



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Sede  
Latacunga**



**DEPARTAMENTO DE ENERGÍA MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

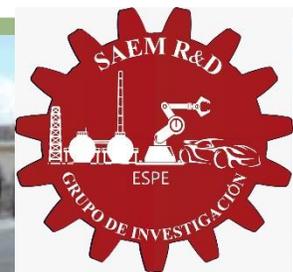
**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**TEMA: “ANÁLISIS DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD VEHICULAR ANTIRROBO,  
MEDIANTE UN SISTEMA DE BLOQUEO APLICADO A LOS PEDALES DEL  
VEHÍCULO”**

**AUTORES:  
VILLAMARIN CARGUA, EDISON FABRICIO**

**DIRECTOR:  
ING. TORRES MUÑOZ, GUIDO RAFAEL**

**LATACUNGA  
MARZO, 2021**





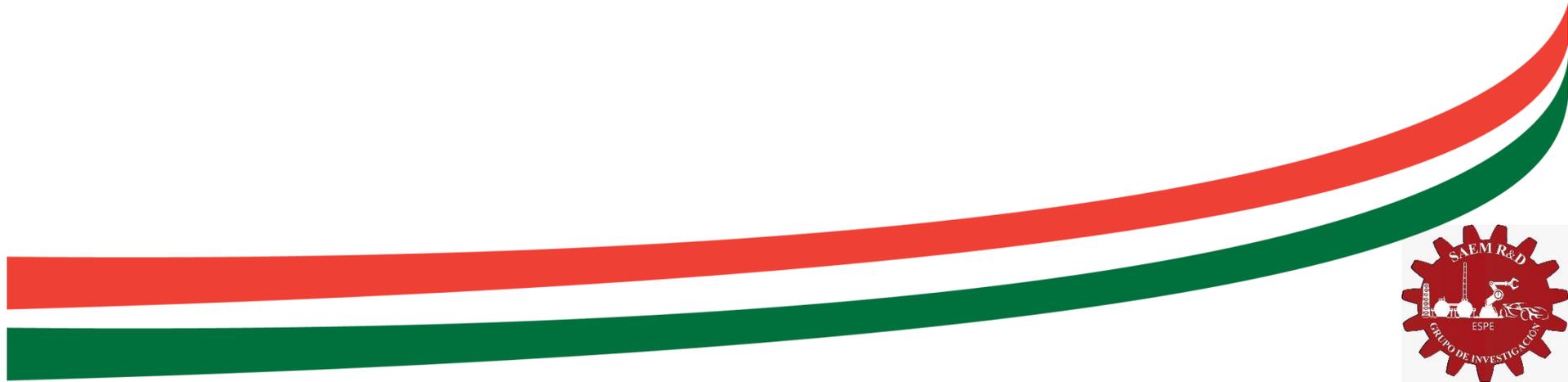
**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Sede  
Latacunga**



**“INCLUSO SI EL MUNDO ENTERO TE DA LA  
ESPALDA, SIEMPRE TE TIENES A TI MISMO.”**

**STEFANI JOANNE ANGELINA GERMANOTTA**





## CONTENIDO

- Resumen
- Planteamiento del problema
- Objetivo general
- Objetivos específicos
- Metas
- Hipótesis
- Diseño, selección e implementación de sistemas mecánicos y electrónicos del sistema de bloqueo de frenos
- Construcción e implementación del sistema
- Pruebas y funcionamiento del sistema de seguridad vehicular antirrobo
- Conclusiones
- Recomendaciones





## RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo analizar un sistema de seguridad vehicular antirrobo, mediante la implementación de un sistema de bloqueo aplicado a los pedales del vehículo. Se diseñó el sistema mecánico aplicando programas de simulación como Inventor, Solid Works y para la programación del módulo de control se utilizó el software Arduino. Se construyó un elemento de seguridad aplicado al pedal del sistema de frenos para lo cual se utilizó un actuador lineal eléctrico 12v de corriente continua con una capacidad de 47Kgf, un microcontrolador ATMEGA 3605 el cual fue instalado en una placa Arduino UNO, un módulo RFID RC522, dos módulos relés que permiten controlar altas cantidades de corriente y dos reguladores de voltaje LM7805 con los cuales se obtiene una alimentación estable para el microcontrolador.





## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El robo organizado de vehículos automotores es uno de los mayores problemas en la sociedad actual en el Ecuador, haciendo que el índice de robos en el año 2019 ha aumentado en un 20% según datos obtenidos de La Policía Judicial (Policia Judicial, 2019). Esto implica una gran pérdida económica para los propietarios de los vehículos, también genera una disminución de las utilidades de las empresas aseguradoras, así como también afecta la reputación de los fabricantes de automóviles.





## METAS

- Recopilar información de tres sistemas de seguridad vehicular antirrobo existentes.
- Investigar tres métodos y software de compilación para el sistema de control.
- Investigar tres sistemas de activación remota, que nos permita controlar el sistema de bloqueo.
- Implementar sistemas de bloqueo sin que afecten el sistema electrónico de control y demás componentes mecánicos del vehículo.
- Incentivar la producción y comercialización nacional del nuevo sistema de seguridad antirrobo desarrollado, dando a conocer las ventajas que presenta en comparación a los sistemas actuales.





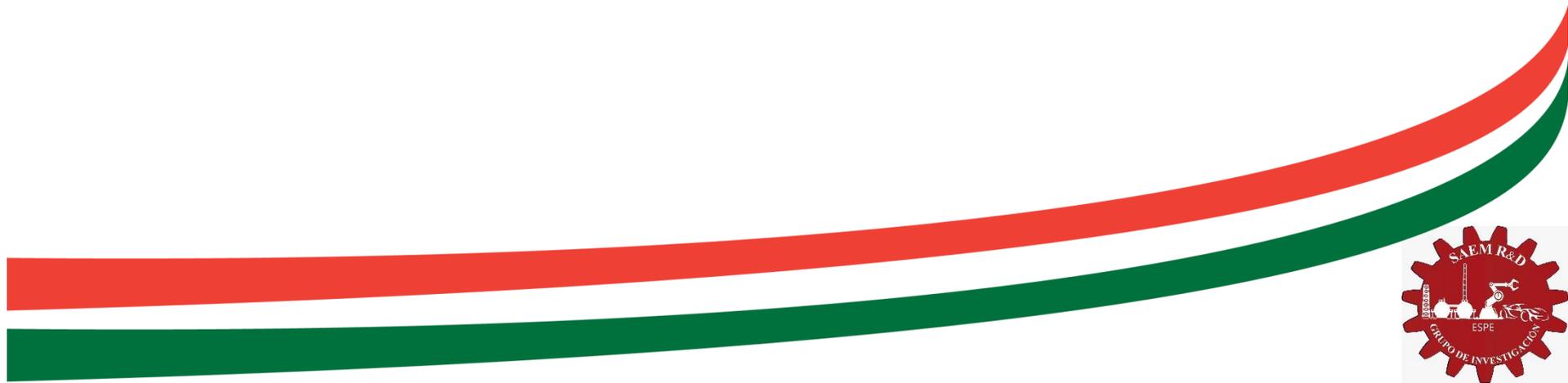
**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Sede  
Latacunga**



## OBJETIVO GENERAL

Analizar un sistema de seguridad vehicular antirrobo, mediante un sistema de bloqueo aplicado a los pedales del vehículo.





## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

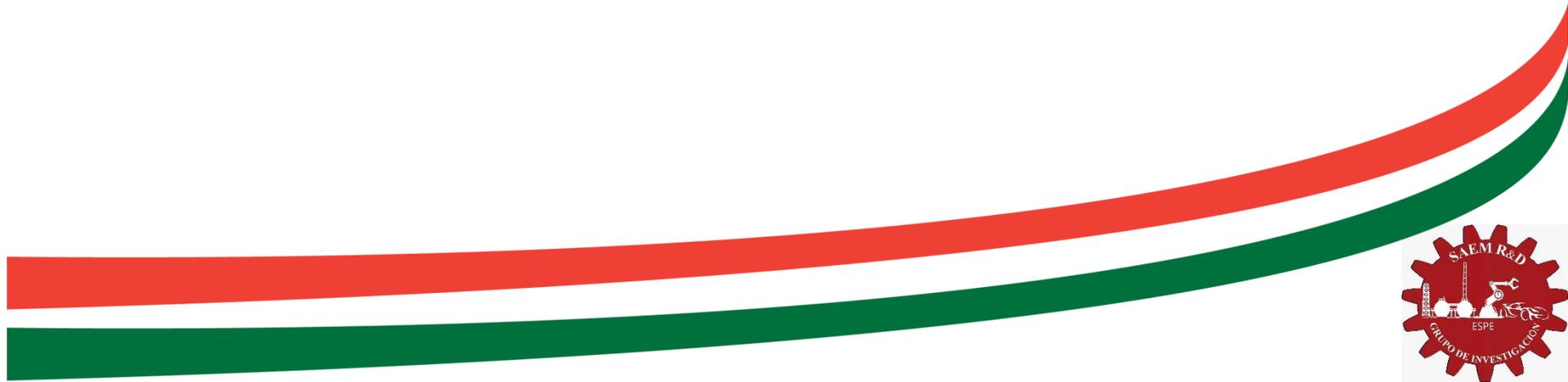
- Diseñar el sistema de bloqueo para el pedal de accionamiento de los sistemas de embrague y frenos.
- Implementar un sistema de bloqueo regulado a las ruedas del vehículo mediante actuadores.
- Diseñar el sistema de control utilizando componentes electrónicos.
- Implementar un sistema de activación remota mediante la utilización de elementos de identificación por radio frecuencia.





# HIPÓTESIS

Mediante el análisis e implementación del sistema de seguridad pasivo se incrementará la seguridad del vehículo.



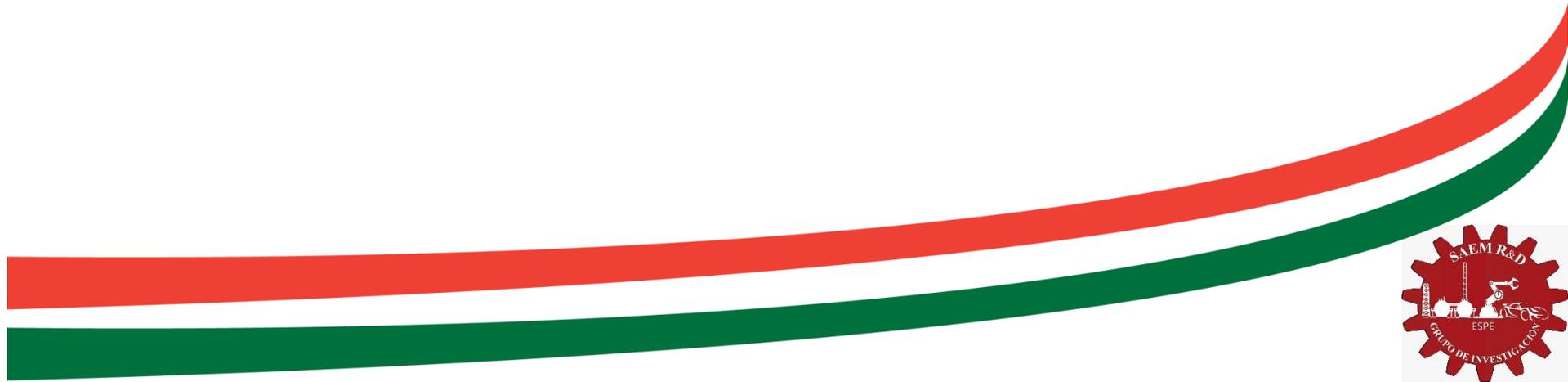


**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sede  
Latacunga



# DISEÑO, SELECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS MECÁNICOS Y ELECTRÓNICOS DEL SISTEMA DE BLOQUEO DE FRENOS





# CÁLCULO DE FUERZA A LA ENTRADA APLICADA POR EL CONDUCTOR EN LA PLATAFORMA DEL PEDAL

$$F_{sp} = F_{ep} * \frac{L_2}{L_1}$$

Ecuación 3

*Fuerza a la entrada aplicada por el conductor en la plataforma del pedal*

$$F_{ep} = \frac{F_{sp} * L_1}{L_2}$$

$$F_{ep} = \frac{2637.6 \text{ N} * 0.05 \text{ m}}{0.25 \text{ m}}$$

$$F_{ep} = 527.52 \text{ N}$$





# CÁLCULO DEL MOMENTO DE INERCIA

$$Se' = 0.5 (S_{ut}) = 0.5 * (524) = 262 \text{ MPa}$$

$$C_{TAMAÑO} = 0.864 * (0.02^{-0.097}) = 1.270057$$

$$Se = C_{CARGA} * C_{TAMAÑO} * C_{SUT} * C_{TON} * C_{CUNF} * Se'$$

## Ecuación 7

Límite de resistencia a la fatiga corregido

$$A = 52.7$$

$$B = -0.718$$

$$C_{SUT} = A * S_{ut}^B = 52.7 * (524)^{-0.718} = 0.5879$$

$$Se = 1 * 1.27004 * 0.5879 * 1 * 0.897 * 262$$

$$Se = 175.47 \text{ MPa}$$

**Cálculo del momento de inercia cuando  $d = 0.025\text{m}$**

$$I_x = \frac{\pi}{64} ((0.025)^4 - (0.0175)^4)$$
$$I_x = 1.5074 \times 10^{-8}$$





# CÁLCULO DEL FACTOR SEGURIDAD

*Cálculo del esfuerzo cuando  $d = 0.025m$*

$$C_{TAMAÑO} = 1.2428$$
$$C = 0.0125$$
$$\sigma_{a_{nom}} = \frac{M_a * C}{I_x} = \frac{52.5 * 0.0125}{1.5074 \times 10^{-8}} = 43.5352 \text{ MPa}$$

*Cálculo del factor seguridad cuando  $d = 0.02m$*

$$Se = 171.47 \text{ MPa}$$
$$N = \frac{Se * Sut}{(\sigma_a * Sut) + (\sigma_m Se)} = \frac{173.718 - 524}{2 * (43.525 * 524)}$$

$$N = 1.97$$



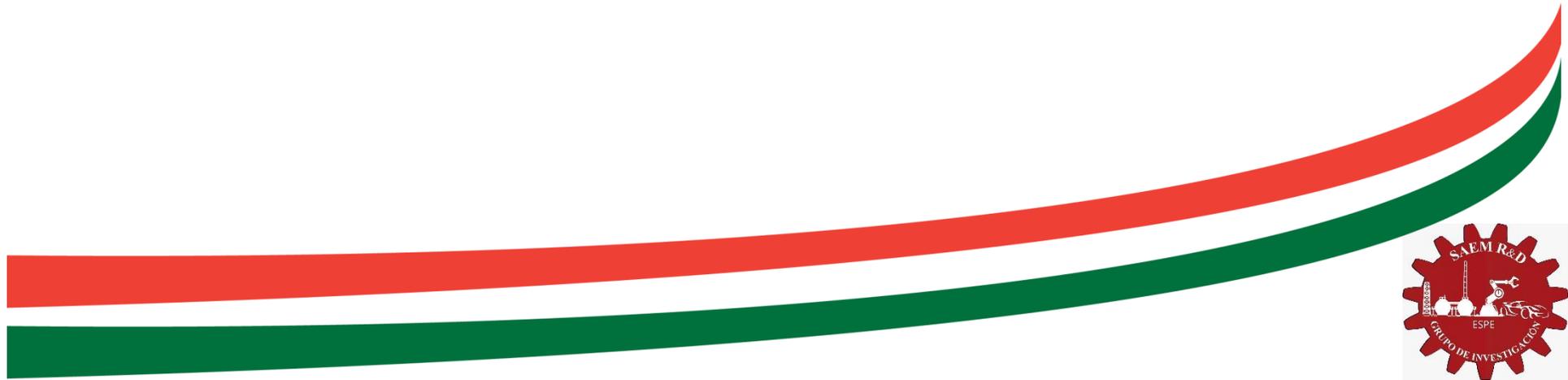


**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sede  
Latacunga

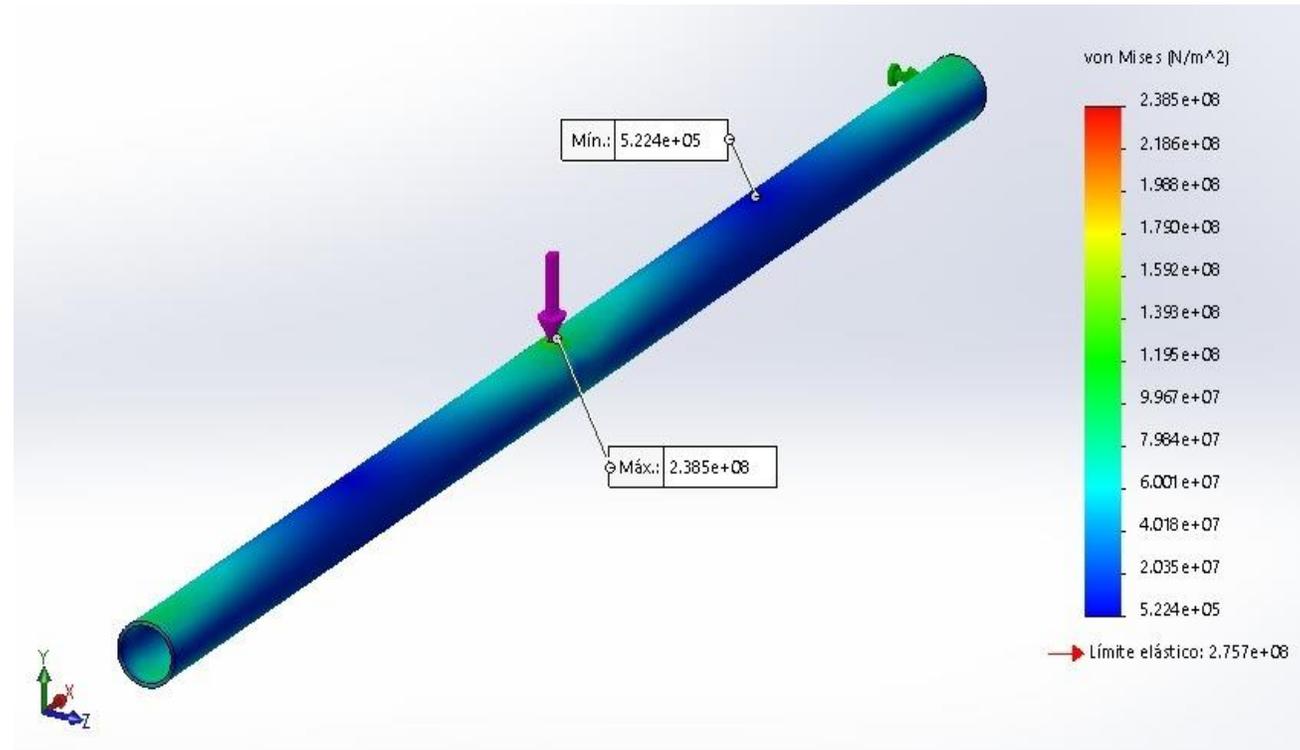


# SIMULACIÓN Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE BLOQUEO ANTIRROBO



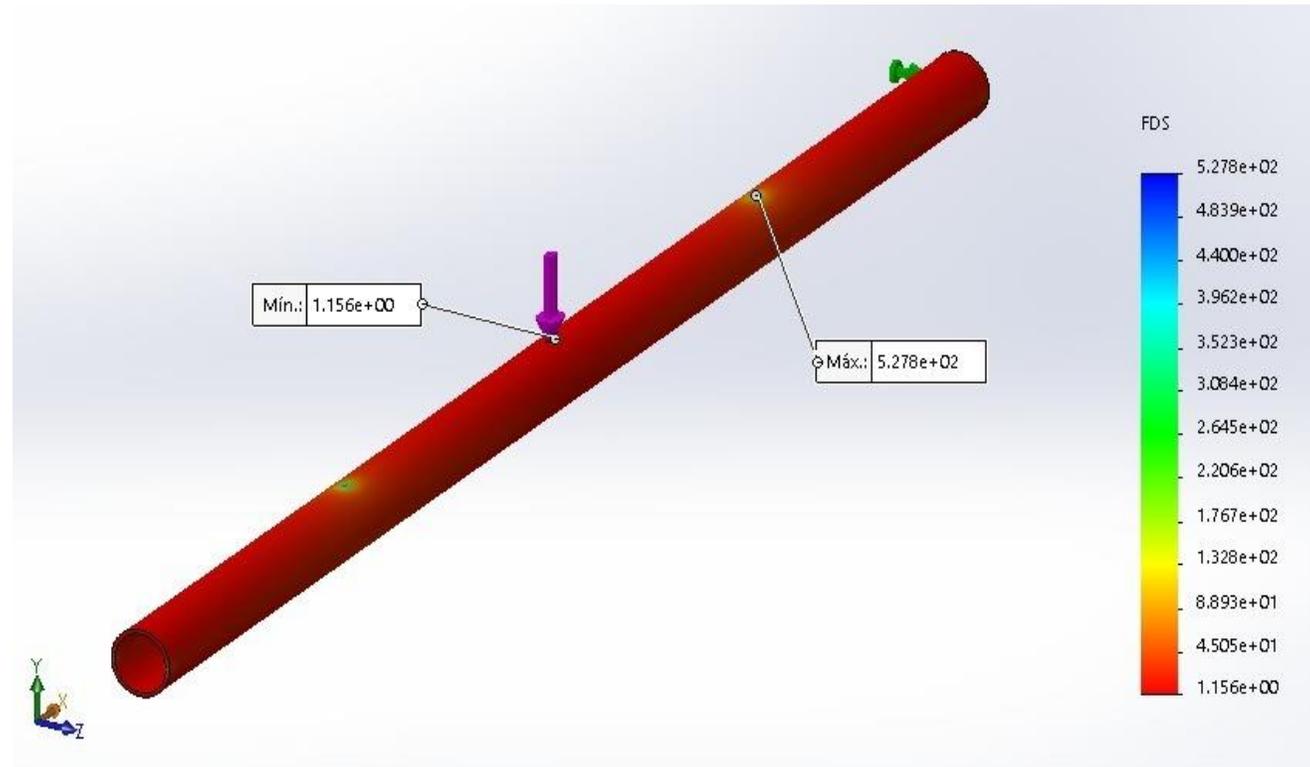


# ANÁLISIS DEL ESFUERZO MÁXIMO



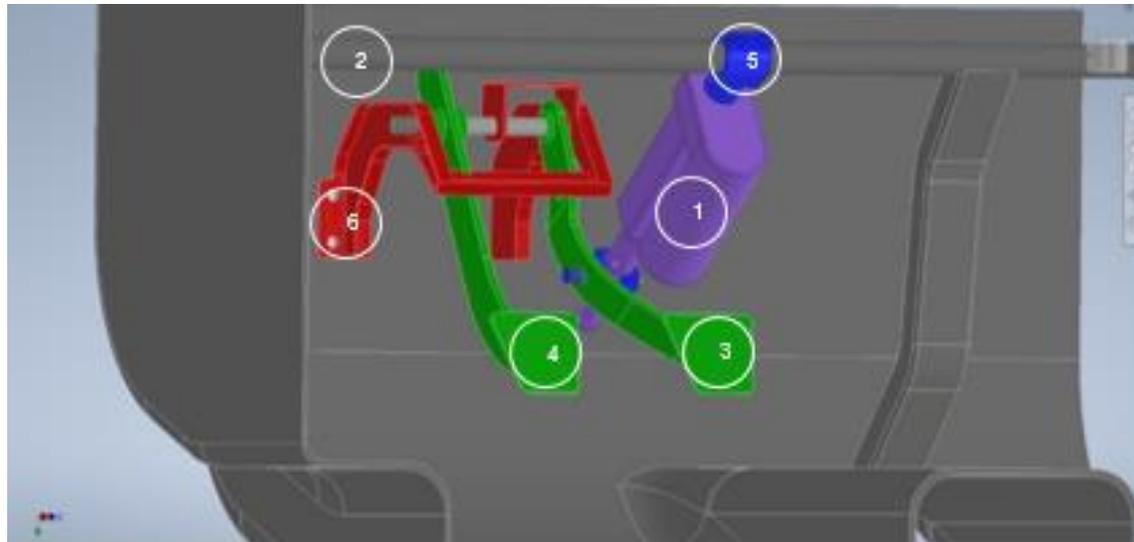


# FACTOR DE SEGURIDAD





# SIMULACIÓN DEL SISTEMA MECÁNICO

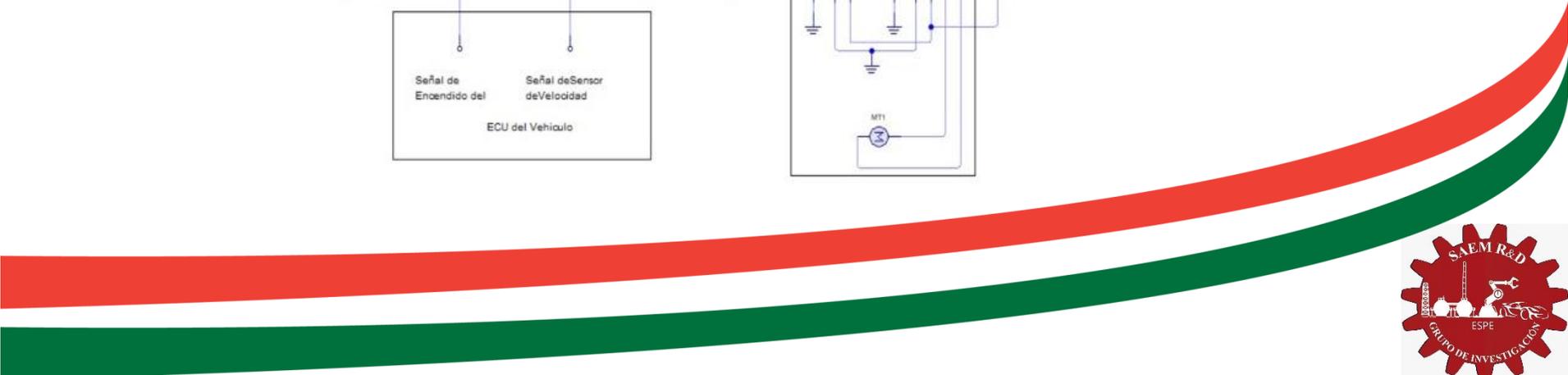
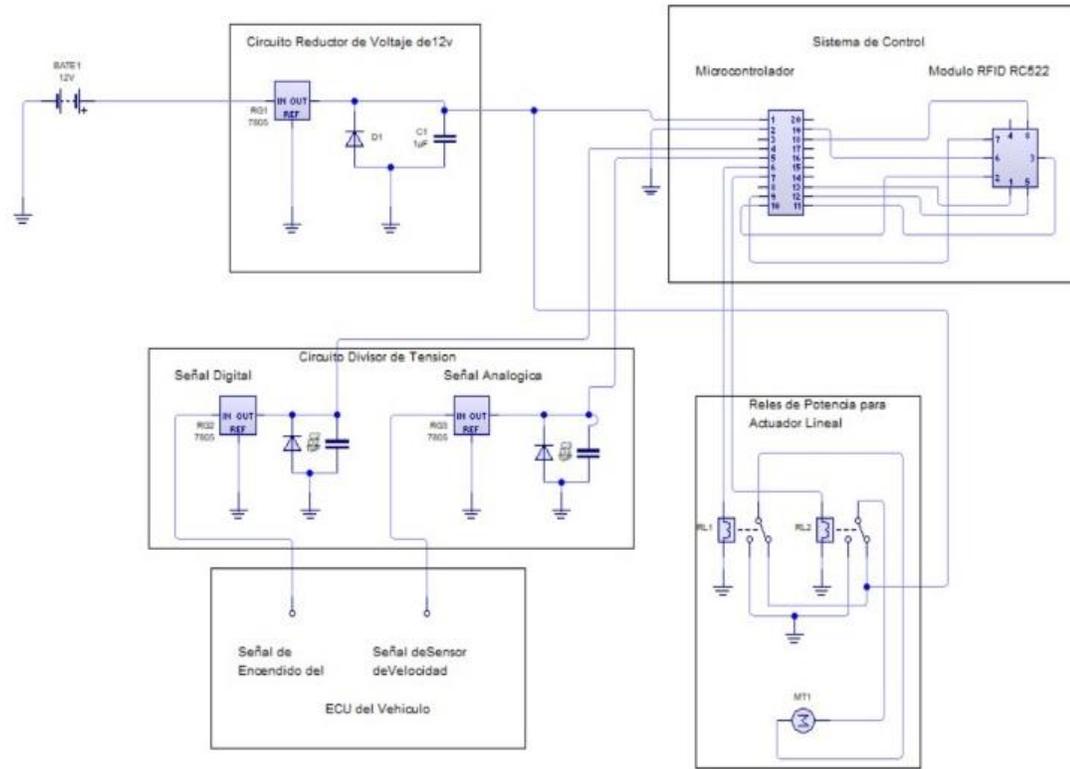


N. Componente	Descripción
1	Actuador lineal
2	Viga de soporte.
3	Pedal de freno
4	Pedal de embrague
5	Base del actuador lineal
6	Base de pedales





# SISTEMA ELECTRÓNICO DE CONTROL





# CÁLCULOS DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE CONTROL

*Tabla de descripción de componentes del sistema de bloqueo de frenos.*

Integrado	Voltaje	Osciloscopio	Numero de pines	Corriente
ATMEGA 328P	5v	4MHz	28	46 mA
RFID RC522	3.3 v	13.56 MHz	7	13 mA
MÓDULO RELE	5v	-----	6	90 mA





# CÁLCULOS DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE CONTROL

$$I_L = I_A + I_R + I_M$$

$$I_L = 46mA + 13mA + 180mA$$

$$I_L = 236mA$$

La caída de tensión es:

$$V_r = V_{in} - V_{out}$$

$$V_r = 12v - 5v$$

$$V_r = 7v$$

Con estos datos obtenidos podemos calcular la potencia disipada:

$$PD = V_r \cdot I_L$$

$$PD = 12v \cdot 236mA$$

$$PD = 1.652W$$



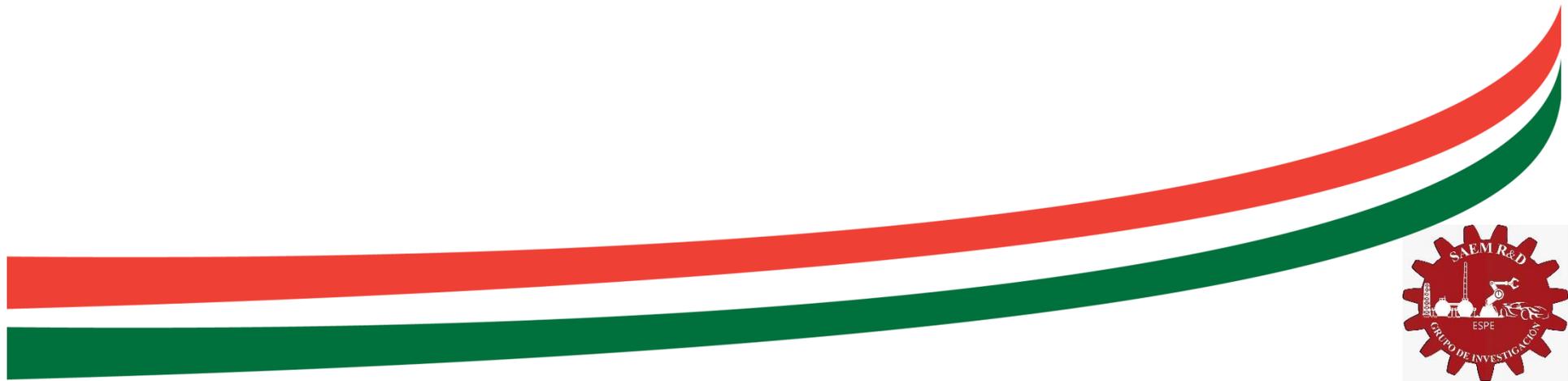


**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sede  
Latacunga

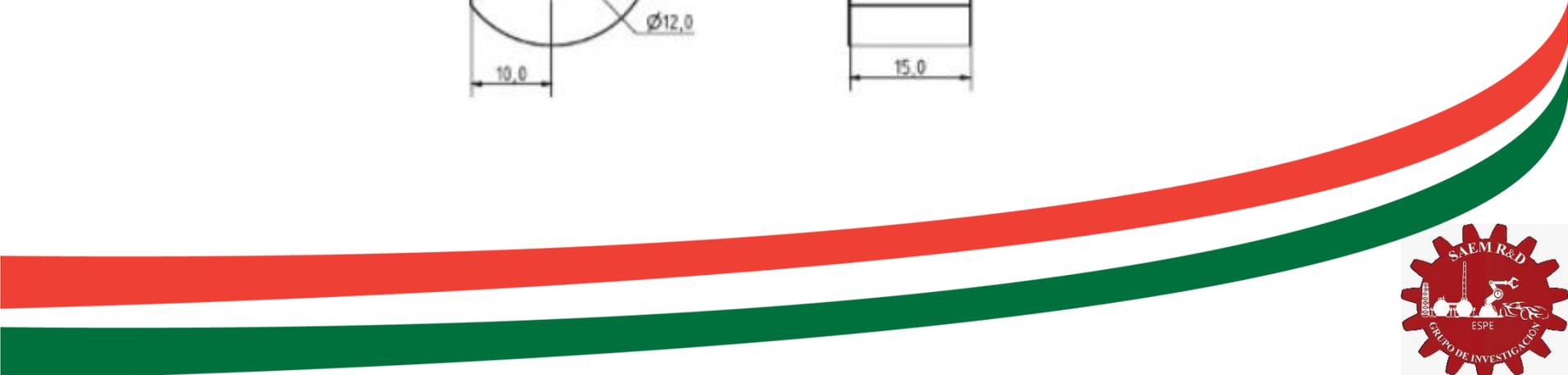
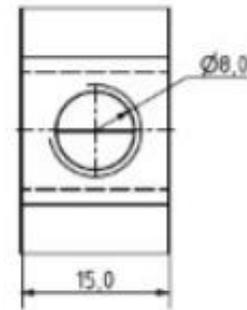
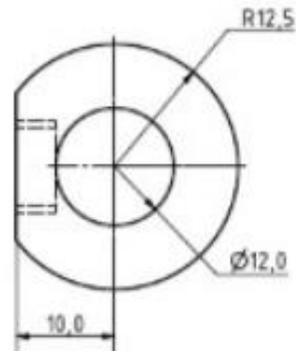
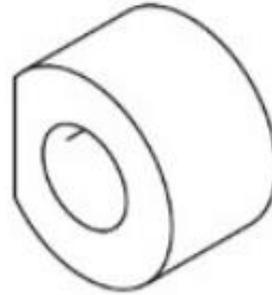


# CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA





# CORREDERA



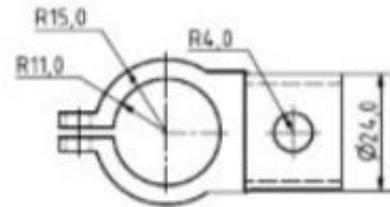
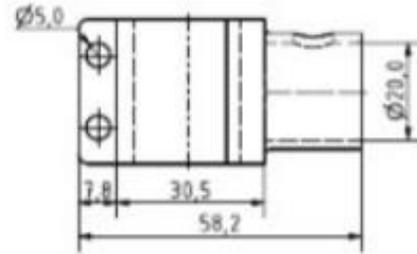
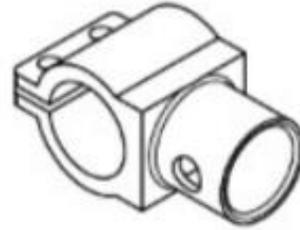


**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sede  
Latacunga



## BASE ACTUADOR LINEAL



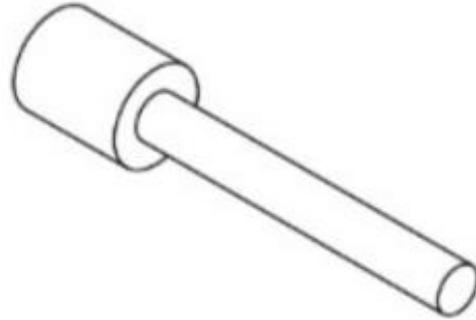


**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sede  
Latacunga

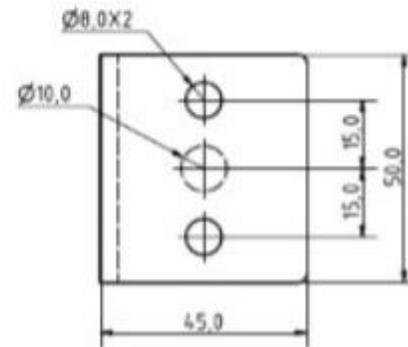
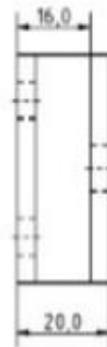
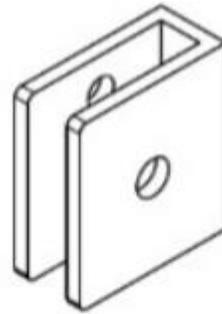


# ÉMBOLO ACTUADOR LIENAL





## BASE ACTUADOR LINEAL PARA EL PEDAL DE FRENO





# CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE CONTROL





**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sede  
Latacunga



# MONTAJE DE LOS SISTEMAS MECÁNICO Y DE CONTROL EN EL VEHÍCULO





# MONTAJE DE LOS SISTEMAS MECÁNICO Y DE CONTROL EN EL VEHÍCULO



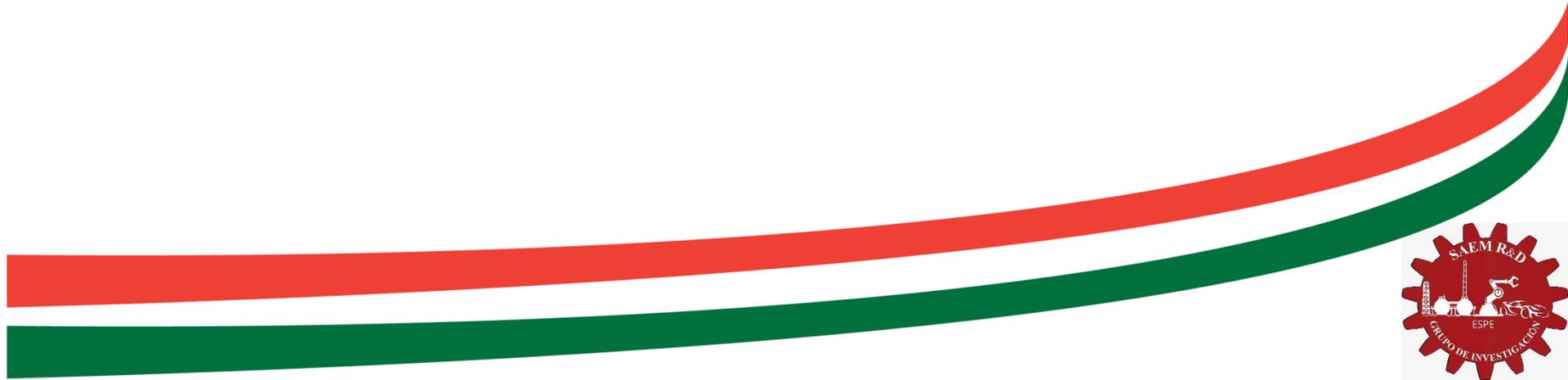


**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sede  
Latacunga



# PRUEBAS Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD VEHICULAR ANTIRROBO





# RESULTADOS OBTENIDOS DE PRUEBAS DE PERIODOS DE OPERACIÓN

*Periodos de operación de los componentes electrónicos*



N°-	Componente	Tiempo de activación (seg)	Tiempo de desactivación (seg)
1	Actuador lineal	3.5	3.5
2	Módulo RFID	0.1	0.1
3	Arduino UNO	0.1	0.1
4	Módulo relé 5v	0.3	0.3





# RESULTADOS OBTENIDOS DE PRUEBAS DE ALCANCE DE OPERACIÓN

*Alcance de operación de los componentes electrónicos*

Nº-	Componente	Alcance máximo de señal (m)	Distancia mínima de activación (m)	Distancia de activación recomendada (m)
1	Módulo RFID	0.15	0.01	0.05-0.1
2	Tarjeta de activación	0.15	0.01	0.05-0.1





# RESULTADOS OBTENIDOS DE PRUEBAS DE VOLTAJE Y CONSUMO DE CORRIENTE

*Voltajes de operación de los componentes electrónicos*

N°-	Componente	Voltaje de alimentación (Volt)	Voltaje de activación (Volt)	Consumo de corriente (Amp)
1	Arduino UNO	5	5.3	46 mA
2	Módulo RFID	3.3	3.3	13mA
3	Módulo relé 5v	5	5.1	90 mA
5	Actuador lineal	12	11.8	3 A





## CONCLUSIONES

- Se diseñó el sistema de bloqueo para el pedal de accionamiento del sistema de freno, el mismo que después de las pruebas realizadas permite elevar el sistema de seguridad antirrobo del vehículo.
- Con la utilización de un actuador lineal que nos permite aplicar 47Kgf, se implementó un sistema de bloqueo regulado que actúan sobre las ruedas del vehículo, esto se logra con la activación del sistema mediante el uso de sistema de control del dispositivo, mismo que pone en marcha cuando se apaga el vehículo y se desactiva cuando se enciende el automotor.
- Para la implementación del sistema antirrobo se diseñó un módulo de control con los siguientes componentes electrónicos: Microcontrolador con una placa Arduino uno, modulo relé y regulador LM7805.





- Se implementó un sistema de activación remota para lo cual se empleó un módulo RFID RC 522, el mismo que permite la activación de los otros componentes del sistema antirrobo mediante el uso de radiofrecuencias.
- Se analizó el sistema de seguridad vehicular determinándose que los sistemas de seguridad que viene incorporado en el vehículo no son suficientes, por lo que se diseñó e implementó un sistema de seguridad adicional, mismo que aplicado al pedal de sistemas de frenos permite incrementar significativamente los niveles de seguridad antirrobo del vehículo.
- Para controlar el alto consumo de corriente se construyó un módulo relé, mismo que permite la activación y desactivación del actuador lineal.





## RECOMENDACIONES

- A los usuarios se recomienda siempre implementar un sistema de seguridad adicional que permita garantizar la seguridad de su inversión, ya que los sistemas de seguridad que incorpora los vehículos por defecto, son altamente vulnerables.
- Se recomienda continuar con esta línea de investigación respecto del uso de sistemas de seguridad basados en radiofrecuencias, ya que esto permitirá desarrollar más y mejores sistemas antirrobo de los vehículos.
- Con base en las pruebas realizadas, se recomienda la implementación de este sistema antirrobo, pues ha demostrado ser altamente confiable.





**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Sede  
Latacunga**



**“SIN SACRIFICIO NO HAY VICTORIA.”**

**ARCHIBALD WITWICKY**

