16,5$	$m$
Límite superior	$b = 7$	$m$
Límite inferior	$a = 7$	$m$
Diámetro exterior neumático	$R = 73,5$	$m$
Diámetro interno neumático	$r = 40,6$	$m$
Volúmen	$V = \pi \int_a^b (R^2 - r^2) dx$	$m^3$
Volúmen	35	$m^3$
Tiempo	$T = \frac{V}{Q}$	$s$
Tiempo	54,73	$s$



# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA



Tipo	Presión máx. de trabajo Mpa/Psi	diámetro mm	Peso kg	Tolerancia Mpa/Psi	Caudal $\frac{m^3}{s} / \frac{lt}{s}$
Válvula de retención de globo	0,034/ 5	12	0,024	0,007/ 1	0,00075/ 0,75
Válvula de retención de membrana	1,720/ 250	7,94	0,05	0,021/ 3	0,00075/ 0,757
Válvula de retención de bolas	1/ 145	6	0,075	0.028/ 4	0,00083/ 083

Tipo	Diámetro exterior mm	Diámetro interior mm	Presión de trabajo Mpa/Psi	Presión de rotura Mpa/Psi	Temperatura máxima de funcionamiento
Conducto termo plástica	15,47	9,525	2,76/ 400	8,27/ 1200	333
Conducto caucho Auto TG	31,75	25,4	0,55/ 80	0,689 4/ 100	175
Conducto neumática Poliuretano	7,94	4,7625	1/ 145	2,5/ 363	210



# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Tipo	Diámetro mm	Longitud mm	Entradas de aire	Salidas de aire	Tipo	Diámetro exterior mm	Diámetro Interior mm	Presión de trabajo Mpa/ Psi	Presión de rotura Mpa/ Psi
Válvula cinemática Rodoar	10	35	1	3	Cañería de goma Campbell Hausfeld	25	19.05	1,03/ 150	2/ 290
Válvula cinemática Ronda	35	120	1	4	Cañería de caucho negra AIR20	36	25	0,14/ 20	1,5/ 218
Válvula cinemática TACO-AR	35	90	1	2	Cañería negra AIR10	40	30	0,07/ 10	1,5/ 218



# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Tipo	Diámetro nominal mm	Rango de indicación Mpa/ Psi	Exactitud Mpa/ Psi
Versión estándar	80	40/ 5801	1,6/ 232
Versión soldada ISO 5171	50	40/ 5801	0,25/ 036
Versión panel	52	1,103/ 160	0,1/ 15

Tipo	Presión máxima Mpa/Psi	Velocidad de rotación mm	Caudal $\frac{m^3}{s} / \frac{lt}{s}$	Voltaje de alimentación V
HP60	0,8/ 116	2000	0,002/ 2000	110
HP75	1/ 145	2960	0,0025/ 25000	110
HP $\frac{3}{4}$	0,7/ 101	1700	0,0007/ 7000	110



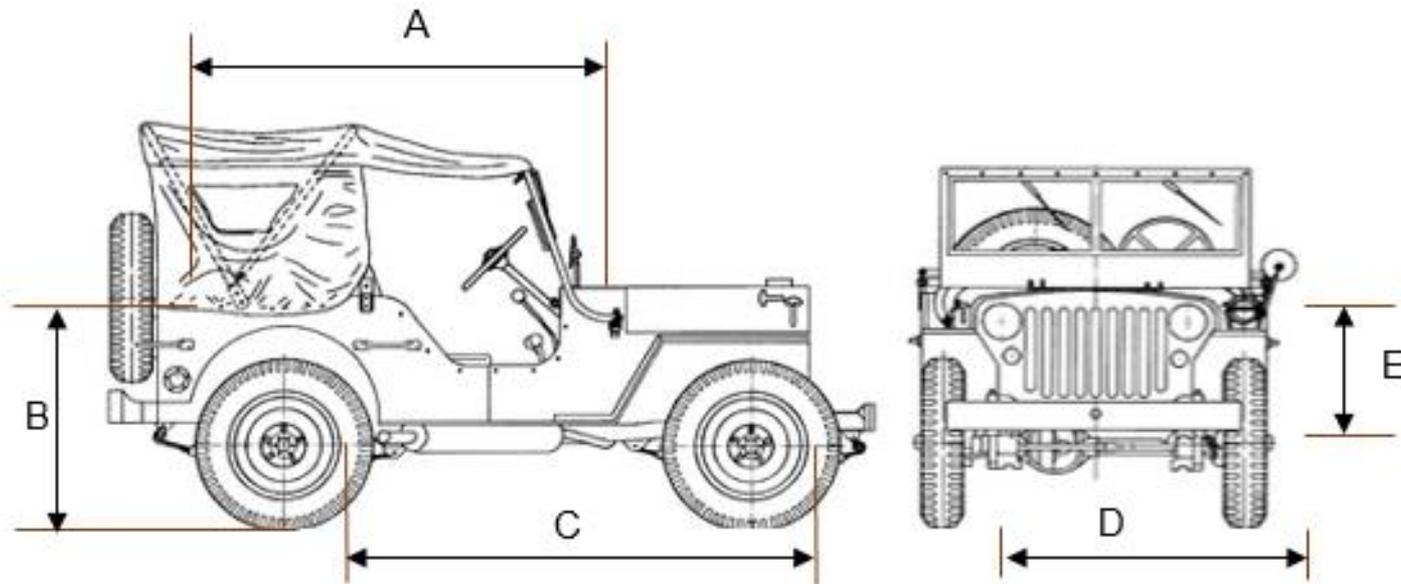
# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Tipo	Volumen	Sobrepresión Mpa/ Psi	Material	Temperatura máxima funcionamiento °K
CRB30	0,030/ 30	3/ 435	Acero galvanizado	450
CRB25	0,025/ 25	1,5/ 217	Acero galvanizado	375
CRB15	0,015/ 15	1,2/ 175	Acero al carbono	373

Tipo	Peso Kg	Material	Diámetro externo cm
Conexión neumática T	0,05	Aleación de acero	0,48
Conexión neumática Y	0,06	Aleación de Aluminio	0,5
Conexión neumática recta	0,065	Aleación de acero	0,55



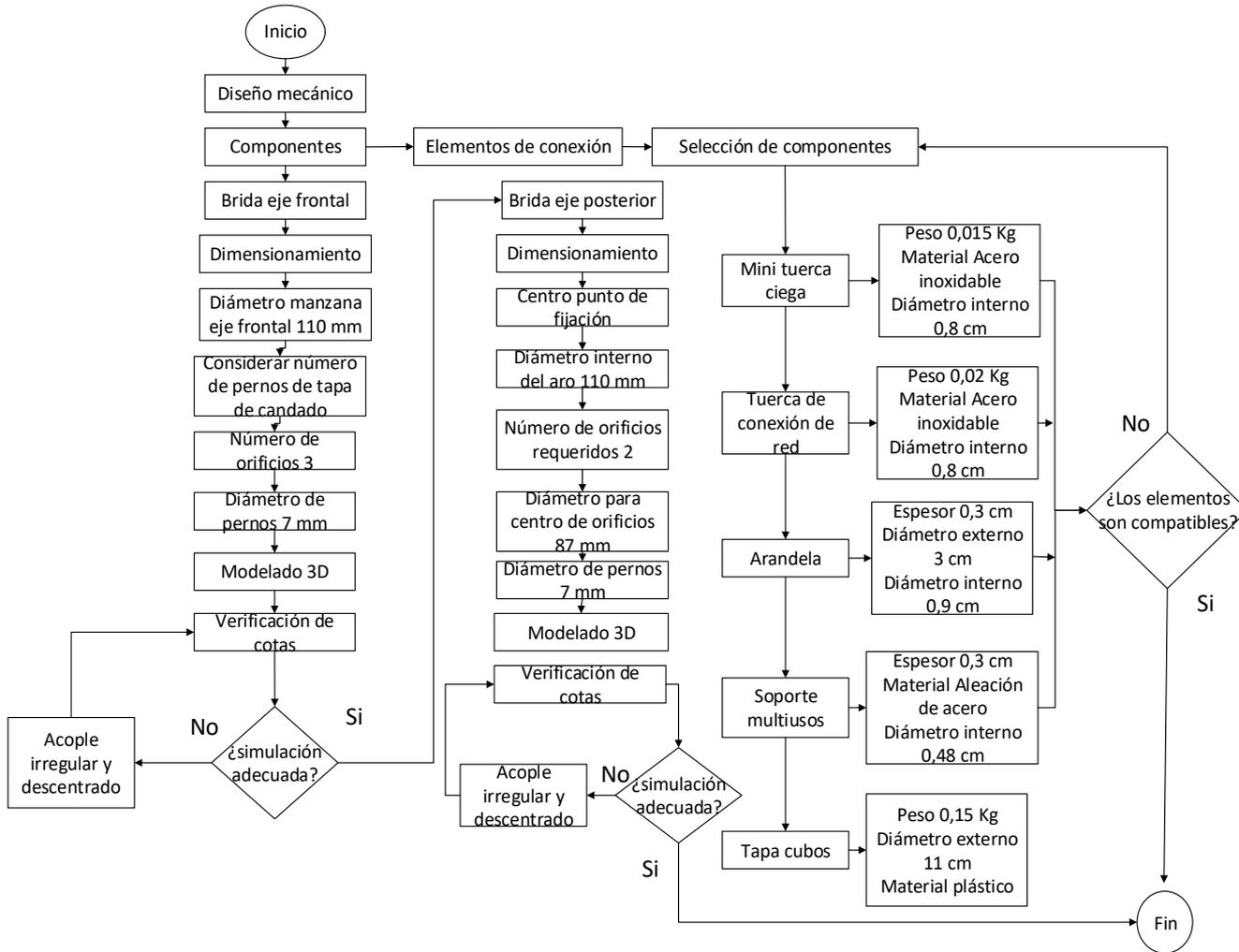
# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA



Dimensionamiento		
A	Distancia entre la carrocería posterior al inicio del capó	1,66 m
B	Distancia del suelo a balde superior	0,97 m
C	Distancia entre ejes	2,03 m
D	Distancia entre centro de neumáticos	1,22 m
E	Distancia entre centro del eje de ruedas al balde superior	0,35 m

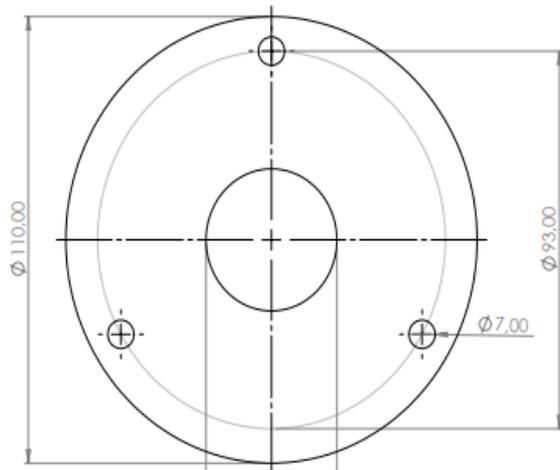


# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

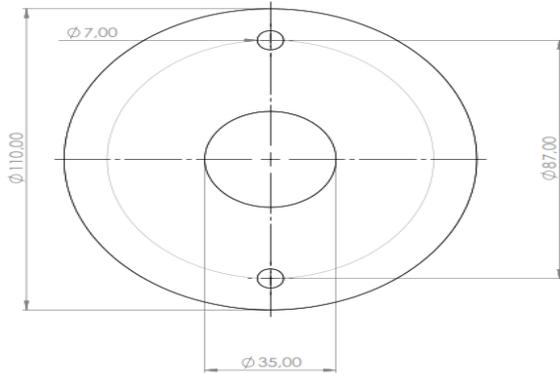


# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

VISTA FRONTAL



VISTA FRONTAL

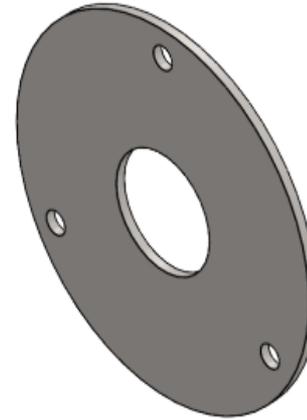


VISTA SUPERIOR

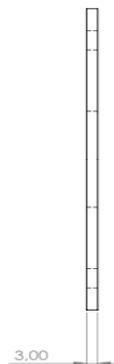


VISTA SUPERIOR

VISTA ISOMÉTRICA



VISTA ISOMÉTRICA



# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

## Elementos de conexión mecánica

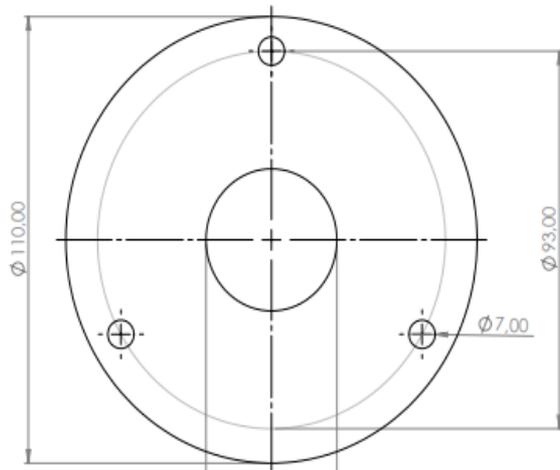
Tipo	Peso Kg	Material	Diámetro interno cm
Circular	0,010	Acero inoxidable	0,4
Cuadrada	0,010	Acero inoxidable	0,44
Hexagonal	0,015	Acero inoxidable	0,8

Tipo	Peso Kg	Material	Diámetro interno cm
simple	0,010	aluminio	0,6
simple	0,015	aluminio	0,75
multiusos	0,02	Acero inoxidable	0,8

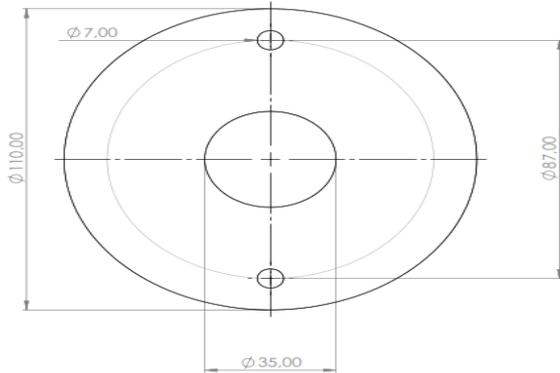


# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

VISTA FRONTAL



VISTA FRONTAL

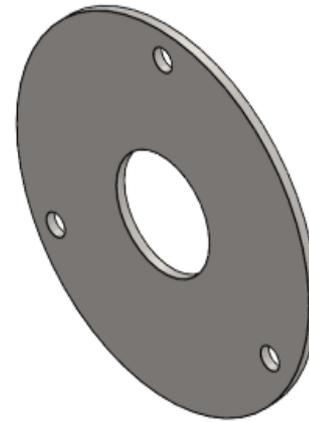


VISTA SUPERIOR

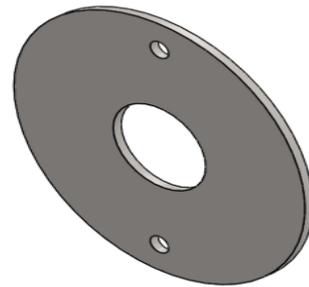
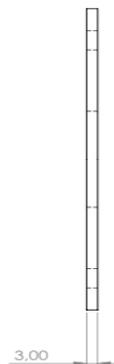


VISTA SUPERIOR

VISTA ISOMÉTRICA



VISTA ISOMÉTRICA



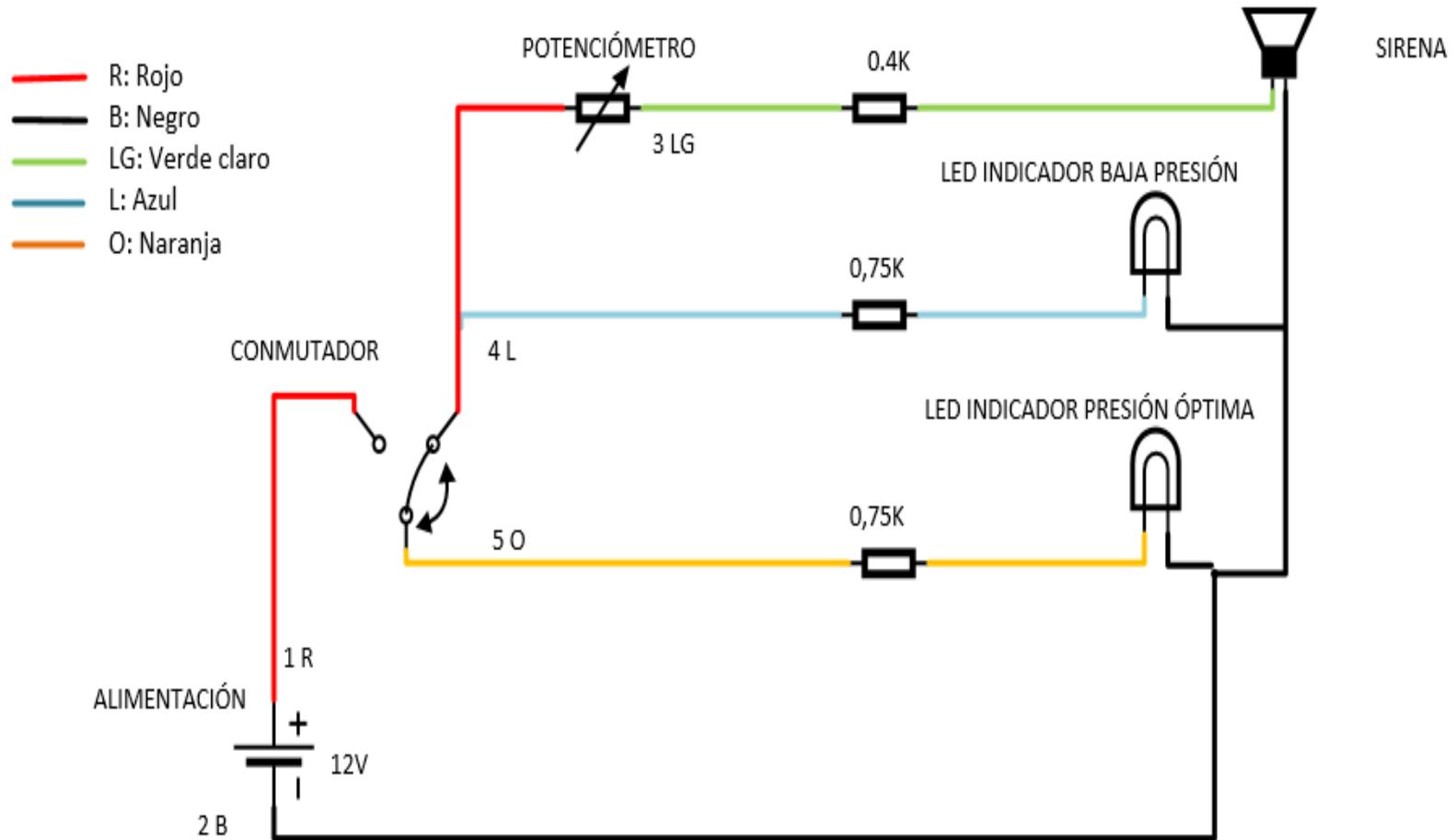
# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Tipo	Peso Kg	Material	Diámetro interno cm	Espesor cm
Soporte vertical	0,001	aluminio	0,35	0,3
Soporte horizontal	0,002	acero	0.4	0,3
Soporte L	0,002	Aleación de Acero	0,48	0,3

Tipo	Material	Diámetro externo cm
Tapacubos A	Aluminio	10
Tapacubos F	Fibra de vidrio	15
Tapacubos P	Plástico	11



# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

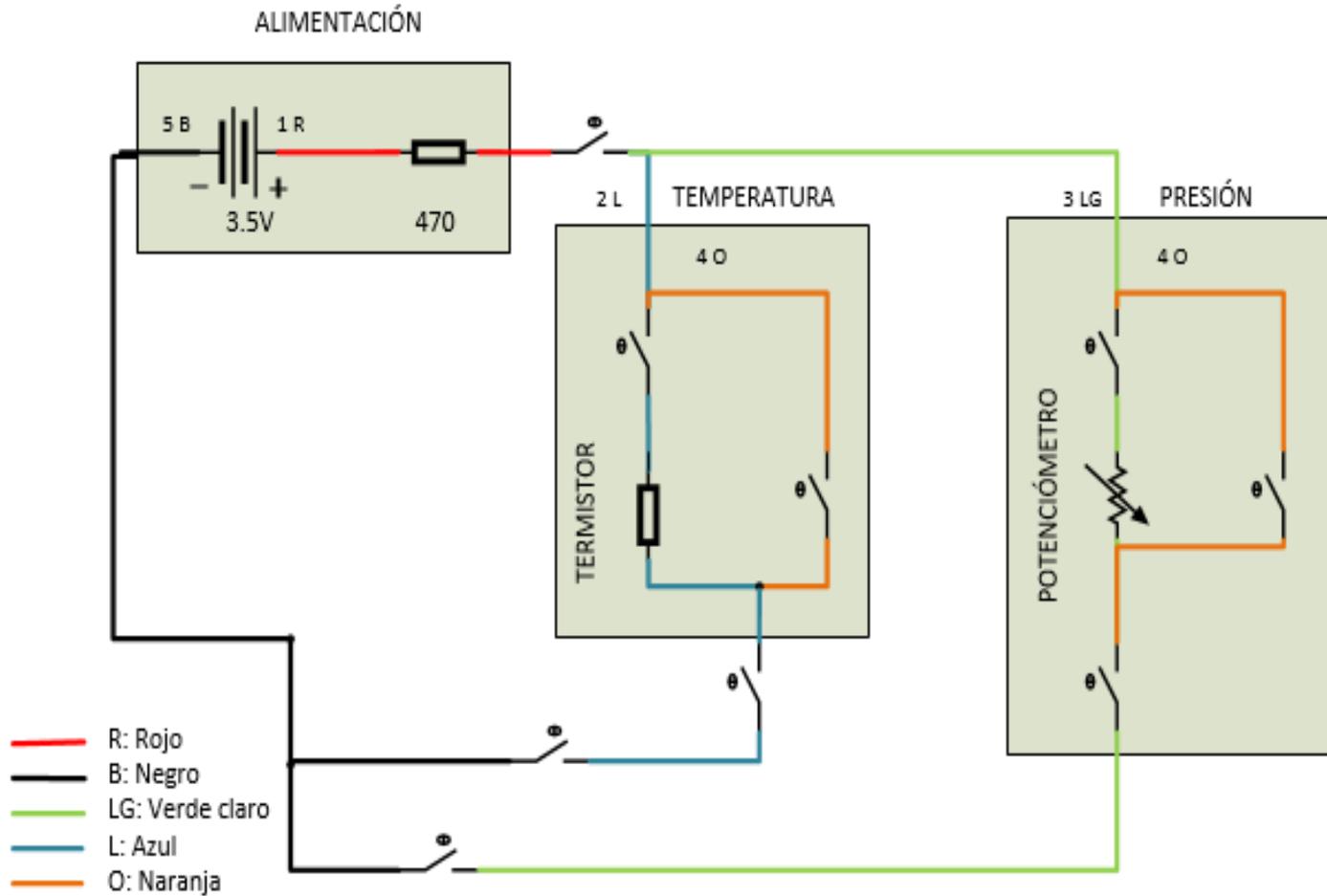


# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

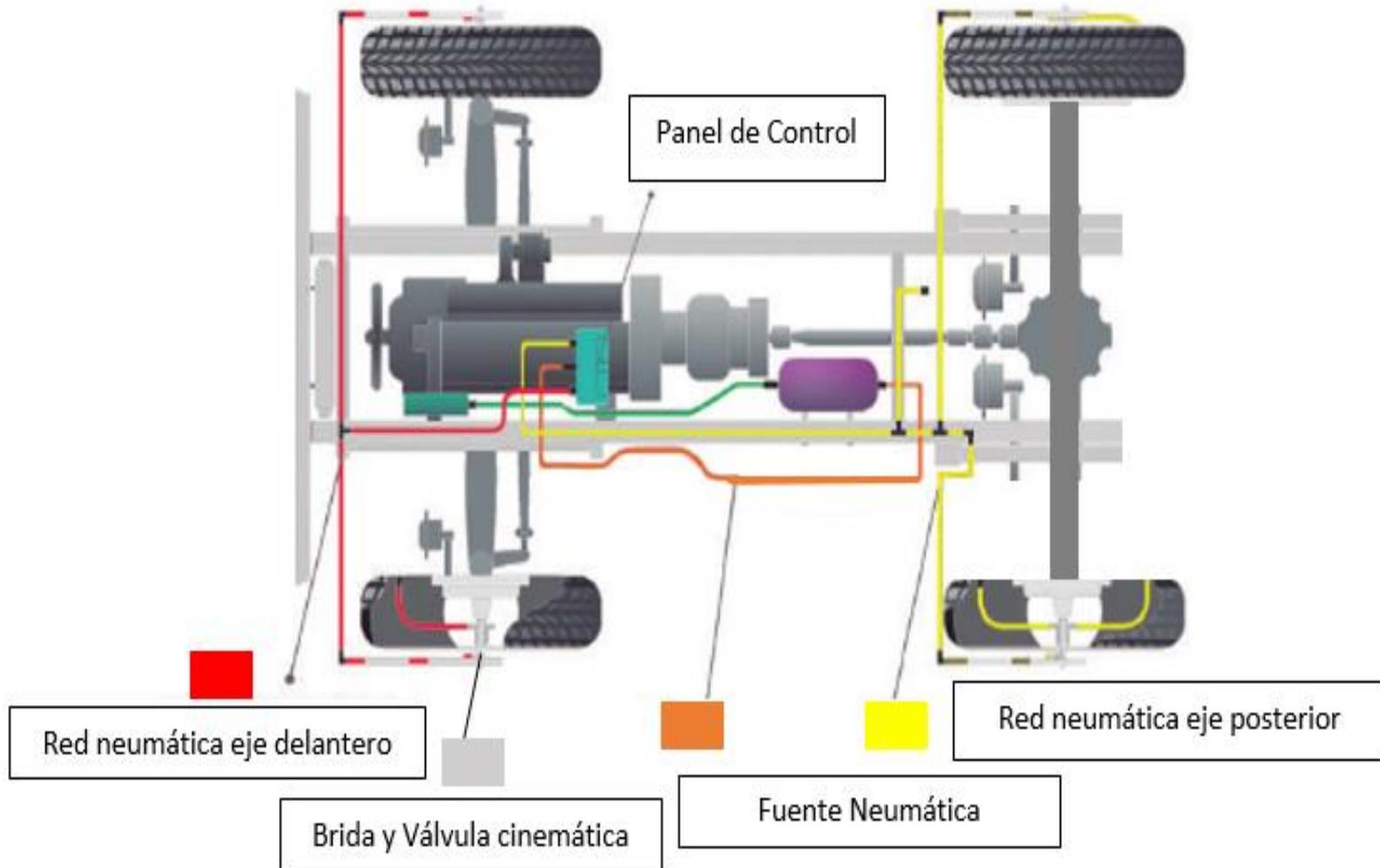
Tipo	Voltaje de entrada Vdc	Voltaje de salida Vac	Tolerancia V	Frecuencia Hz	Potencia W	Temperatura de trabajo °K
Sirio 2000	100	230	± 5	51	500 - 1400	325
Max 2000W	500	260	± 10	53	100 - 2000	340
Onda Pura 4000W	10 - 15	100 - 120	± 10	60	80 - 5000	345



# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA



# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA



# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA



# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA



# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA



# PRUEBAS ESTATICAS

PRESIÓN INICIAL		PRESIÓN FINAL		TIEMPO	
Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad
0	MPa	0,207	MPa	55,59	s
	MPa		MPa	53,21	s
	MPa		MPa	54,29	s
0,103	MPa	0,207	MPa	27,80	s
	MPa		MPa	28,40	s
	MPa		MPa	28,92	s
0,155	MPa	0,207	MPa	15,11	s
	MPa		MPa	14,50	s
	MPa		MPa	14,92	s

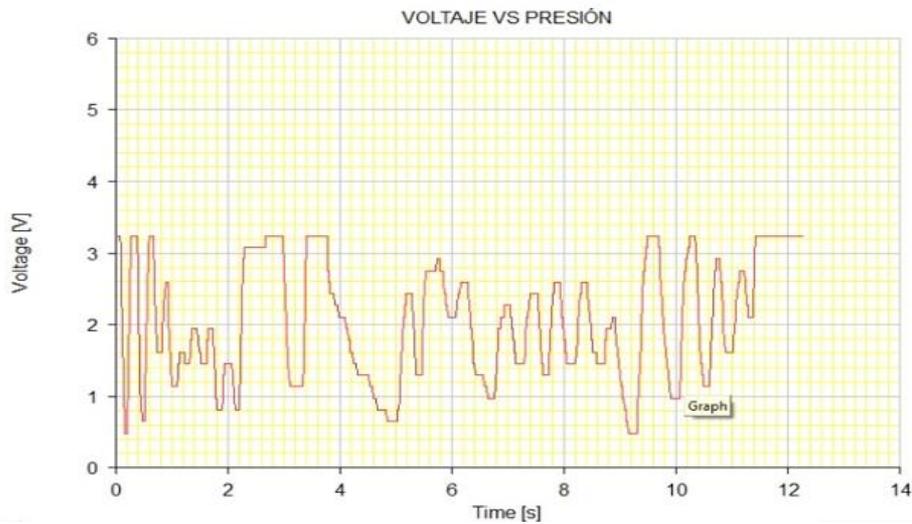


# PRUEBAS DINAMICAS

Presión inicial		Presión final		Velocidad		Tiempo	
Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor promedio	Unidad	Valor	Unidad
0,1034	<i>MPa</i>	0,207	<i>MPa</i>	10	$\frac{Km}{h}$	57,58	s
	<i>MPa</i>	0,207	<i>MPa</i>	20	$\frac{Km}{h}$	59,12	s
	<i>MPa</i>	0,207	<i>MPa</i>	30	$\frac{Km}{h}$	60,69	s



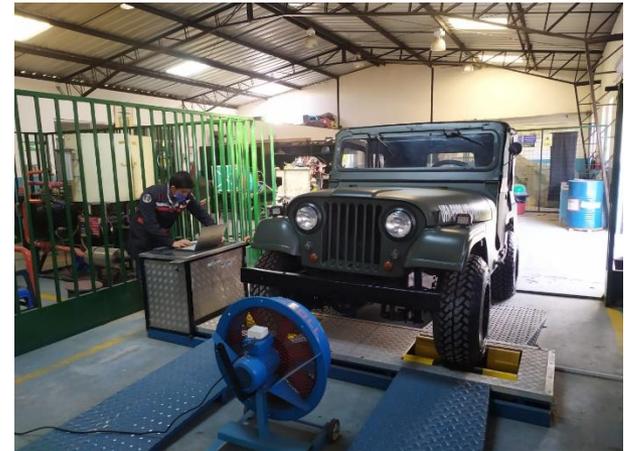
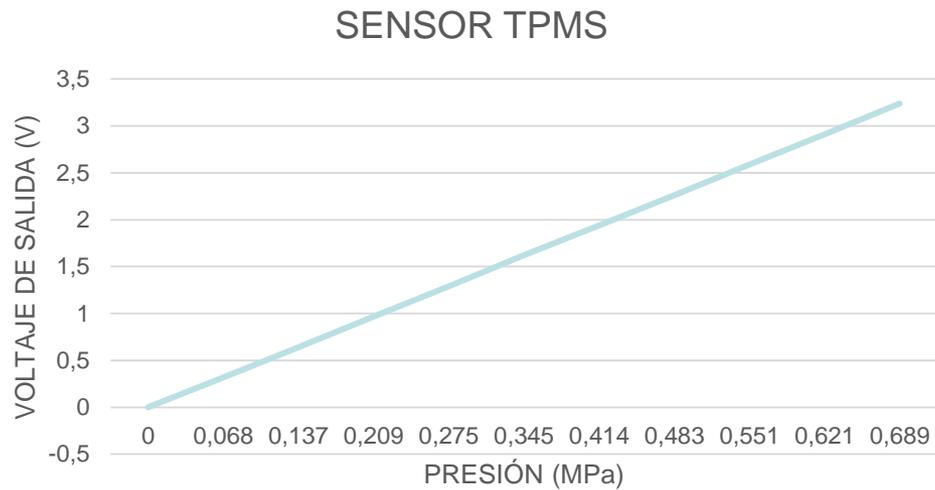
# ANÁLISIS DE RESULTADOS



Sensor TPMS			
Presión		Voltaje	
Valor	Unidad	Valor	Unidad
0	MPa	0,00003249	V
0,068	MPa	0,32	V
0,137	MPa	0,64	V
0,209	MPa	0,97	V
0,275	MPa	1,29	V
0,345	MPa	1,62	V
0,414	MPa	1,94	V
0,483	MPa	2,26	V
0,551	MPa	2,59	V
0,621	MPa	2,91	V
0,689	MPa	3,24	V



# ANÁLISIS DE RESULTADOS



# CONCLUSIONES

- Se identificó mediante las pruebas en funcionamiento estático y dinámico del sistema neumático que existe una variación del 1% al 3% en el tiempo de llenado de aire en el eje frontal y posterior al estar en movimiento a una velocidad de 10 km/h, 20 km/h, 30 km/h en relación al inflado en dos neumáticos con el vehículo detenido.
- Se determinó la autonomía del vehículo Jeep Willys CJ3A a partir del programa de conducción con dinamómetro urbano UDDS y LA-4 con un consumo estimado de  $0,000917 \text{ m}^3$  y con el test federal FTP-75 para el ciclo de conducción en la ciudad con un consumo estimado de  $0,00136 \text{ m}^3$ .



# CONCLUSIONES

- Se determinó la autonomía del vehículo Jeep Willys CJ3A a partir del programa de conducción con dinamómetro urbano UDDS y LA-4 con un consumo estimado de 0,000917 m<sup>3</sup> y con el test federal FTP-75 para el ciclo de conducción en la ciudad con un consumo estimado de 0,00136 m<sup>3</sup>.
- Se verificó que protocolos UDDS y LA-4 presentan las mismas circunstancias de conducción urbana y constan de dos etapas, una de arranque en frío que dura 505 segundos, seguida de la etapa de estabilización que dura 867 segundos. Se identificó que el ciclo de ensayo FTP-75 está conformado por las etapas de los protocolos UDDS y LA-4, y se adiciona una tercera etapa de arranque en caliente con una duración de 505 segundos que inicia 10 minutos después de que se ha culminado la etapa de estabilización.



# RECOMENDACIONES

- Para realizar las pruebas estáticas y dinámicas se recomienda tomar al menos cuatro mediciones de tiempo en cada ensayo para disminuir el margen de error al proporcionar el promedio de dichas mediciones.
- Se propone ejecutar un mantenimiento regular para detectar fugas presentes en el sistema implementado y disminuir el riesgo de mal funcionamiento.
- Se sugiere la obtención de parámetros de consumo de combustible y emisiones mediante el seguimiento de protocolos europeos y asiáticos en conducción extraurbana.
- Promover la investigación para futuras implementaciones en vehículos livianos para sistemas de control de presión de neumáticos que permitan el ingreso de aire presurizado con una instalación interna imperceptible a la vista.





**ESPE**

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA