



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

**CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA
AUTOMOTRIZ**

**MONOGRAFÍA, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DIRECCIÓN ELECTROHIDRÁULICA EN
EL EJE POSTERIOR PARA LA ESTRUCTURA DIDÁCTICA DE ENTRENAMIENTO DE
MECÁNICA DE PATIO EN LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA
AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE-L.**

**AUTORES: MACAS FAJARDO, JUAN ISAIAS Y NARANJO ARREDONDO, JUAN
MANUEL**

DIRECTOR: CARRERA TAPIA, ROMEL DAVID

LATACUNGA, 2022



OBJETIVOS

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DIRECCIÓN ELECTROHIDRÁULICA EN EL EJE POSTERIOR PARA LA ESTRUCTURA DIDÁCTICA DE ENTRENAMIENTO DE MECÁNICA DE PATIO EN LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE-L.”

Analizar los tipos de sistemas de dirección a las cuatro ruedas existentes en la actualidad mediante el estudio de cada uno de estos sistemas

Diseñar un circuito electrónico que se encargue de controlar todo el mecanismo de dirección en el eje posterior del banco didáctico utilizando software para la simulación de los elementos electrónicos y estudiando la interacción de cada uno de los elementos

Implementar una unidad de control electrónico para el movimiento del mecanismo de la asistencia a la dirección en el eje posterior del banco didáctico utilizando un motor eléctrico de alto torque para que genere el par necesario que mueva el mecanismo de dirección hacia izquierda o derecha



ANTECEDENTES

-Sistema de dirección a las 4 ruedas
-El desarrollo de la industria automotriz exige que los nuevos profesionales en el área, tengan conocimiento de los sistemas actuales de dirección automotriz.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

No se dispone de una estructura didáctica que sirva de material práctico, el cual permita a los estudiantes de la carrera analizar y entender el funcionamiento de sistemas automotrices innovadores del vehículo

ALCANCE

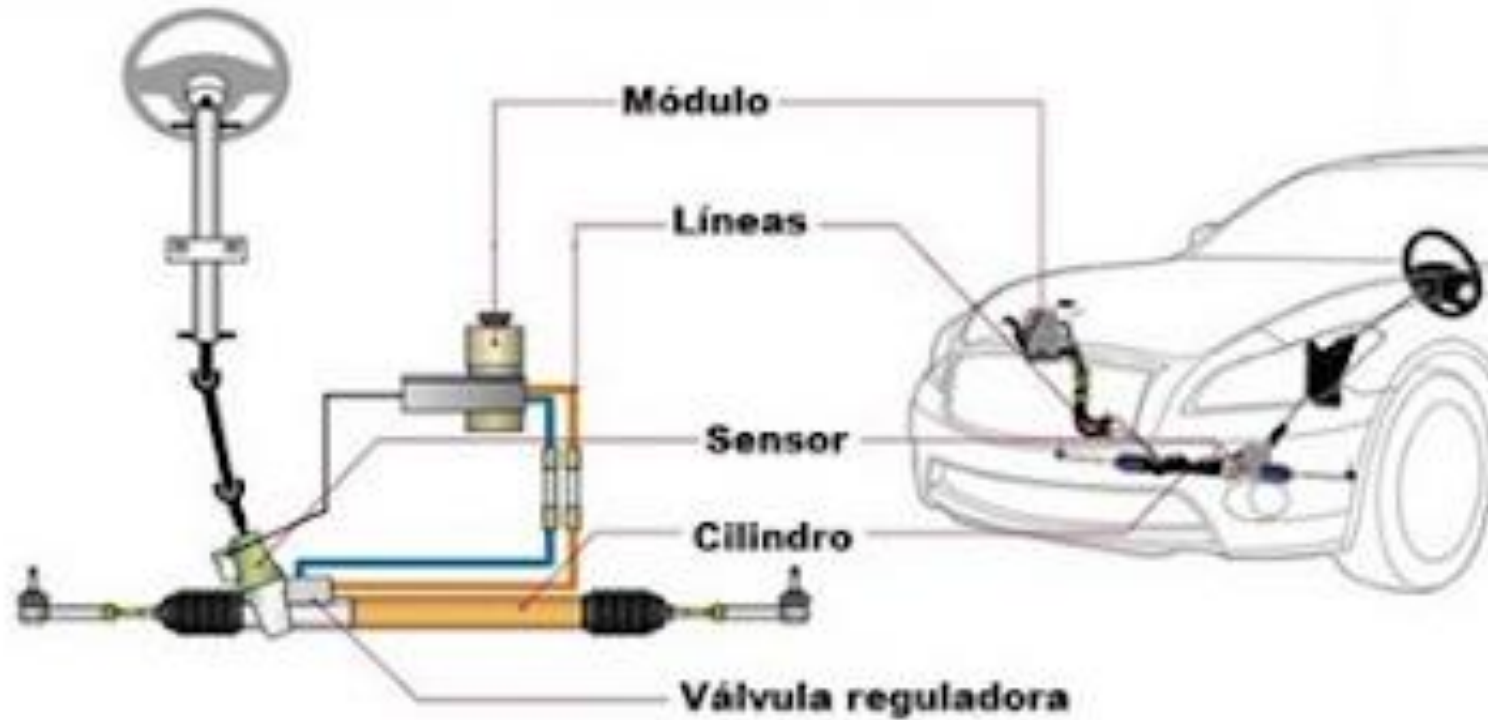
No solo puede servir para la enseñanza a los estudiantes, sino que también serviría de utilidad para técnicos fuera de la universidad los cuales deseen obtener información acerca de este tipo de sistemas de dirección

JUSTIFICACIÓN

Resultará más fácil que los docentes impartan sus conocimientos mediante una herramienta, y los estudiantes adquieran estos conocimientos de manera práctica.

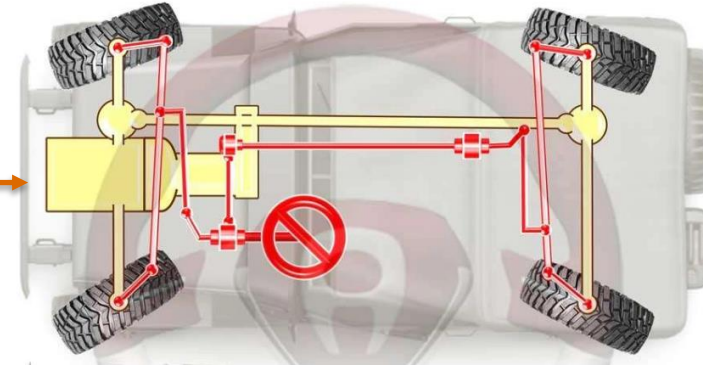


SISTEMA DE DIRECCIÓN ASISTIDA ELECTROHIDRÁULICA (EHPS)

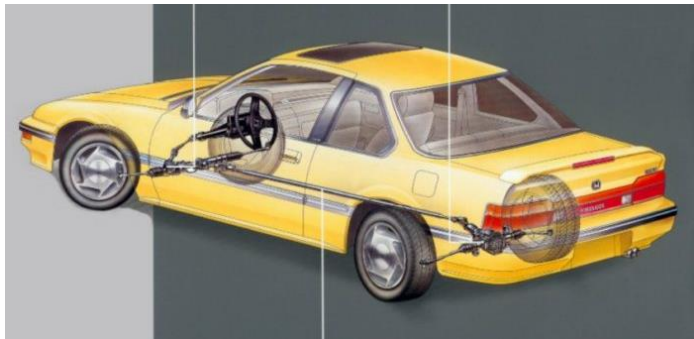


SISTEMA DE DIRECCIÓN A LAS 4 RUEDAS

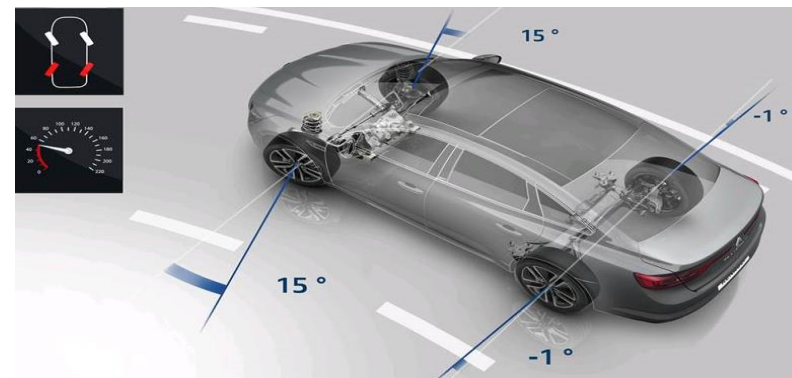
Los sistemas de dirección a las cuatro ruedas permiten que el conductor gire las ruedas delanteras y conjuntamente se muevan las ruedas traseras hacia la izquierda o hacia la derecha.



Sistema 4WS de Honda



Sistema 4Control de Renault



***Investigación y selección de
materiales de los sistemas
hidráulico y electrónico***



INVESTIGACIÓN Y SELECCIÓN DE MATERIALES DEL SISTEMA HIDRÁULICO

Funcionamiento

Metálico

Capacidad de 0,6L

Depósito



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

INVESTIGACIÓN Y SELECCIÓN DE MATERIALES DEL SISTEMA HIDRÁULICO

Funcionamiento

Caudal de 2 Gpm a ≈ 1200 rpm

Presión de trabajo 60 Bar

Bomba



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

INVESTIGACIÓN Y SELECCIÓN DE MATERIALES DEL SISTEMA HIDRÁULICO

Funcionamiento

1Hp – 1800 rpm

Voltaje de trabajo 110/220 VAC

Motor eléctrico



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

INVESTIGACIÓN Y SELECCIÓN DE MATERIALES DEL SISTEMA HIDRÁULICO

Funcionamiento

Cañerías



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

INVESTIGACIÓN Y SELECCIÓN DE MATERIALES DEL SISTEMA HIDRÁULICO

Funcionamiento

Aceite sintético (rojo)

Aceite



INVESTIGACIÓN Y SELECCIÓN DE MATERIALES DEL SISTEMA HIDRÁULICO

Funcionamiento

De tipo piñón cremallera

Proporciona una fuerza de 28771 N

Mecanismo de dirección



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

INVESTIGACIÓN Y SELECCIÓN DE MATERIALES DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

Funcionamiento

Microcontrolador ATmega328P

Voltaje de trabajo 5VDC

Arduino UNO



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

INVESTIGACIÓN Y SELECCIÓN DE MATERIALES DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

Funcionamiento

Torque de 6,5 Nm

Voltaje de trabajo 24 VDC

Motor a pasos



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

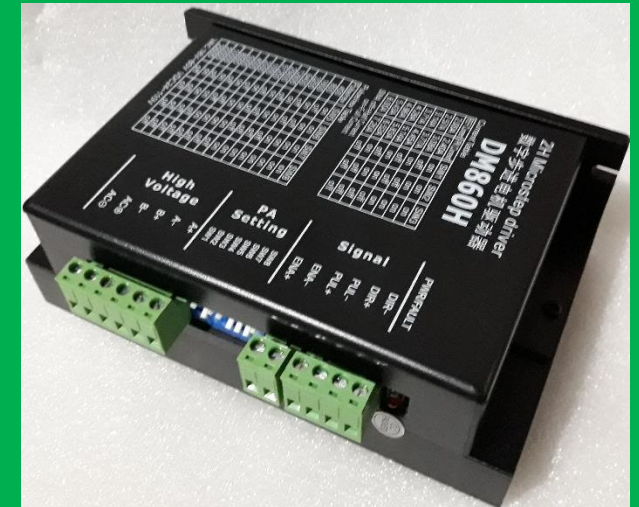
INVESTIGACIÓN Y SELECCIÓN DE MATERIALES DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

Funcionamiento

Para motores de 2 y 4 fases

18 - 80 VAC / 24 – 110VDC

Driver



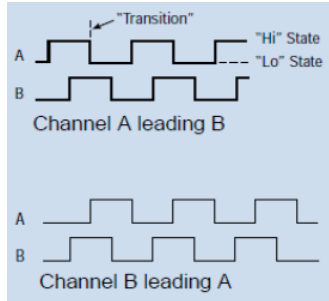
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

INVESTIGACIÓN Y SELECCIÓN DE MATERIALES DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

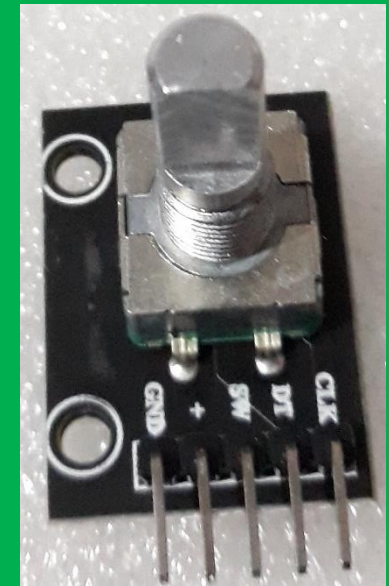
Funcionamiento

Desfasado 90° entre señal CLK y DT

5VDC



Encoder



INVESTIGACIÓN Y SELECCIÓN DE MATERIALES DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

Funcionamiento

Pequeño y fácil de instalar

Entrega 24VDC 6A

Transformador AC/DC



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Implementación de los sistemas hidráulico y electrónico



IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO

Mecanismo de dirección

Se fabrica unas placas a partir de unos ángulos para que lo sujeten



IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO

Bomba hidráulica

Se construye una base a medida para fijar la bomba hidráulica, esta base está soldada a la estructura del banco didáctico



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO

Depósito

Se procede a soldar una base hecha a medida en la estructura



IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO

Motor eléctrico

Se procede a fijar el motor eléctrico a la estructura mediante pernos y se coloca la banda



IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO



Sistema hidráulico montado en la estructura

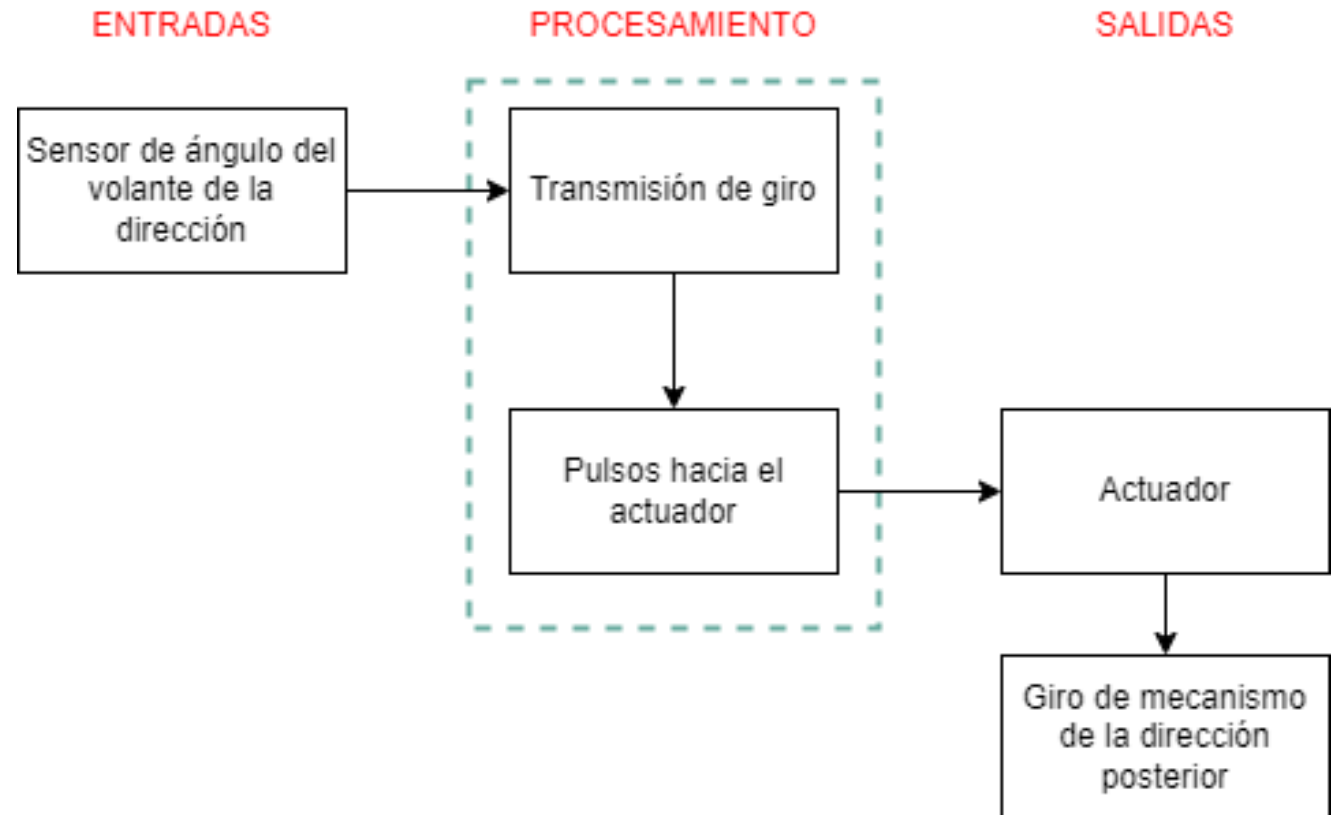


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

Diseño electrónico

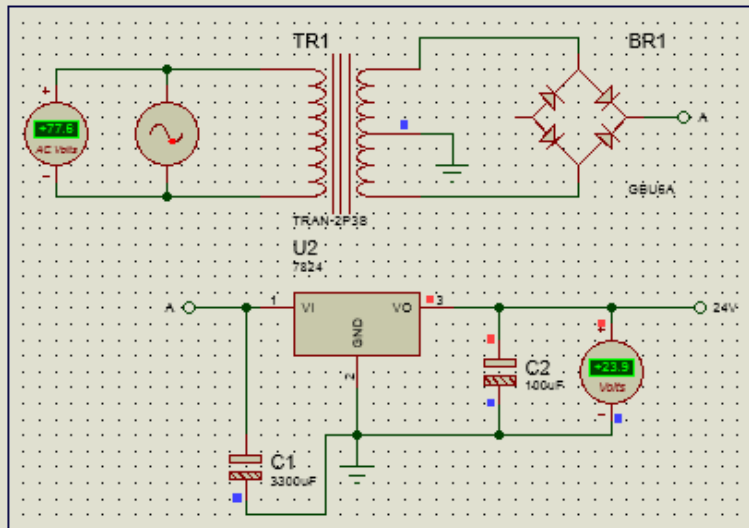
Para el diseño del sistema electrónico que gobernara el mecanismo en la dirección posterior, se toma como referencia todos los sistemas de control electrónico de dirección a las cuatro ruedas existentes en el área automotriz



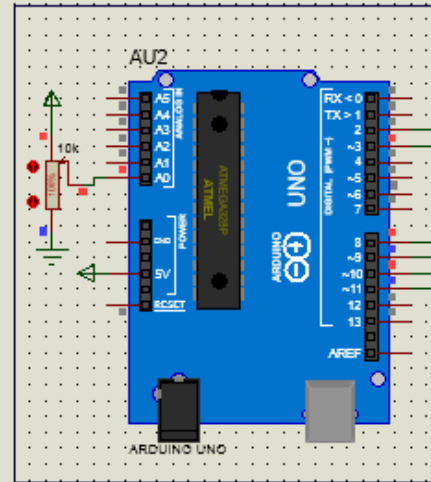
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

Simulación

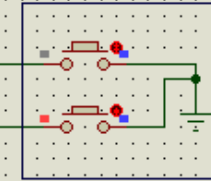
TRANSFORMADOR 120AC A 24DC



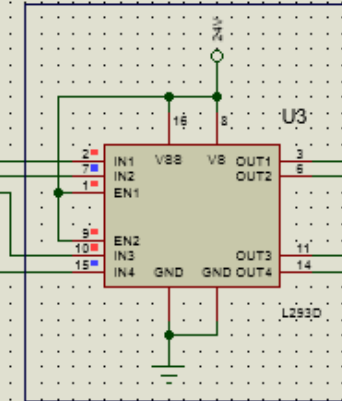
ARDUINO UNO



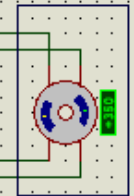
ENCODER



DRIVER

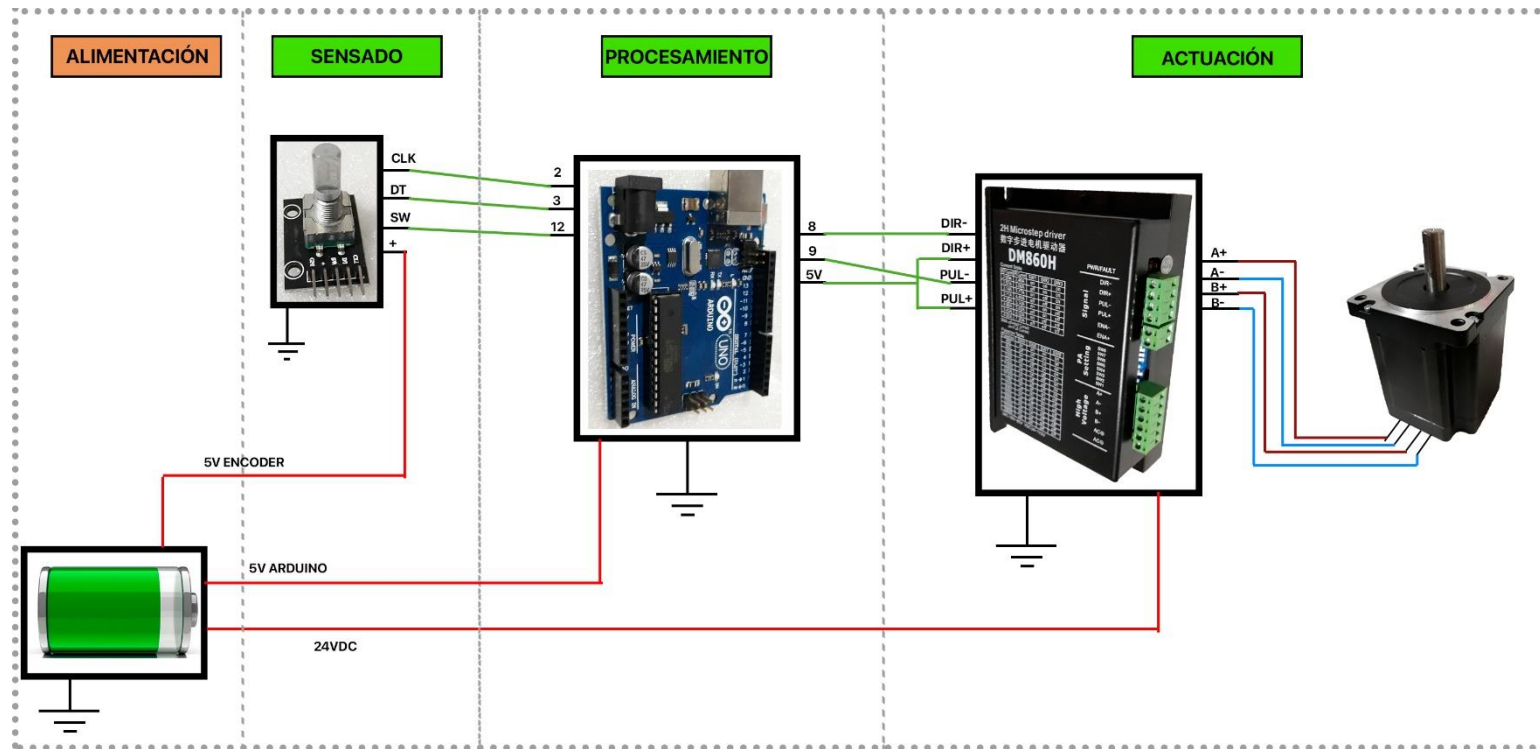


ACTUADOR



IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

Conexión del circuito



IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

Programación Arduino UNO

Sistema_de_direcci_n_a_las_4_ruedas_2

```
3
4 //Control del sistema de dirección a las ruedas posteriores
5
6 //*****
7
8 //Macas Juan
9 //Naranjo Juan
10
11 //-----
12
13 #include <Stepper.h>
14
15 //Conexiones Driver DM860H
16 #define PUL 9 //Pin 9 conectado al Pin PUL
17 #define DIR 8 //Pin 8 conectado al Pin DIR
18
19
20 volatile boolean VueltaDetectada; //Se necesita volatile para interrupciones
21 //volatile boolean DireccionRotacion; //Rotación Derecha (sentido anti-horario) o Izquierda (sentido horario)
22
23 //Conexiones Encoder
24 const int PinCLK = 2; //Generación de interrupciones utilizando la Señal CLK
25 const int PinDT = 3; //Lectura para Señal DT
26 const int PinSW = 12; //Lectura para el Botón
27
28 int PosicionMpp = 0; //Almacena la Posición del MPP
29 int PasosRecorrido = 100; //Controla la velocidad del MPP por Rotación 7w7
30
31 int Direccion; //Variable para setear la Rotación (Derecha o Izquierda) del MPP
32
```

Sistema_de_direcci_n_a_las_4_ruedas_2

```
39 //-----
40 //Rutina de Interrupción
41 //-----
42
43 void DeteccionRotacion()
44 {
45     static unsigned long ultimaInterrupcion = 0; // variable static con ultimo valor de tiempo de interrupcion
46     unsigned long tiempoInterrupcion = millis(); // variable almacena valor de func. millis
47
48     if (tiempoInterrupcion - ultimaInterrupcion > 5) { // rutina antirebote desestima pulsos menores a 5 mseg.
49         if (digitalRead(PinDT) == LOW) // si es HIGH, sentido horario
50         {
51             DireccionRotacion = (digitalRead(PinCLK)-digitalRead(PinDT) > 50);
52         }
53         else {
54             DireccionRotacion = (!digitalRead(PinCLK)-digitalRead(PinDT) < 50);
55         }
56
57         //POSICION = min(100, max(0, POSICION)); // establece limite inferior de 0 y
58         // superior de 100 para POSICION
59         ultimaInterrupcion = tiempoInterrupcion; // guarda valor actualizado del tiempo
60         VueltaDetectada = true;
61     } // de la
62
63 }
```



IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

Programación Arduino UNO

```
Sistema_de_direcci_n_a_las_4_ruedas_2
--
65 void setup()
66 {
67   pinMode(DIR, OUTPUT);
68   pinMode(PUL, OUTPUT);
69
70
71   pinMode(PinCLK, INPUT); //horario
72   pinMode(PinDT, INPUT); //anti-horario
73   pinMode(PinSW, INPUT_PULLUP);
74   attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(PinCLK), DeteccionRotacion, LOW); //Interrupción 0 siempre conectado al Pin 2 en Arduino UNO
75 }
76
```

```
Sistema_de_direcci_n_a_las_4_ruedas_2
117 //Funciona si la rotación fue detectada
118 if(VueltaDetectada)
119 {
120   VueltaDetectada = false; //No se repite hasta una nueva rotación detectada
121
122   if(DireccionRotacion) //Mover el Motor en sentido anti-horario
123   {
124     digitalWrite(DIR, HIGH); // (HIGH = sentido anti-horario / LOW = sentido horario)
125     for(int x = 1; x < PasosRecorrido; x++)
126     {
127       digitalWrite(PUL, HIGH);
128       delay(1);
129       digitalWrite(PUL, LOW);
130       delay(1);
131     }
132     PosicionMpp = PosicionMpp - PasosRecorrido;
133   }
134
135   if(!DireccionRotacion) //Mover el Motor en sentido horario
136   {
137     digitalWrite(DIR, LOW); // (HIGH = sentido anti-horario / LOW = sentido horario)
138     for(int x = 1; x < PasosRecorrido; x++)
139     {
140       digitalWrite(PUL, HIGH);
141       delay(1);
142       digitalWrite(PUL, LOW);
143       delay(1);
144     }
145     PosicionMpp = PosicionMpp + PasosRecorrido;
146   }
147 }
```



IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

Instalación del encoder



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

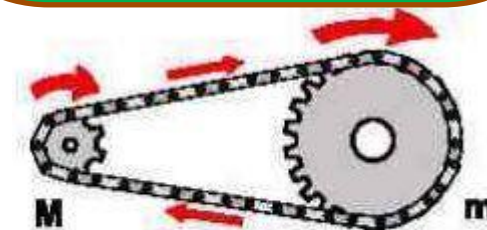
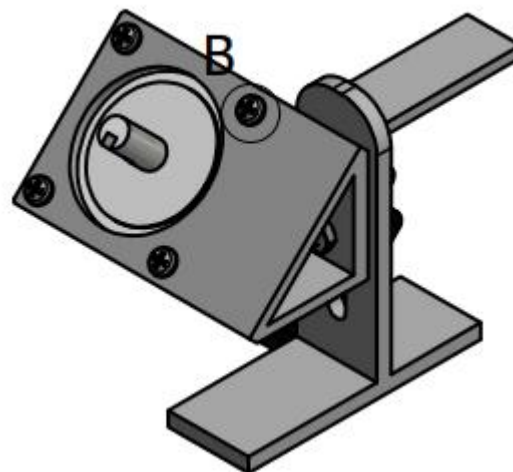
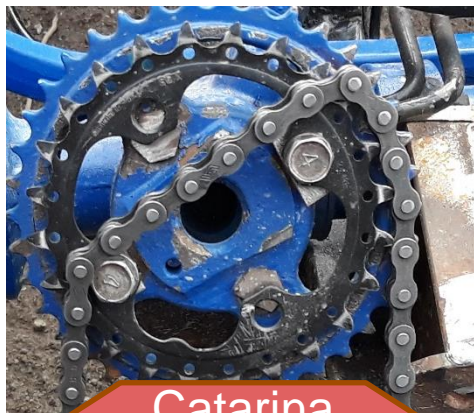
Montaje de elementos en el gabinete



IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

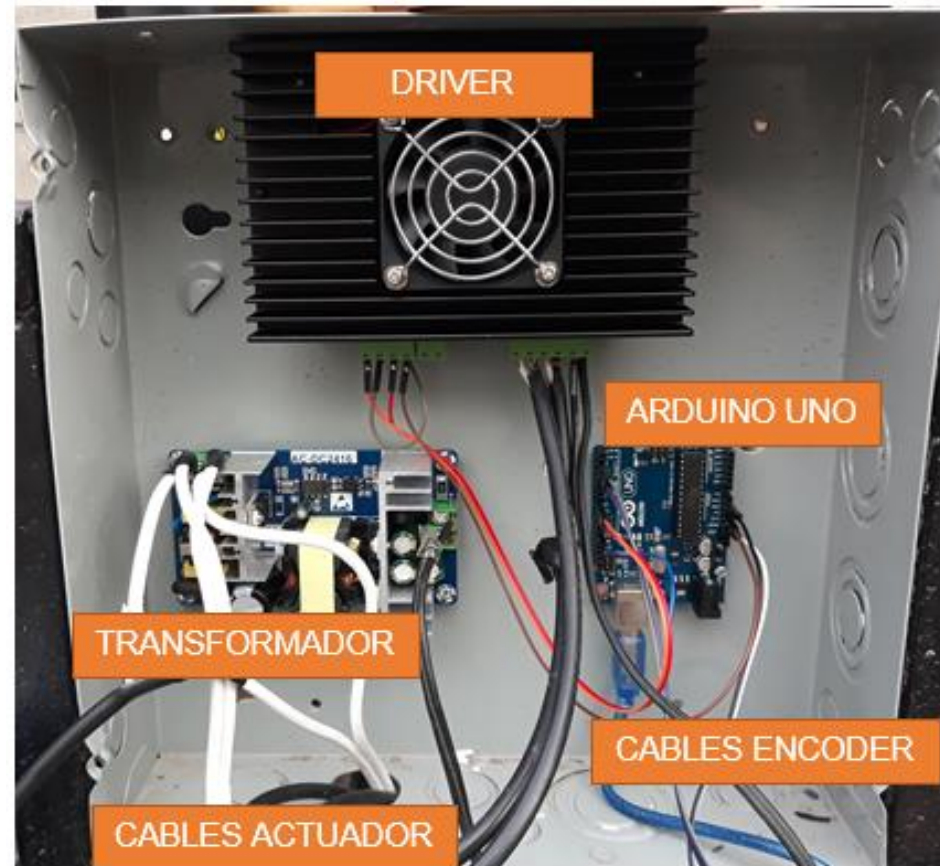
Cadena y catarina

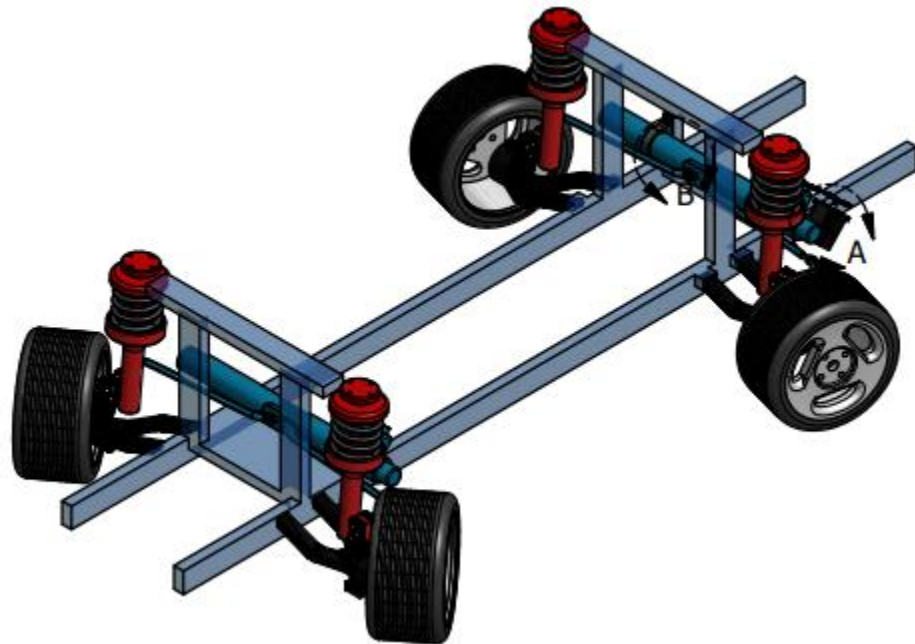
Instalación del actuador



IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

Conexión de los elementos electrónicos



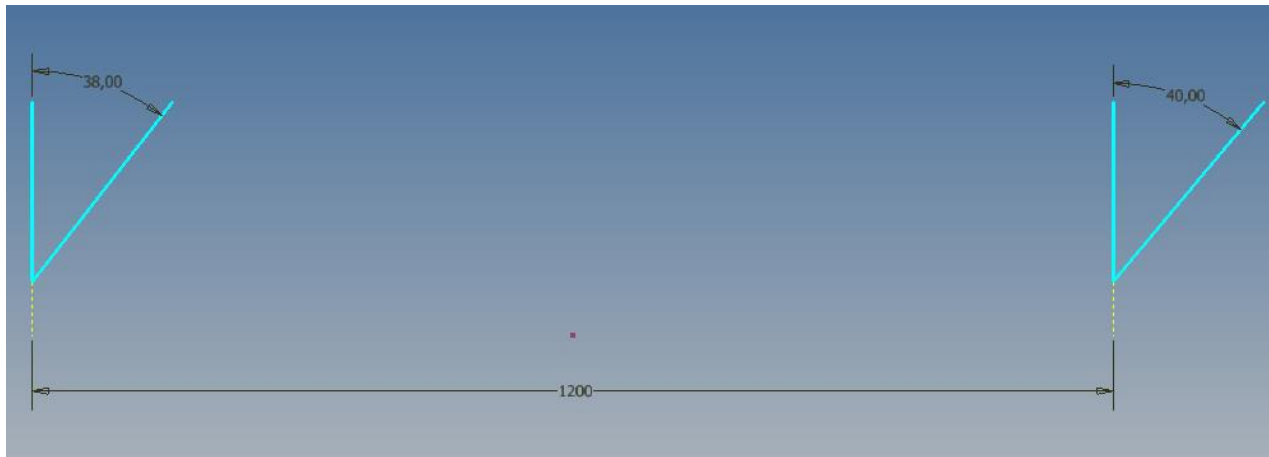


Pruebas de funcionamiento



PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

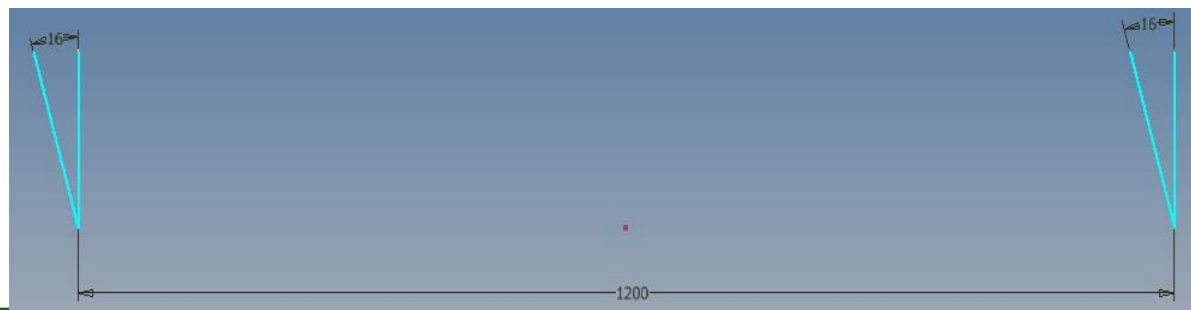
Giro del volante hacia la derecha



38°

Ángulo de viraje
ruedas delanteras

40°



16°

Ángulo de
viraje ruedas
posteriores

16°



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

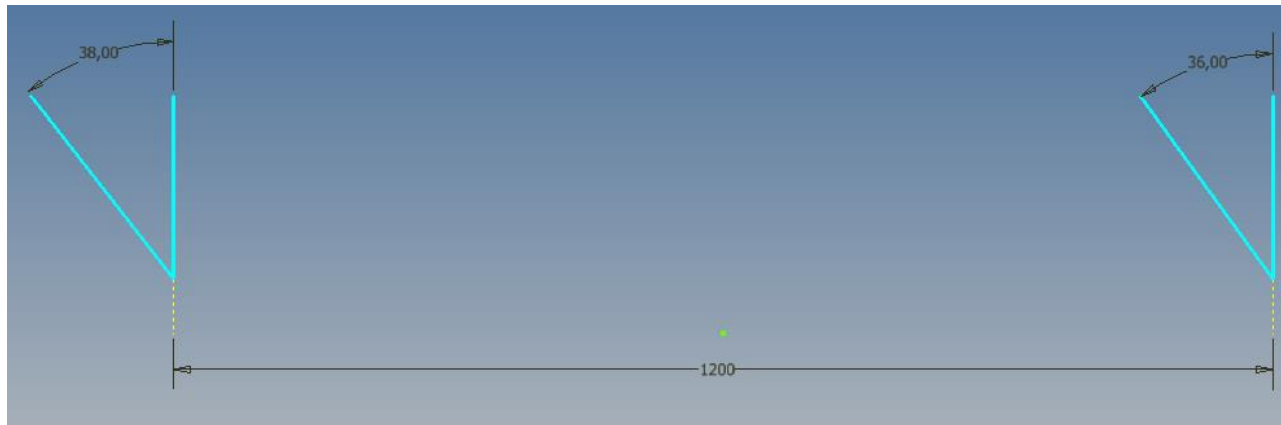
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

Giro del volante hacia la derecha



PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

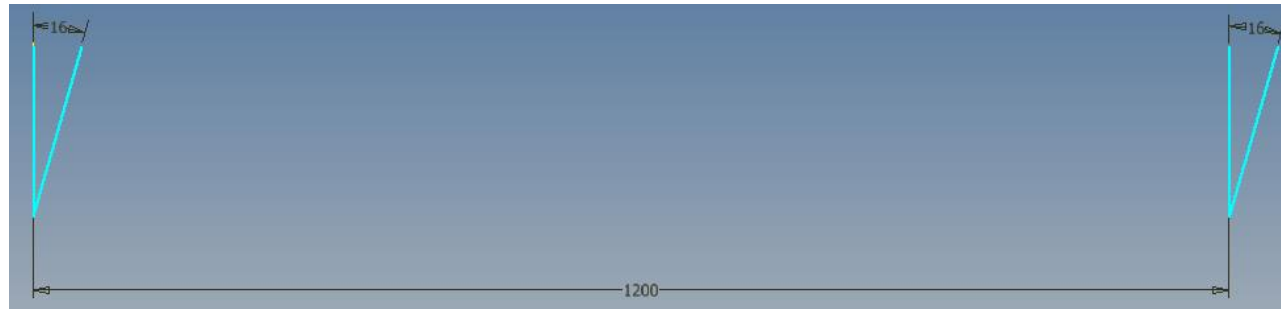
Giro del volante hacia la izquierda



38°

Ángulo de viraje
ruedas delanteras

36°



16°

Ángulo de
viraje ruedas
posteriores

16°



PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

Giro del volante hacia la izquierda



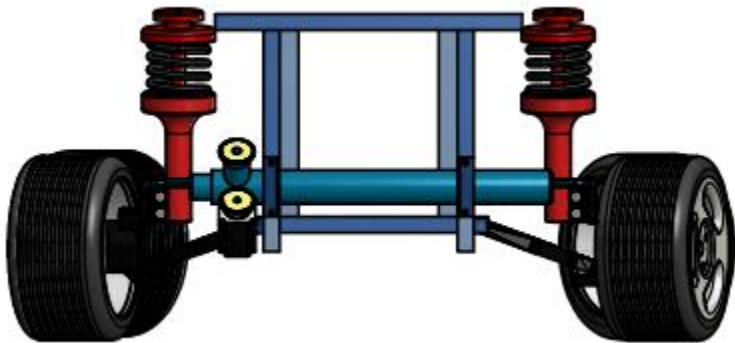
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HIDRÁULICO

Se procede a hacer funcionar el actuador de manera que este gire de un lado hacia otro de manera rápida con esto comprobamos que el mecanismo de dirección está siendo suministrado con la presión necesaria

Se comprueba visualmente que no existan fugas de líquido hidráulico a través de las cañerías del sistema y las abrazaderas, para lo cual se hace funcionar el sistema por alrededor de 30 minutos



Conclusiones y recomendaciones



Conclusiones

1

Se implementó un sistema de dirección electrohidráulica con control electrónico al eje posterior del banco didáctico de mecánica de patio para el estudio y la práctica de los estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L, siendo este un sistema asistido a las cuatro ruedas para lograr reducir el radio de giro del banco de pruebas.

2

Se analizó los tipos de sistemas de dirección a las cuatro ruedas existentes en la actualidad y se estudió cada uno de estos sistemas su funcionamiento y desempeño cuando este sistema se encuentra activo.

3

Se diseñó un circuito electrónico que controla todo el mecanismo de dirección en el eje posterior del banco didáctico y se utilizó software para la simulación de los elementos electrónicos.

4

Se implementó una unidad de control electrónico para el movimiento del mecanismo de la asistencia a la dirección en el eje posterior del banco didáctico para lo cual se utilizó un motor eléctrico de alto torque para generar el par necesario que mueva el mecanismo de dirección.

5

Se analizó el desempeño del sistema de dirección a las 4 ruedas implementado en el banco didáctico haciendo pruebas de funcionamiento en las cuales se pudo constatar que el sistema funciona de acuerdo a todos los parámetros que se estableció.

6

Para la realización del proyecto se puso en práctica todos los conocimientos teóricos y un poco prácticos adquiridos durante toda la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz.



Recomendaciones

1

Se recomienda verificar que todas las conexiones de alimentación eléctrica y control electrónico estén bien realizadas ya que esto puede provocar que el sistema funcione solo a su capacidad media además de provocar gastos innecesarios.

2

Es recomendable que para la instalación de un sistema similar o algún otro prototipo se debe primero analizar las características de construcción del vehículo o estructura al que se quiera incorporar este sistema.

3

Resguardar el prototipo de cualquier tipo de fluido para la protección de los componentes del sistema de control electrónico.

4

Se recomienda utilizar guantes de protección para evitar lesiones en las manos al momento de instalar los componentes mecánicos.





¡Gracias!



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA