

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

EXTENSIÓN LATACUNGA



CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO
ELECTRÓNICO PARA AUTOMATIZAR EL
ACCIONAMIENTO DEL EMBRAGUE DE UN VEHÍCULO
AUTOMOTOR”**

**PANAMÁ PANAMÁ MAURICIO MEDARDO
QUINCHIMBLA PISUÑA FREDDY EDUARDO**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AUTOMOTRIZ**

AGOSTO 2013

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, PANAMÁ PANAMÁ MAURICIO MEDARDO Y QUINCHIMBLA PISUÑA FREDDY EDUARDO, declaramos que:

El proyecto de grado denominado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO ELECTRÓNICO PARA AUTOMATIZAR EL ACCIONAMIENTO DEL EMBRAGUE DE UN VEHÍCULO AUTOMOTOR” ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva y aplicación de conocimientos adquiridos, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Agosto de 2013.

Panamá P. Mauricio M.

1003915640

Quinchimbla P. Freddy E.

1719310508

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

ING. DANILO ZAMBRANO (DIRECTOR)

ING. WILSON TRÁVEZ (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el presente trabajo titulado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO ELECTRÓNICO PARA AUTOMATIZAR EL ACCIONAMIENTO DEL EMBRAGUE DE UN VEHÍCULO AUTOMOTOR” realizado por PANAMÁ PANAMÁ MAURICIO MEDARDO Y QUINCHIMBLA PISUÑA FREDDY EDUARDO, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que es un proyecto de excelente calidad y contenido científico que servirá para la enseñanza, aprendizaje, aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional por lo que si recomendamos su publicación.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan a Mauricio Panamá y Freddy Quinchimbla que lo entregue al Ing. Juan Castro, en su calidad de Director de la Carrera.

Latacunga, Agosto de 2013.

Ing. Danilo Zambrano

DIRECTOR

Ing. Wilson Trávez

CODIRECTOR

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotros, PANAMÁ PANAMÁ MAURICIO MEDARDO Y QUINCHIMBLA PISUÑA FREDDY EDUARDO.

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO ELECTRÓNICO PARA AUTOMATIZAR EL ACCIONAMIENTO DEL EMBRAGUE DE UN VEHÍCULO AUTOMOTOR”, cuyo contenido, criterio e ideas son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Agosto de 2013.

Panamá P. Mauricio M.

1003915640

Quinchimbla P. Freddy E.

1719310508

DEDICATORIA

Lo dedico a Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el período de estudio.

Con mucho cariño principalmente a mis padres que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor.

A mis hermanos menores Sandra, Jaime, Andrés, Mishelle, Oswaldo y Belén por ser los compañeros inseparables y por el apoyo incondicional en todos los proyectos, los quiero mucho.

A mi tío, Leonidas, a pesar de que no estás aquí ahora en estos momentos conmigo, sé que tu alma si lo está y porque tuviste los mismos sueños que Yo te dedico con todo mi corazón mi tesis. Nunca te olvidaré...

A todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esto. Ustedes saben quiénes son.

Mauricio Panamá P.

“El secreto de la existencia humana está no sólo en vivir, sino también en saber para qué se vive”. (Fiódor Dostoievski)

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico, a *DIOS*, por darme la sabiduría, y guiarme para poder salir adelante y vencer los obstáculos que se me presentaron en el trayecto de la carrera.

A mis queridos padres Humberto Quinchimbla y Rosa Pisuña por todo el cariño, comprensión y confianza que han depositado en mí a lo largo de la carrera, su ejemplo de amor, lucha y trabajo han sido clave para mi desarrollo como persona.

A mis hermanos porque siempre han sido mis compañeros de aventuras además que ellos siempre han sido un ejemplo para mí.

Para todos ellos va dedicado este proyecto con el amor, cariño y la humildad que siempre me ha caracterizado, pero muy feliz de haber alcanzado una parte de mi meta en mi vida profesional.

Freddy Quinchimbla P.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado sabiduría, fortaleza, salud, coraje, y no dejarme solo en los momentos difíciles, y haberme permitido llegar a la meta en este gran proyecto.

Agradezco a quienes a lo largo de mi camino me han alentado para seguir adelante y han confiando en mi.

A mi Madre, por ser la amiga y compañera que me ha ayudado a crecer, gracias por estar siempre conmigo en todo momento. Gracias por la paciencia que has tenido para enseñarme, por el amor que me das, por tus cuidados en el tiempo que hemos vivido juntos, por los regaños que me merecía y que no entendía. Gracias Mamá por estar pendiente durante toda esta etapa.

A los Ingenieros Danilo Zambrano y Wilson Trávez por que me brindaron una ayuda desinteresada; que ha sido fundamental para culminar el presente proyecto.

A mis profesores de la ESPE-L, porque de ellos no solamente aprendí sobre la carrera sino que también sobre la vida, siendo esto para mí un pilar fundamental en mi desarrollo humano y conocimiento invaluable; les agradezco también por su confianza y amistad incondicional.

A mis compañeros de carrera, por su amistad y apoyo en todas las circunstancias que la vida universitaria conlleva.

A mi familia, por su amor, por su paciencia y apoyo.

Mauricio Panamá P.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme y darme la oportunidad de poder cumplir con uno más de mis sueños, a la ESPE-L por los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera y así poder obtener mi título.

A mis queridos padres, porque sin su apoyo no hubiera podido finalizar mi carrera, ya que gracias a sus esfuerzos pudieron apoyarme económicamente.

A mis hermanos por brindarme toda su alegría y ayuda necesaria, a Nelly Yandún que me acompañó y se preocupó por mí, brindándome su apoyo para la culminación de este trabajo, al Sr. Jaime Tonato y Sra. Gladys Soria por su incondicional apoyo.

Mi sincero agradecimiento al Ing. Wilson Trávez que siempre estuvo predispuesto para escucharnos, guiarnos y corregirnos en la solución de los problemas que se presentaron, su crítica siempre valiosa, empeño y entusiasmo han sabido dirigir a plenitud esta tesis, al Ing. Danilo Zambrano por darnos libertad suficiente para compaginar la tesis y haber depositado su confianza y amistad hacia nosotros.

Finalmente quiero agradecerle a un buen amigo, Milton Azaña, por saber y hacer de la Ingeniería Mecánica Automotriz un reto, de forma que un vehículo no se vea solo como un frío conjunto de piezas, sus consejos y su siempre envidiable experiencia han hecho que mi vida tome otro sentido.

Freddy Quinchimbla P.

RESUMEN

En nuestro país la mayoría del parque automotor está compuesto por vehículos con cajas de transmisión manual los cuales son difíciles de operar en diferentes condiciones de manejo con la creación de este proyecto se diseña y construye un módulo electrónico para automatizar el accionamiento del embrague de un vehículo automotor que puede ser beneficiado tanto a una persona normal como a una persona parapléjica en ayuda de ambos dando como resultado una conducción más segura y cómoda.

El módulo electrónico recepta información de velocidad del vehículo, posición de la mano del conductor en la palanca de cambios y posición del pedal del acelerador, para comandar un pulmón de accionamiento que contiene dos electroválvulas para el control del ingreso de depresión al mismo; dicho actuador tiene un diafragma interno el cual recibe la succión generada en el motor de explosión logrando mover el pedal del embrague.

Con el motor encendido y el módulo electrónico activado el pedal del embrague se acciona automáticamente y conforme se vaya presionando el interruptor del pedal de acelerador, el pedal de embrague irá subiendo hasta lograr que el vehículo pueda salir en movimiento y el pedal de embrague llegue a su estado de reposo.

El módulo electrónico acciona el pedal de embrague a una velocidad inferior de 25 km/h para evitar que el motor se apague y a velocidades superiores a este, el pedal permanece en reposo.

Al desear canjear una marcha en el vehículo, el sensor óptico ubicado en el pomo envía una señal al módulo electrónico, el mismo que activará el pedal de embrague permitiendo la selección de velocidad; después de

quitar la mano de la palanca de cambios y al acelerar se da el embragado.

Una característica importante es que el vehículo en el cual se instale el sistema también podrá ser usado de manera convencional ya que tendrá un selector con el cual se podrá activar o desactivar el sistema.

Con el mejoramiento de este sistema se espera contribuir de manera significativa a la investigación de nuevas tecnologías para facilitar al conductor una mejora considerable en las prestaciones y manejo del cambio de marcha en un embrague convencional, reduciéndose la manipulación de sistemas de control del vehículo.

ABSTRACT

In our country most of the fleet is comprised of vehicles with manual transmission boxes which are difficult to operate in different driving conditions with the creation of this project is designed and built an electronic module to automate the operation of a vehicle clutch motor that can be benefited as much as a normal person a paraplegic in support of both resulting in a more comfortable and safer driving.

The electronic module information receives input from vehicle speed, position of the driver's hand on the shift lever and accelerator pedal position to command a drive lung containing two valves to control the depression at the same income; said actuator has an internal diaphragm which receives the suction generated by the combustion engine making the clutch pedal move.

With the engine running and the electronic module activated clutch pedal is released automatically and in parallel to the switch by pressing the accelerator pedal, the clutch pedal will rise until the vehicle can get moving out and the clutch pedal reaches its resting state.

The electronics module drives the clutch pedal at a speed below 25 km/h to prevent engine shutdown speeds and above this, the pedal is at rest.

Wishing redeem a march on the vehicle, the optical sensor located in the handle sends a signal to the electronic module, it will activate the clutch allowing the selection of speed, after removing the hand from the gearshift and acceleration given the gear.

An important feature is that the vehicle in which the system is installed can also be used in conventional manner as to have a selector which can enable or disable the system.

With the improvement of this system is expected to contribute significantly to research into new technologies to provide the driver with a considerable improvement in the performance and handling of the gear shift on a conventional clutch, reducing the handling of the vehicle control systems.

PRESENTACIÓN

En la actualidad los sistemas de embrague implementados en los vehículos que circulan en nuestro país son asistidos manualmente para lo cual existe gran variedad de palancas mecánicas que son diseñadas para impulsar manualmente el pedal de embrague que a pesar de la existencia en el mercado no todas las personas tienen la posibilidad de acceder e instalarlos en sus vehículos por su elevado costo, lo cual estará orientado hacia las personas parapléjicas y personas normales ya que el sistema de embrague automático no necesita ser controlado por el ser humano.

Considerando que la industria automotriz avanza a la par con la electrónica, hemos querido demostrar que los componentes mecánicos que no están provistos de mandos electrónicos pueden ser mejorados al implementarse dispositivos de control.

El presente proyecto se ha dividido en cinco capítulos donde se señalan los aspectos más sobresalientes para el desarrollo del mismo.

En el capítulo 1 se plantea el problema como tal, junto con los objetivos, el desarrollo y la importancia para el desarrollo del proyecto.

En el capítulo 2 se presenta los detalles de los sistemas mecánicos y electrónicos aplicados al sistema de accionamiento automático del embrague.

El capítulo 3 se trata del diseño electrónico y todos los materiales electrónicos que forman parte del sistema de accionamiento automático del embrague, junto con sus características y rangos de operación.

El capítulo 4 se indica la construcción el módulo electrónico e instalación en si todas las partes que conforman el sistema, además de comprobar el correcto funcionamiento y su calibración para poder disfrutar de sus beneficios en la conducción.

El capítulo 5 recoge las conclusiones y recomendaciones que se encontraron durante y después de la finalización del proyecto.

ÍNDICE GENERAL

Declaración de responsabilidad.....	ii
Certificado	iii
Autorización de publicación.....	iv
Dedicatoria.....	v
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Agradecimiento.....	viii
Resumen.....	ix
Presentación.....	xiii
Índice General	xv
Índice de contenidos.....	xv
Índice de figuras.....	xxiii
Índice de tablas.....	xxix

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1.....	1
EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	3
1.4 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.6 METAS DEL PROYECTO	4
1.7 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	5

CAPÍTULO 2.....	9
MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS CIRCUITOS.....	9
2.1.1 Microcontrolador	10
2.1.2 Recursos Especiales.....	13
2.2 MICROCONTROLADOR AVR.....	16
2.2.1 Comparación de microcontroladores ATMEL vs PIC	17
2.3 MICROCONTROLADOR ATMEGA164P.....	19
2.3.1 Configuración de pines.....	21
2.3.2 Revisión Global	21
2.4 PROGRAMACIÓN DE MICROCONTROLADORES.....	24
2.4.1 Entorno de programación.....	24
2.4.2 El Compilador Bascom AVR	26
2.5 DISEÑO Y CREACIÓN DE CIRCUITOS PROFESIONALES.....	27
2.5.1 Elaboración de circuitos	27
2.6 INSTALACIÓN DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS	30
2.7 SISTEMA DE EMBRAGUE DE FRICCIÓN	30
2.7.1 Componentes.....	31
a. Disco de embrague.	32
b. Plato de presión.....	32
c. Carcasa.	33
d. Cojinete de embrague.	34
2.8 ACCIONAMIENTO DEL EMBRAGUE	36
2.8.1 Accionamiento mecánico por cable.....	36
2.8.2 Embrague de accionamiento hidráulico	37

2.9	MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.....	40
2.9.1	Tiempo 1 o admisión.....	40
a.	Filtros o elementos filtrantes.....	41
b.	Múltiple de admisión.....	42
c.	Purificador de aire	42
2.9.2	Tiempo 2 o compresión.....	42
2.9.3	Tiempo 3 o combustión	43
2.9.4	Tiempo 4 o escape.....	44
2.9.5	Vacío del motor	45
2.10	SISTEMA ELÉCTRICO DEL AUTOMÓVIL.....	49
2.10.1	La batería	50
2.10.2	Las cajas de fusibles.....	50
2.10.3	El alternador.....	51
2.10.4	El regulador.....	51
2.10.5	El motor de arranque.....	51
2.10.6	Luces y accesorios.....	52
2.11	SISTEMA NEUMÁTICO.....	52
2.11.1	Simbología neumática.....	53
2.11.2	Cuerpo de válvulas.....	53
2.11.3	Acumulador	54
2.11.4	Válvulas Solenoides	55
a.	Partes de una válvula solenoide.....	56
b.	Válvula solenoide de tres vías	57
2.11.5	Cilindros	58
a.	Cilindros de simple efecto.....	59
b.	Cilindro de doble efecto.....	59
c.	Válvula antiretorno.....	60
2.12	SISTEMAS DE REGULACIÓN Y CONTROL AUTOMÁTICO	61
2.12.1	El control automático.....	61

2.12.2	Sistema de control.....	61
a.	Ventajas.....	62
b.	Tecnologías empleadas	62
2.12.3	Variables del sistema o señales	62
a.	Entrada o señal de mando.....	63
b.	Salida	63
c.	Sensores	63
d.	Actuadores	64
e.	Perturbación	64
2.12.4	Regulación	65
2.12.5	Tipos de control.....	66
CAPÍTULO 3.....		67
DISEÑO DEL MÓDULO ELECTRÓNICO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS MECÁNICOS.....		67
3.1	DETERMINACIÓN DE FUERZAS DE ACCIONAMIENTO	67
3.1.1	Cálculos del embrague de fricción de conexión axial.....	67
a.	Momento de fricción	70
b.	Fuerza de fricción	71
c.	Presión en el disco	72
3.1.2	Resultados de cálculo de embrague	72
3.1.3	Cálculos del sistema de mando del embrague.....	73
a.	Fórmulas para el cálculo del sistema de mando hidráulico.	74
b.	Cálculo de la fuerza que ejerce la bomba secundaria F_2	76
c.	Cálculo de la fuerza que ejerce la bomba primaria F_1	76
d.	Cálculo de la fuerza F del pedal de embrague.....	77
e.	Cálculo de la presión en la bomba principal del embrague P .	78

f.	Cálculo de la fuerza $F_{\text{resistencia}}$ que debe vencer el actuador aplicado en la mitad del pedal de embrague.	79
g.	Cálculo de la presión en la bomba del embrague.....	80
h.	Fuerzas en distintas posiciones del pedal de embrague	80
3.1.4	Determinación de la fuerza proporcionada por el pulmón....	81
a.	Principios básicos de presión	81
b.	Instrumento de medición de vacío.....	83
c.	Fuerza del pedal de embrague Vs fuerza del pulmón	85
3.1.5	Tiempo de accionamiento del pedal de embrague.....	85
a.	Segunda Ley de Newton	86
b.	Carrera del pedal para conseguir el desembragado.....	87
c.	Cálculo del tiempo de accionamiento de pedal de embrague.	88
3.2	DIAGRAMAS DE FUNCIONAMIENTO.....	89
3.2.1	Función primera fase de funcionamiento del módulo electrónico.....	89
3.2.2	Función segunda fase de funcionamiento del módulo electrónico.....	90
3.2.3	Programación del módulo electrónico	92
3.2.4	Circuito del módulo.....	92
3.2.5	Programación en BASIC	101
3.3	CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO CONTROLADOR	103
CAPÍTULO 4.....		110
MONTAJE Y PRUEBAS DEL MÓDULO ELECTRÓNICO.....		110
4.1	PUNTO DE ANCLAJE DEL PEDAL DE EMBRAGUE.....	111
4.2	MONTAJE DEL PULMÓN	112
4.3	INSTALACIÓN DE LA VÁLVULA SOLENOIDE (EV3).....	113

4.4	INSTALACIÓN DEL ACUMULADOR DE VACÍO	114
4.5	INSTALACIÓN DE LA TOMA DE VACÍO	114
4.6	INSTALACIÓN DE LA VÁLVULA UNIDIRECCIONAL.....	115
4.7	CONEXIÓN DE LAS MANGUERAS DE SUMINISTRO.....	116
4.8	INSTALACIÓN DEL SENSOR ÓPTICO	116
4.9	INSTALACIÓN DEL INTERRUPTOR DEL ACELERADOR.....	117
4.10	INSTALACIÓN DEL SENSOR DE VELOCIDAD	117
4.11	INSTALACIÓN DEL MÓDULO ELECTRÓNICO	118
4.11.1	Componentes.....	119
4.12	INSTALACIÓN DEL LCD E INTERRUPTOR DEL SISTEMA...	120
4.13	CONEXIONES ELÉCTRICAS	121
4.14	CONEXIÓN DE CORRIENTE POSITIVA	121
4.15	CONEXIÓN ELÉCTRICA DEL SENSOR ÓPTICO.....	122
4.16	CONEXIÓN ELÉCTRICA DEL SENSOR DE VELOCIDAD	123
4.17	CONEXIÓN DEL INTERRUPTOR DE ACELERACIÓN.....	123
4.18	CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LA ELECTROVÁLVULA EV3.....	124
4.19	CONEXIÓN ELÉCTRICA DEL SOLENOIDE EV1	124
4.20	CONEXIÓN ELÉCTRICA DE MASA	125
4.21	UNIÓN DE LOS COMPONENTES NEUMÁTICOS	126
4.22	AJUSTES.....	128
4.23	AJUSTE DEL CABLE DEL PEDAL DE EMBRAGUE	128
4.23.1	Ajuste del re-acoplamiento de embrague a 25 km/h	129
4.24	REGISTRO DEL EMBRAGUE A UNOS 25 Km/h.....	130
4.25	TENSIÓN DE LA ELECTROVÁLVULA EV3.....	131

4.26	TENSIÓN DE LA ELECTROVÁLVULA EV1.....	133
4.27	VERIFICACIÓN DEL SENSOR ÓPTICO.....	134
4.28	VERIFICACIÓN DEL SENSOR DE VELOCIDAD.....	135
4.29	ENSAYOS Y COMPROBACIÓN DEL SISTEMA.....	135
4.30	PRIMER PROCEDIMIENTO.....	136
4.30.1	Sistema inactivo	136
4.31	SEGUNDO PROCEDIMIENTO	136
4.31.1	Sistema activado	136
4.32	TERCER PROCEDIMIENTO	137
4.32.1	Retorno del pedal de embrague.....	137
4.33	CUARTO PROCEDIMIENTO	138
4.33.1	Descenso-retorno del pedal de embrague a velocidades superiores de 25km/h.....	138
4.34	QUINTO PROCEDIMIENTO.....	139
4.34.1	Reducción de la velocidad con el freno de máquina	139
4.35	PRUEBAS DE CONDUCCIÓN EN CARRETERA	139
4.36	MANTENIMIENTO DEL SISTEMA	141
4.36.1	Mantenimiento preventivo	141
a.	Lubricación del cable de acero	141
b.	Inspección del cable de acero	142
c.	Frecuencia de inspección	143
4.36.2	Mantenimiento correctivo	143
a.	Regulación del cable de acero	143
b.	Revisión de conexión de los sockets.....	144
c.	Reajuste de las mangueras del sistema neumático	145
d.	Reajuste de las bases del pulmón.....	145

CAPÍTULO 5.....	146
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	146
5.1 CONCLUSIONES.....	146
5.2 RECOMENDACIONES.....	147
5.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	149
ANEXO A: CARTA DE CONFORMIDAD.....	151
ANEXO B: PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR.....	153
ANEXO C: SIMULACIÓN DEL CIRCUITO NEUMÁTICO.....	160
ANEXO D: PROCESOS SECUNDARIOS.....	165
ANEXO E: MANUAL DE USUARIO.....	170
ANEXO F: ARTÍCULO DE REVISTA.....	179

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1.1: Jeep Mitsubishi montero	5
---	---

CAPÍTULO 2

Figura 2.1: Clasificación de los circuitos	9
Figura 2.2: Estructura interna del microcontrolador	12
Figura 2.3: Tecnología Atmel	16
Figura 2.4: Logos	17
Figura 2.5: Microcontrolador Atmega164P	20
Figura 2.6: Distribución de pines ATMEGA 164P	21
Figura 2.7: Interfaz de Bascom AVR IDE	25
Figura 2.8: Interfaz gráfica de ISIS	26
Figura 2.9: Ubicación del embrague	31
Figura 2.10: Disco de embrague	32
Figura 2.11: Carcasa y Muelle de diafragma visible	33
Figura 2.12: Cojinete de embrague	34
Figura 2.13: Horquilla	34
Figura 2.14: Maza de embrague de muelles y de diafragma	35
Figura 2.15: Esquema del mando hidráulico	38
Figura 2.16: Depósito	38
Figura 2.17: Bomba principal	39
Figura 2.18: Pedal de embrague	39
Figura 2.19: Tiempo de admisión	41
Figura 2.20: Depurador	41
Figura 2.21: Múltiple admisión	42
Figura 2.22: Tiempo de compresión	43
Figura 2.23: Tiempo de combustión	44
Figura 2.24: Tiempo de escape	45

Figura 2.25: Esquema de la forma en que se administra el vacío	46
Figura 2.26: Vacío en el motor.....	47
Figura 2.27: Reforzador de frenos	48
Figura 2.28: Actuador de accionamiento por vacío.....	49
Figura 2.29: Batería	50
Figura 2.30: Motor de arranque	51
Figura 2.31: Simbología Neumática.....	53
Figura 2.32: Cuerpo de válvulas	54
Figura 2.33: Acumulador.....	55
Figura 2.34: Válvula Solenoide de 3 vías.....	56
Figura 2.35: Partes de una válvula solenoide	56
Figura 2.36: Movimiento del émbolo dentro de una bobina	57
Figura 2.37: Válvula solenoide de tres vías	58
Figura 2.38: Válvula solenoide de 3 vías aplicado en el proyecto	58
Figura 2.39: Cilindro de simple efecto.....	59
Figura 2.40: Cilindro de doble efecto	59
Figura 2.41: Cilindro de doble efecto por vacío y presión atmosférica.....	60
Figura 2.42: Válvula check.....	60
Figura 2.43: Sistema de control.	61
Figura 2.44: PLC Alpha 2.....	62
Figura 2.45: Señal de mando.....	63
Figura 2.46: Señal de salida	63
Figura 2.47: Sensores.....	64
Figura 2.48: Los autos ocasionan perturbación	64
Figura 2.49: Esquema de un dispositivo de regulación.....	65
Figura 2.50: Esquemas de los tipos de control	66

CAPÍTULO 3

Figura 3.1: Sección Transversal de un embrague de un solo disco.....	68
Figura 3.2: Embrague de disco de fricción.....	69

Figura 3.3: Sistema de mando hidráulico de embrague.....	75
Figura 3.4: Fuerza aplicada en el final del pedal de embrague	77
Figura 3.5: Actuador para jalar el pedal de embrague	78
Figura 3.6: Punto de anclaje del cable de acero	79
Figura 3.7: Ubicación de cable de acero en el pedal de embrague	80
Figura 3.8: Valores de la presión del vacío	81
Figura 3.9: Presión positiva	82
Figura 3.10: Presión negativa	82
Figura 3.11: Medición de vacío del Motor Mitsubishi Montero	83
Figura 3.12: Punto de anclaje para jalar el pedal de embrague.....	87
Figura 3.13: Funcionamiento del módulo primera fase	90
Figura 3.14: Funcionamiento del módulo segunda fase	91
Figura 3.15: Circuito del módulo	92
Figura 3.16: Indicador Visual	93
Figura 3.17: Leds indicadores.....	94
Figura 3.18: Circuito regulador de voltaje	95
Figura 3.19: Circuito de los sensores.....	95
Figura 3.20: Circuito la calibración del sensor de pomo	96
Figura 3.21: Circuito del control de las electroválvulas	97
Figura 3.22: Circuito del puerto programador	98
Figura 3.23: Conector DB25	98
Figura 3.24: Microcontrolador Atmega164P	100
Figura 3.25: Circuito completo del módulo.....	101
Figura 3.26: Declaración del microcontrolador.....	102
Figura 3.27: Conexiones inadecuadas en el protoboard.....	103
Figura 3.28: Diseño de la placa en ARES.....	104
Figura 3.29: Diseño final de la placa.....	105
Figura 3.30: Baquelita con el circuito impreso	106
Figura 3.31: Circuito atacado con ácido.....	107
Figura 3.32: Soldadura de componentes electrónicos	108
Figura 3.33: Pintura de protección de la placa.....	108

Figura 3.34: Módulo terminado	109
-------------------------------------	-----

CAPÍTULO 4

Figura 4.1: Conjunto de elementos eléctricos, electrónicos y neumáticos del sistema.....	110
Figura 4.2: Punto de anclaje del pedal de embrague.....	112
Figura 4.3: Componentes del pulmón	112
Figura 4.4: Bases de fijación del pulmón	113
Figura 4.5: Válvula solenoide EV3.....	113
Figura 4.6: Acumulador de vacío	114
Figura 4.7: Conexión de vacío	115
Figura 4.8: Válvula unidireccional	115
Figura 4.9: Mangueras de suministro.....	116
Figura 4.10: Ubicación del sensor óptico	116
Figura 4.11: Ubicación del interruptor de aceleración.....	117
Figura 4.12: Sensor de velocidad	118
Figura 4.13: Instalación del módulo electrónico	118
Figura 4.14: Componentes del módulo electrónico.....	119
Figura 4.15: Pantalla de cristal líquido	120
Figura 4.16: Conector DB25 hembra	121
Figura 4.17: Alimentación del módulo electrónico.....	122
Figura 4.18: Conexión eléctrica del sensor óptico	122
Figura 4.19: Conexión eléctrica del sensor de velocidad.....	123
Figura 4.20: Conexión eléctrica del interruptor de aceleración	123
Figura 4.21: Alimentación de la válvula solenoide EV3	124
Figura 4.22: Alimentación de la válvula solenoide EV1	125
Figura 4.23: Conexión de masas	125
Figura 4.24: Unión de la toma de vacío con la válvula unidireccional...	126
Figura 4.25: Unión de la válvula unidireccional con el acumulador de vacío y la electroválvula EV3	127

Figura 4.26: Unión del desfogue de la electroválvula EV3 con la entrada de depresión del pulmón.....	127
Figura 4.27: Unión de los componentes del sistema	128
Figura 4.28: Regulación del pedal de embrague	129
Figura 4.29: Regulación de la válvula solenoide EV1	129
Figura 4.30: Ajuste del registro de embrague	130
Figura 4.31: Oscilograma de voltaje de EV3.....	131
Figura 4.32: Voltaje inicial de EV3	132
Figura 4.33: Voltaje de EV3 después de 1.8 segundos	132
Figura 4.34: Oscilograma de Voltaje de EV1	133
Figura 4.35: Voltaje de EV1	133
Figura 4.36: Sensor óptico.....	134
Figura 4.37: Oscilograma del sensor óptico.....	134
Figura 4.38: Oscilograma del sensor de velocidad	135
Figura 4.39: Posición de desembragado	137
Figura 4.40: Inspección del cable de acero	142
Figura 4.41: Regulación del cable de acero.....	144
Figura 4.42: Limpieza de sockets del sistema	144
Figura 4.43: Lubricación de las mangueras de vacío del sistema.....	145
Figura 4.44: Reajuste de las bases del pulmón	145

ANEXO C

Figura C. 1: Circuito neumático en el programa Automation Studio.....	164
---	-----

ANEXO D

Figura D. 1: Placa del circuito terminada.....	165
Figura D. 2: Placa electrónica protegida contra el óxido.....	166
Figura D. 3: Manufactura de la caja para el módulo electrónico.....	166

Figura D. 4: Perforaciones para el cableado del módulo.....	167
Figura D. 5: Comprobación del módulo electrónico.....	167
Figura D. 6: Fijación de la placa electrónica.....	168
Figura D. 7: Montaje del módulo electrónico dentro del vehículo.....	168
Figura D. 8: Pruebas de visualización del módulo dentro del vehículo....	169

ANEXO E

Figura E. 1: Esquema de elementos del módulo electrónico.....	171
Figura E. 2: LCD.....	171
Figura E. 3: Advertencia del sensor óptico.....	172
Figura E. 4: Evitar el uso del sensor óptico con las manos mojadas.....	172
Figura E. 5: Evitar el humedecimiento el sensor óptico	173
Figura E. 6: No obstaculizar al sensor óptico.....	173
Figura E.7: No esparcir el agua en el pulmón	174
Figura E.8: Encendido del vehículo.....	174
Figura E.9: Encendido del sistema.....	175
Figura E.10: Visor de control del sistema.....	175
Figura E.11: Canje de marcha en reposo.....	176
Figura E.12: Puesta en movimiento del vehículo.....	177
Figura E.13: Canje de marcha a partir de segunda en adelante.....	177
Figura E.14: Retroceso del vehículo.....	178

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 1

Tabla 1. Datos técnicos del vehículo	5
Tabla 2. Aspectos para la implementación del sistema.	6
Tabla 3. Materiales empleados en la construcción de la placa electrónica	7

CAPÍTULO 2

Tabla 4. Microcontrolador AVR VS PIC	17
--	----

CAPÍTULO 3

Tabla 5. Datos técnicos Mitsubishi Montero	67
Tabla 6. Materiales de Fricción para Embragues.....	70
Tabla 7. Resultados de cálculo de embrague.....	72
Tabla 8. Especificaciones generales del embrague.....	73
Tabla 9. Nomenclatura de fórmulas utilizadas	74
Tabla 10. Comparación de recorrido del pedal VS el actuador.....	79
Tabla 11. Comparación de fuerzas en distintas posiciones del pedal.....	80
Tabla12. Especificaciones generales del sistema neumático	83
Tabla 13. Comparación de fuerzas	85
Tabla 14. Descripción de pines del conector DB25	99

CAPÍTULO 4

Tabla 15. Elementos eléctricos, electrónicos y neumáticos del sistema	111
Tabla 16. Componentes del módulo electrónico	119

CAPÍTULO 1

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Los constantes avances tecnológicos y las nuevas tendencias futuristas de muchos de los fabricantes de vehículos ha sido la base fundamental sobre el diseño y construcción de este sistema que trabaja automáticamente mediante un módulo electrónico lo que ha formado nuevas técnicas que brindan seguridad y confort en el ámbito de la conducción vehicular.

En base a este inciso el proyecto busca contribuir en la aplicación de sistemas futuristas, que a pesar de la existencia en el mercado no todas las personas tienen la posibilidad de acceder e instalarlos en sus vehículos por su elevado costo, lo cual estará orientado hacia las personas con capacidades especiales y sobre todo ofrece una conducción segura para los conductores en general.

Además viendo la carencia del control automático del accionamiento del embrague para vehículos con transmisión manual en el parque automotor ecuatoriano que ayude a accionar dicho mecanismo se ha decidido diseñar y construir un módulo electrónico para automatizar el accionamiento del embrague de un vehículo automotor.

Debido a que la mecánica y la electrónica es una amplia actividad a nivel mundial, la sucesión de mejoras en la industria requiere que el Ingeniero Automotriz continúe aprendiendo y actualizando sus conocimientos contiguos a sus habilidades técnicas.

Dado que la Universidad, contribuye al país en la formación de profesionales de excelencia, capacidad de liderazgo, se propuso el

presente proyecto de tesis, impulsando el desarrollo tecnológico y práctico del estudiante de Ingeniería Automotriz, a la vez colaborando al desarrollo de la colectividad.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sistema de embrague cumple un papel fundamental en la conducción de los autos y estos no siempre actúan de la forma que el conductor necesita, ya que este requiere interactuar entre los pedales de embrague, freno y acelerador al momento de poner en movimiento el vehículo, haciéndole más dificultoso su operación.

En nuestro país la mayoría del parque automotor está compuesto por vehículos con cajas de transmisión manual los cuales son difíciles de operar en diferentes condiciones de manejo, dificultando el acceso de estos vehículos al grupo de ciudadanos con capacidades especiales.

No todo el grupo de personas mencionadas están en la capacidad económica de adquirir vehículos con transmisión automática por su elevado costo ya que estos son importados. Estos tipos de automotores son más eficientes en su país de origen debido a que fueron diseñados para su espacio geográfico de operación y por los recursos tecnológicos que ahí existen, obteniendo un rápido acceso y mantenimiento del mismo; mientras que en el Ecuador, esto se ha convertido en desventajas para este tipo de vehículos; además las condiciones geográficas de nuestro país obligan a que los mantenimientos sean periódicos, afectando la vida útil del mismo.

Es en base a este problema, la necesidad de la implementación de un sistema que opere automáticamente y brinde una excelente ayuda para de esta manera facilitar al conductor una mejora considerable en las

prestaciones y manejo del cambio de marcha en un embrague convencional.

“Mediante este proyecto se automatizará un sistema de embrague para que la misma caja de transmisión manual funcione con ese tipo de mecanismo dando como resultado una conducción más segura y cómoda.”

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La implementación de la gestión electrónica del embrague mejora considerablemente las prestaciones y manejo del cambio que un embrague convencional, además que la conducción del vehículo es mucho más agradable. Por otro lado tiene un selector que anula el dispositivo permitiendo conducir la unidad en la forma convencional a través de sus pedales originales.

La realización de este proyecto nos permitirá ofrecer una solución en los problemas que poseen las personas con capacidades especiales cuando conducen un vehículo.

El diseño y construcción de este sistema se basa en conocimientos, habilidades, capacidades, destrezas y aptitudes, vinculadas a nuestra competencia profesional. Para ello se aplicará conocimientos adquiridos en el área de autotrónica, sistemas automotrices, micro controladores entre otros.

1.4 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un módulo electrónico para automatizar el accionamiento del embrague de un vehículo automotor.

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar y construir el circuito electrónico para el control de mando del embrague.
- Seleccionar los elementos electrónicos apropiados y programar el módulo electrónico para que envíe señales al actuador para el correcto funcionamiento del sistema de accionamiento automático del embrague.
- Adaptar el actuador apropiado para el correcto funcionamiento del sistema de accionamiento automático del embrague.
- Instalar sensores para detectar la mano en el pomo de la palanca de cambios, pedal del acelerador, velocidad del vehículo y además un dispositivo que deshabilite el sistema automático permitiendo conducir el vehículo en la forma convencional.
- Comprobar el correcto funcionamiento del sistema de accionamiento automático del embrague mediante pruebas de ruta.

1.6 METAS DEL PROYECTO

Con el desarrollo y culminación de este proyecto se desea llegar a cumplir las siguientes metas:

- Obtener un sistema de accionamiento automático del embrague en el lapso de 8 meses.
- Disponer de un manual de usuario que sintetice el funcionamiento, mantenimiento y precauciones, en el uso y manipulación del equipo una semana después de haber culminado el sistema.
- Contar con un proyecto de aplicación tecnológica para que en el plazo de 1 año pueda ser implementado en cualquier vehículo.

1.7 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo del proyecto se inició con la recolección y el análisis de los datos técnicos y especificaciones que posee el vehículo en el cual se va a implantar el sistema de accionamiento automático del embrague.

El tipo de sistema de embrague que posee el vehículo se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla 1. Datos técnicos del vehículo

Marca y modelo:	Mitsubishi Montero
Tipo de vehículo:	Jeep
Año de fabricación:	1995
Tipo de embrague:	Mecanismo de embrague hidráulico

Fuente: Grupo de investigación



Figura 1.1: Jeep Mitsubishi montero

Fuente: Grupo de investigación

Luego del respectivo análisis del sistema de embrague del vehículo y con resultados óptimos para la implementación del sistema, se realizó la localización de las partes del vehículo donde es adecuado se instalen cada uno de los componentes que conforman el sistema, teniendo en cuenta los aspectos que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 2. Aspectos para la implementación del sistema.

Accesibilidad para la adaptación del actuador (Pulmón de accionamiento) que jalará el pedal de embrague.
Espacio en el interior del vehículo, para la localización del módulo electrónico y del visor de velocidad del vehículo.
Accesibilidad para la implementación de componentes en el sistema de embrague que son el acumulador de vacío, las válvulas solenoides, el cable de acero de 2m de longitud con un diámetro de 2.65mm con su respectiva funda, el sensor óptico de palanca de cambios, sensor de velocidad y las mangueras que se conectarán a la entrada del servofreno del vehículo.
La batería como fuente de alimentación para el circuito.
El precio económico para el desarrollo del proyecto.

Fuente: Grupo de investigación

Con resultados favorables sobre todos los problemas posibles en el transcurso del proyecto se continúa el desarrollo y construcción del sistema de accionamiento automático del embrague, se realiza el programa en el software BASCOM y el circuito electrónico en el software Proteus y Ares, se comprueba su correcto y eficaz funcionamiento para luego adquirir todos los materiales electrónicos para la construcción de las placas electrónicas, los materiales adquiridos y usados se detallan en la tabla 3:

Tabla 3. Materiales empleados en la construcción de la placa electrónica.

Elemento	Cantidad
MicrocontroladorAtmega164P	1
Pantalla de cristal liquido	1
Comparador LM339N	1
Transistores	5
Potenciómetros	3
Resistencias	11
Condensadores	7
Pulsadores	3
Cables	10m
Leds	3
Baquelita	1

Fuente: Grupo de investigación

Con la construcción de las placa electrónica se continua en el proceso de adaptación del sistema para lo cual se instala los soportes con su respectivo actuador (pulmón de diafragma de vacío), cable de acero con su respectiva funda que va conectado desde el pulmón de diafragma de vacío a un apoyo específico en el pedal del embrague, el acumulador de vacío, el sensor óptico de pomo de palanca de cambios, el sensor de velocidad ubicada en la salida de la caja de cambios y el interruptor de posición del acelerador ubicado en el mismo pedal, que luego de un previo análisis realizado estarán ubicados en lugares idóneos para su correcto funcionamiento.

Con el proyecto casi terminado se procede a instalar el cableado en el vehículo en los lugares ya establecidos anteriormente para su correcto y eficiente funcionamiento. Una vez culminado el sistema de accionamiento automático del embrague se procede a realizar las pruebas necesarias para la comprobación de su correcto funcionamiento.

La prueba más eficiente y con la que podemos comprobar su correcto funcionamiento es una prueba de conducción en carretera con el sistema encendido y con la que se obtendrá los verdaderos beneficios que brinda el nuevo sistema. Con la prueba de carretera terminada los resultados son excelentes ya que el sistema funciona correctamente y cumple los objetivos anteriormente expuestos.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS CIRCUITOS

Se denomina circuito eléctrico al conjunto de elementos eléctricos conectados entre sí que permiten generar, transportar y utilizar la energía eléctrica con la finalidad de transformarla en otro tipo de energía como por ejemplo, energía calorífica (estufa), energía lumínica (bombilla), energía mecánica (motor), etc.

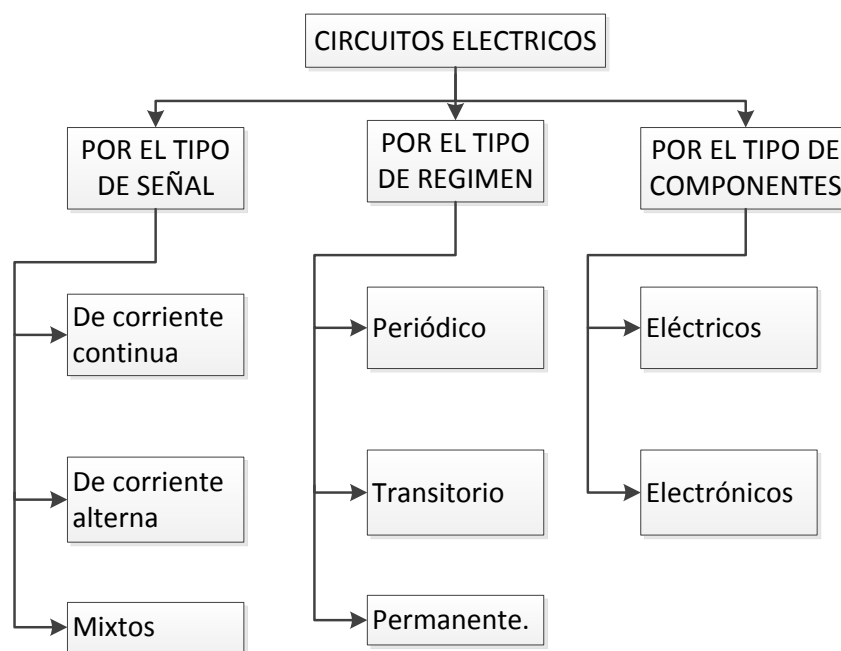


Figura 2.1: Clasificación de los circuitos

Fuente: Grupo de investigación

2.1.1 Microcontrolador

Un microcontrolador es un circuito integrado de alta escala de integración que incorpora la mayor parte de los elementos que configuran un controlador.”¹

Un microcontrolador dispone normalmente de los siguientes componentes:

- Procesador o UCP (Unidad Central de Proceso).
- Memoria RAM para Contener los datos.
- Memoria para el programa tipo ROM/PROM/EPROM.
- Líneas de E/S para comunicarse con el exterior.
- Diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, Puertas Serie y Paralelo, CAD: Conversores Analógico/Digital, CDA: Conversores Digital/Analógico, etc.).
- Generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.

Los productos que para su regulación incorporan un microcontrolador disponen de las siguientes ventajas:

Aumento de prestaciones: un mayor control sobre un determinado elemento representa una mejora considerable en el mismo.

Aumento de la fiabilidad: al reemplazar el microcontrolador por un elevado número de elementos disminuye el riesgo de averías y se precisan menos ajustes.

Reducción del tamaño en el producto acabado: La integración del microcontrolador en un chip disminuye el volumen, la mano de obra y los stocks.

¹<http://www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml#ixzz2Xpv99jyB>

Mayor flexibilidad: las características de control están programadas por lo que su modificación sólo necesita cambios en el programa de instrucciones.

- **Características de los microcontroladores**

Los microcontroladores son diseñados para reducir el costo económico y el consumo de energía de un sistema en particular. Por eso el tamaño de la unidad central de procesamiento, la cantidad de memoria y los periféricos incluidos dependerán de la aplicación. El control de un electrodoméstico sencillo como una batidora utilizará un procesador muy pequeño (4 u 8 bits) porque sustituirá a un autómata finito. En cambio, un reproductor de música y/o vídeo digital (MP3 o MP4) requerirá de un procesador de 32 bits o de 64 bits y de uno o más códecs de señal digital (audio y/o vídeo). El control de un sistema de frenos ABS (Antiblock Brake System) se basa normalmente en un microcontrolador de 16 bits, al igual que el sistema de control electrónico del motor en un automóvil.

Los microcontroladores representan la inmensa mayoría de los chips de computadoras vendidos, sobre un 50% son controladores "simples" y el restante corresponde a DSP más especializados. Mientras se pueden tener uno o dos microprocesadores de propósito general en casa (Ud. está usando uno para esto), usted tiene distribuidos seguramente entre los electrodomésticos de su hogar una o dos docenas de microcontroladores.

- **El procesador o CPU**

Es el elemento más importante del Microcontrolador y determina sus principales características, tanto a nivel hardware como software. Se encarga de direccionar la memoria de instrucciones, recibir el código OP de la instrucción en curso, su decodificación y la ejecución de la operación

que implica la instrucción, así como la búsqueda de los operadores y el almacenamiento del resultado.

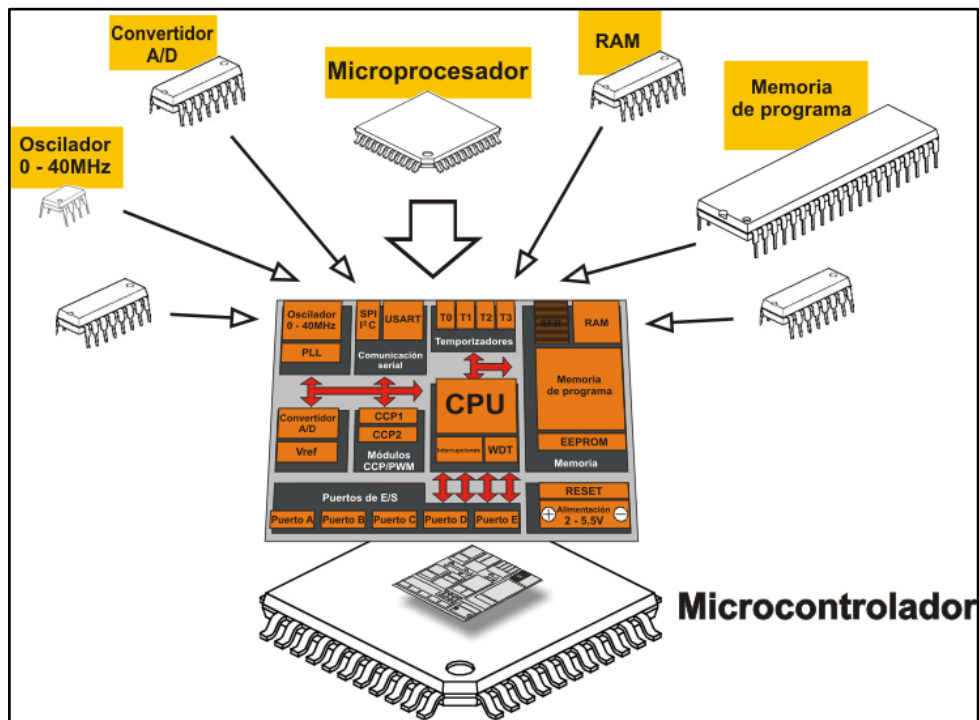


Figura 2.2: Estructura interna del microcontrolador

Fuente: <http://www.mikroe.com>

- **Memoria**

En los microcontroladores la memoria de instrucción y datos está integrada en el propio chip. Una parte debe ser no volátil, tipo ROM, y se destina a contener el programa de instrucciones que gobierna la aplicación. Otra parte de memoria será tipo RAM, volátil, y se estima a guardar las variables y los datos.

- **Puertas de Entrada y Salida**

La principal utilidad de las patitas que posee la cápsula que contiene un Microcontrolador es soportar las líneas de E/S que comunican al computador interno con los periféricos exteriores.

Según los controladores de periféricos que posea cada modelo de Microcontrolador, las líneas de E/S se destinan a proporcionar el soporte a las señales de entrada, salida y control.

- **Reloj principal**

Todos los microcontroladores disponen de un circuito oscilador que genera una onda cuadrada de alta frecuencia, que configura los impulsos de reloj usados en la sincronización de todas las operaciones del sistema.

Generalmente, el circuito de reloj está incorporado en el microcontrolador y sólo se necesitan unos pocos componentes exteriores para seleccionar y estabilizar la frecuencia de trabajo. Dichos componentes suelen consistir en un cristal de cuarzo junto a elementos pasivos o bien un resonador cerámico o una red R-C.

2.1.2 Recursos Especiales

Cada fabricante oferta numerosas versiones de una arquitectura básica de Microcontrolador. En algunas amplía las capacidades de las memorias, en otras incorpora nuevos recursos, en otras reduce las prestaciones al mínimo para aplicaciones muy simples, etc. La labor del diseñador es encontrar el modelo mínimo que satisfaga todos los requerimientos de su aplicación. De esta forma, minimizará el coste, el hardware y el software.

Los principales recursos específicos que incorporan los microcontroladores son:

- **Temporizadores o "Timers"**

Se emplean para controlar periodos de tiempo (temporizadores) y para llevar la cuenta de acontecimientos que suceden en el exterior (contadores).

Para la medida de tiempos se carga un registro con el valor adecuado y a continuación dicho valor se va incrementando o disminuyendo al ritmo de los impulsos de reloj o algún múltiplo hasta que se desborde y llegue a 0, momento en el que se produce un aviso.

- **Perro guardián o "Watchdog"**

Cuando el computador personal se bloquea por un fallo del software u otra causa, se pulsa el botón del reset y se reinicializa el sistema. Pero un microcontrolador funciona sin el control de un supervisor y de forma continuada las 24 horas del día. El Perro guardián consiste en un temporizador que, cuando se desborda y pasa por 0, provoca un reset automáticamente en el sistema.

- **Estado de reposo o de bajo consumo**

Son abundantes las situaciones reales de trabajo en que el microcontrolador debe esperar, sin hacer nada, a que se produzca algún acontecimiento externo que le ponga de nuevo en funcionamiento. Para ahorrar energía, (factor clave en los aparatos portátiles), los microcontroladores disponen de una instrucción especial (SLEEP en los PIC), que les pasa al estado de reposo o de bajo consumo, en el cual los requerimientos de potencia son mínimos. En dicho estado se detiene el reloj principal y se "congelan" sus circuitos asociados, quedando sumido en un profundo "sueño" el microcontrolador. Al activarse una interrupción ocasionada por el acontecimiento esperado, el microcontrolador se despierta y reanuda su trabajo.

- **Comparador analógico**

Algunos modelos de microcontroladores disponen internamente de un amplificador operacional que actúa como comparador entre una señal fija de referencia y otra variable que se aplica por una de las patitas de la cápsula. La salida del comparador proporciona un nivel lógico 1 ó 0 según una señal sea mayor o menor que la otra.

- **Conversor A/D (CAD)**

Los microcontroladores que incorporan un Conversor A/D (Analógico/Digital) pueden procesar señales analógicas, tan abundantes en las aplicaciones. Suelen disponer de un multiplexor que permite aplicar a la entrada del CAD diversas señales analógicas desde las patitas del circuito integrado.

- **Conversor D/A (CDA)**

Transforma los datos digitales obtenidos del procesamiento del computador en su correspondiente señal analógica que saca al exterior por una de las patitas de la cápsula. Existen muchos efectores que trabajan con señales analógicas.

- **Modulador de anchura de impulsos o PWM**

Son circuitos que proporcionan en su salida impulsos de anchura variable, que se ofrecen al exterior a través de las patitas del encapsulado.

- **Puertos de E/S digitales**

Todos los microcontroladores destinan algunas de sus patitas a soportar líneas de E/S digitales. Por lo general, estas líneas se agrupan de ocho en ocho formando Puertos.

Las líneas digitales de los Puertos pueden configurarse como Entrada o como Salida cargando un 1 ó un 0 en el bit correspondiente de un registro destinado a su configuración.

2.2 Microcontrolador AVR

El significado de AVR es Advanced Virtual RISC, los AVR son una familia de microcontroladores RISC de Atmel. La arquitectura de los AVR fue concebida por dos estudiantes en el Norwegian Institute of Technology, y posteriormente refinada y desarrollada en Atmel Norway, la empresa subsidiaria de Atmel, fundada por los dos arquitectos del chip. El AVR es una CPU de arquitectura Harvard. Tiene 32 registros de 8 bits.



Figura 2.3: Tecnología Atmel

Fuente: <http://www.cursomicros.com>

El AVR fue diseñado desde un comienzo para la ejecución eficiente de código C compilado. Como este lenguaje utiliza profusamente punteros para el manejo de variables en memoria, los tres últimos pares de registros internos del procesador, son usados como punteros de 16 bit al espacio de memoria externa, bajo los nombres X, Y y Z.



Figura 2.4: Logos del microcontrolador AVR

Fuente: <http://www.cursomicros.com>

El set de instrucciones de los AVR es más regular que la de la mayoría de los microcontroladores de 8-bit (por ejemplo, los PIC). Sin embargo, no es completamente ortogonal:

- Los registros punteros X, Y y Z tienen capacidades de direccionamiento diferentes entre sí
- Los registros 0 al 15 tienen diferentes capacidades de direccionamiento que los registros 16 al 31.

2.2.1 Comparación de microcontroladores ATMEL vs PIC

En la actualidad hay dos grandes "casas" de los microcontroladores: el PIC de la familia Microchip y el Atmel de la familia AVR, por lo que los microprocesadores más populares a nivel global son el ATMEL AT90S1200 de AVR y el 16F84 de Microchip. A continuación se realiza algunos datos comparativos entre el AT90S1200 y el PIC16F84:

Tabla 4. Microcontrolador AVR VS PIC

	AVR	PIC
Nº de instrucciones	89	35
Registros RAM	32	68
Velocidad	12MHz	20MHz

Memoria de Programa	1kByte FLASH (512 líneas de programa, 16bits por inst.)	1kx14 (1024 líneas de programa de 14 bit cada una).
Memoria EEPROM libre	64Bytes	64Bytes
Salidas	15	13
TIMER	1 de 8bit (con prescaler desde CK hasta CK/1024)	1 de 8 bit (con prescaler desde 1:2 hasta 1:256)
Comparador Analógico (NO ADC)	1	NO POSEE
Watchdog	Si posee	Si posee
Oscilador interno	Si poseen (habilitable con programación paralela)	Si posee
Niveles de pila (STACK)	3	8
interrupciones	Reset, interna, externa, timer y por comparador analógico	5 interrupciones

Fuente: Grupo de investigación

Como se puede observar los microcontroladores ATMEGA tienen muchas más funcionalidades que los PIC, pero en el momento de elegir se debe tener en cuenta las facilidades que tiene cada uno, además del precio y su utilización, ahora para proyectos grandes se necesita mayor respaldo, seguridad y velocidad de procesamiento teniendo todos estos aspectos en los AVR, por lo que el atmega164p es considerado para profesionales que lo han utilizado como un microprocesador de 40 pines más completo

del mercado ya que como veremos en el siguiente apartado está compuesto de comunicación serial, mayor velocidad, gran espacio en memoria gracias a su arquitectura, PWMs (importante para motores), mayor número de instrucciones, trabajo normal con 2,8 V, facilidad de programación, aunque no todo es perfecto porque el atmega164p y en común en la mayoría de AVR's tienen dos desventajas que o publicidad que nos puedan ayudar y si se encuentra alguna información todo está en inglés, el otro problema de los AVR's es que después de un tiempo son reemplazados por modelos mejorados, dejando de fabricarlos y entre estos no son compatibles, es decir llegan a cambiar la arquitectura, las instrucciones básicas, la posición de los pines y su función, haciendo difícil poder reemplazarlos en algún proyecto si existe algún daño no existe mucha información para poder consultar, como trabajos, proyecto

2.3 MICROCONTROLADOR ATMEGA164P

Microcontrolador AVR de 8 bits de alto rendimiento y bajo consumo.

- **Arquitectura Avanzada RISC**
 - Dispone de 131 instrucciones. La mayoría de un solo ciclo de reloj de ejecución.
 - Posee 32 registros de trabajo de 8 bits para propósito general.
- **Memorias de programa y de datos no volátiles de alta duración**
 - 16 K bytes de FLASH auto programable en sistema
 - 512B bytes de EEPROM
- **Interface JTAG**
 - Capacidades de Boundary Scan de acuerdo con el estándar JTAG
 - Soporte Extendido Debug dentro del chip
- **Características especiales del Microncontrolador**
 - Power-onReset (en el encendido) y detección de Brown-out (pérdida de polarización) programable.

- Oscilador RC interno calibrado.
- **Encapsulados para Entradas/Salidas (E/S)**
 - 32 líneas de E/S programables.
 - PDIP de 40 pines, TQFP y QFN/MLF de 44 pines.
- **Voltajes de Operación**
 - 1.8 – 5.5V para el ATMEGA 164P
 - 2.7 – 5.5V para el ATMEGA 164P
- **Velocidad de Funcionamiento**
 - ATMEGA 164P: 0 – 4MHz @ 1.8 – 5.5V - 10MHz @ 2.7 – 5.5V
 - ATMEGA 164P: 0 – 10MHz @ 2.7 – 5.5V - 20MHz @ 4.5 – 5.5V
- **Consumo de energía a 1MHz, 1.8V, 25°C para el ATMEGA 164P**
 - Activo: 0.4mA
 - Modo Power-down: 0.1uA
 - Modo Power-Save: 0.6uA (Incluye RTC de 32 KHz)



Figura 2.5: Microcontrolador Atmega164P

Fuente: <http://www.cursomicros.com>

2.3.1 Configuración de pines

La configuración de los puertos es variable según el microcontrolador que se desee o necesite utilizar ya que cada microcontrolador tiene características exclusivas por el número de pines y la función que cada uno desempeña. Se habla de que cada familia de microcontroladores puede tener características similares de programación especificadas únicamente en el datasheet que proporciona el fabricante del componente

Configuración para el microcontrolador Atmega164P:

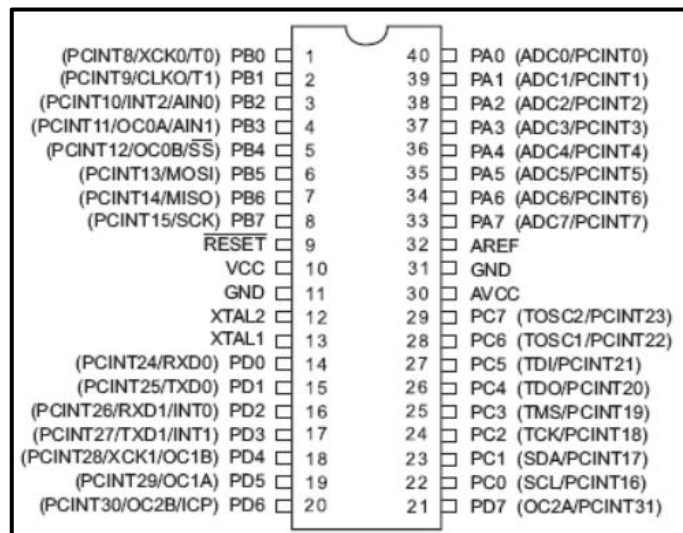


Figura 2.6: Distribución de pines ATMEGA 164P

Fuente: <http://www.atmel.com/avr>.

2.3.2 Revisión Global

El ATmega164P es un microcontrolador CMOS de 8 bits de bajo consumo basado en la arquitectura RISC mejorada. Sus instrucciones se ejecutan en un ciclo de máquina, el ATmega164P consigue transferencia de información alrededor de 1 MIPS por MHz admitido por el sistema,

permitiendo al diseñador del sistema optimizar el consumo de energía versus la velocidad de procesamiento.

- **Puerto A (PA7:PA0)**

El puerto A sirve como entradas analógicas para el conversor Análogo Digital.

El puerto A también sirve como un puerto bidireccional de 8 bits con resistencias internas de pull up (seleccionables para cada bit). Los buffers de salida del puerto A tienen características simétricas controladas con fuentes de alta capacidad.

Los pines del puerto A están en tri-estado cuando las condiciones de reset están activadas o cuando el reloj no esté corriendo. El puerto A también sirve para varias funciones especiales del ATmega164P como la Conversión Análoga Digital.

- **Port B (PB7:PB0)**

El puerto B es un puerto bidireccional de 8 bits de E/S con resistencias internas de pull up.

Las salidas de los buffers del puerto B tienen características simétricas controladas con fuentes de alta capacidad.

Los pines del puerto B están en tri-estado cuando las condiciones de reset están activadas o cuando el reloj no esté corriendo. El puerto B también sirve para varias funciones especiales del ATmega164P.

- **Port C (PC7:PC0)**

El puerto C es un puerto bidireccional de 8 bits de E/S con resistencias internas de pull up (seleccionadas por cada bit). Las salidas de los buffers del puerto C tienen características simétricas controladas con fuentes de alta capacidad.

Los pines del puesto C están en tri-estado cuando las condiciones de reset están activadas siempre y cuando el reloj no esté corriendo. El puerto C también sirve para las funciones de Interfaz del JTAG, con funciones especiales del ATmega164P.

- **Port D (PD7:PD0)**

El Puerto D es un puerto bidireccional de entradas y salidas con resistencias internas de pull up (seleccionadas por cada bit). Las salidas de los buffers del puerto D tienen características simétricas controladas con sumideros de fuentes de alta capacidad.

Los pines del Puerto D están en tri-estado cuando llega una condición de reset activa, siempre y cuando el reloj no esté corriendo.

El puerto D también sirve para varias funciones especiales del ATmega164P.

- **RESET**

Entrada del Reset. Un pulso de nivel bajo en este pin por períodos de pulso mínimo genera un reset, siempre y cuando el reloj no esté corriendo.

- **XTAL1**

Entrada para el amplificador del oscilador invertido y entrada para el circuito de operación del reloj interno.

- **XTAL2**

Salida del Oscilador amplificador de salida.

- **AVCC**

AVCC es la alimentación de voltaje para el pin del Puerto F y el Conversor Análogo a Digital. Este debe ser conectado externamente a

VCC, siempre y cuando el ADC no sea usado. Si el ADC es usado, este deberá ser conectado a VCC a través de un filtro paso bajo.

- **AREF**

Esta es la referencia para el pin de la conversión Análoga a Digital.

2.4 PROGRAMACIÓN DE MICROCONTROLADORES

2.4.1 ENTORNO DE PROGRAMACIÓN

Los programas para el entorno de desarrollo o programación se utilizan para escribir el código fuente. Para el lenguaje Basic, se destaca BASCOM-AVR®.

- **Compilador.** El Compilador transforma las instrucciones del lenguaje Basic al lenguaje de máquina, o sea, genera el archivo .HEX, para ser utilizado en el Microcontrolador o en el simulador. Los más comunes para los microcontroladores AVR son: CodeVisionAVR, AVR IAR C, Bascom AVR entre otros
- **Simulador.** Software utilizado para simular el funcionamiento circuitos electrónicos. Sin lugar a dudas PROTEUS, es el simulador electrónico más completo y eficaz para trabajar con microcontroladores.
- **BASCOM-AVR®.** Es un compilador de BASIC para la familia AVR de ATMEL, desarrollado por la empresa Holandesa MCS Electronic. Ha sido desarrollado sobre W95/98/NT y dispone de todas las características de la familia BASCOM.

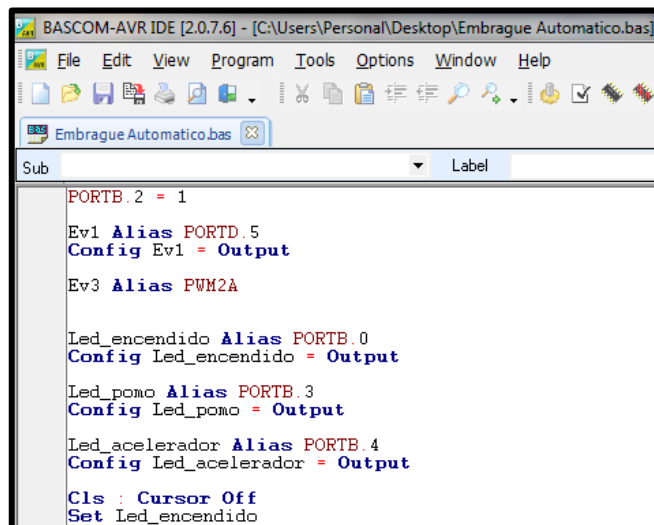


Figura 2.7: Interfaz de Bascom AVR IDE

Fuente: Grupo de investigación

- **PROTEUS**

Es una versión profesional de simulador de dispositivos compatibles con microcontroladores en el gran número de modelos digitales y analógicos de los dispositivos.

Posee un entorno integrado diseñado para la realización completa de proyectos de construcción de equipos electrónicos en todas sus etapas: diseño, simulación, depuración y construcción. La suite se compone de dos elementos, perfectamente integrados entre sí: ISIS, la herramienta para la elaboración avanzada de esquemas electrónicos, que incorpora una librería de más de 6.000 modelos de dispositivos digitales y analógicos.

ARES, la herramienta para la elaboración de placas de circuito impreso con posicionador automático de elementos y generación automática de pistas, que permite el uso de hasta 16 capas.

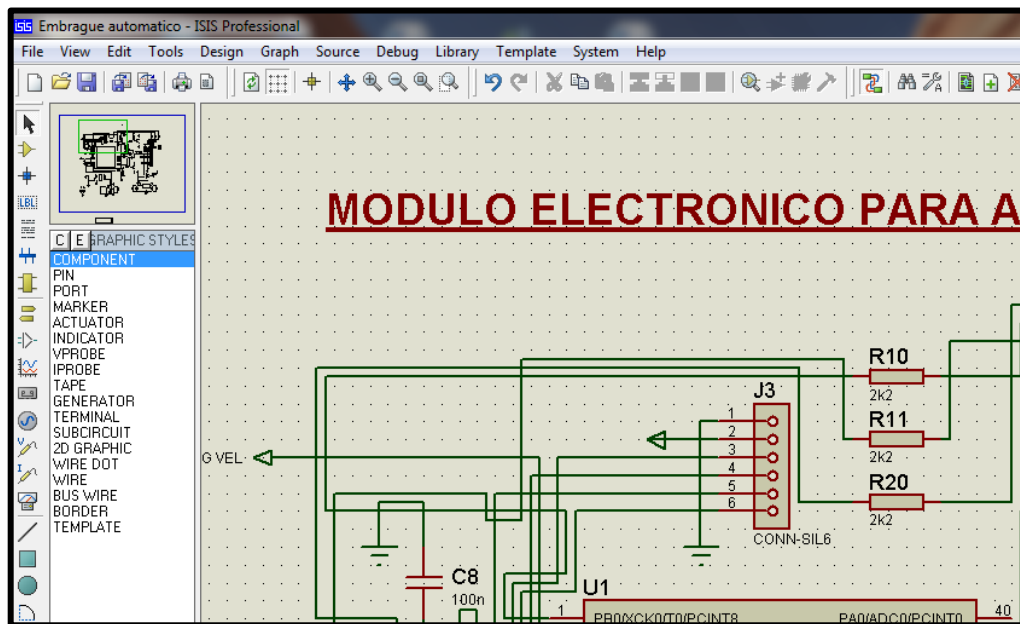


Figura 2.8: Interfaz gráfica de ISIS

Fuente: Grupo de investigación

2.4.2 El Compilador Bascom AVR

Bascom AVR es el compilador Basic para los microcontroladores AVR que sobresale entre los de su clase, tiene la capacidad de transformar las instrucciones de alto nivel escritas en lenguaje BASIC al código hexadecimal, generando así el archivo .HEX, que sirve para cargar en el microcontrolador o en el simulador.

Bascom AVR ofrece aceptables librerías, incorpora un sencillo simulador, un terminal serial y un excelente software programador de AVR.

Para grabar en el microcontrolador se recomienda utilizar el programador PROGISP172, el cual posee una amplia librería de microcontroladores AVR.

2.5 DISEÑO Y CREACIÓN DE CIRCUITOS PROFESIONALES

2.5.1 Elaboración de circuitos

Un circuito impreso es una placa de material, provista de unas pistas o caminos de cobre que sirven para interconectar los diversos componentes que constituyen el circuito en cuestión.

Generalmente, antes de pasar a diseñar el circuito impreso de un determinado esquema electrónico, se ha de comprobar el funcionamiento del mismo en una placa de inserción luego de que se ha probado en un simulador.

Para la elaboración de un circuito impreso se han de seguir los siguientes pasos:

Como primer paso se necesita realizar el diseño del circuito impreso por medios informáticos ya que estos son los más precisos y prácticos

Preparación de la placa

Luego de realizar el diseño el diseño, se procede a la preparación de la placa virgen, incluyendo las siguientes operaciones:

- Cortado de la placa, adecuando su tamaño al diseño realizado, utilizando para ello la herramienta adecuada.
- Limpieza de la superficie de cobre.

A estos procedimientos hay que añadir otros, si se fuesen a emplear métodos de fotograbado.

Dibujo de las pistas sobre la placa

A continuación se realizará en la cara de cobre de la placa virgen el dibujo o impresión de las pistas del circuito y para ello se pueden emplear 3 procedimientos:

- **Por métodos de fotograbado**

Se coloca el papel vegetal en la correcta posición sobre la placa virgen después de sensibilizarla y en función de dicha fotosensibilización se introduce unos minutos en la insoladora. Dicho aparato emite luz ultravioleta que altera el barniz fotosensible que recubre la placa de forma que, al sumergir la placa en un baño líquido revelador, el barniz endurecido por la luz realice la función que el rotulador o las tiras adhesivas

- **Utilizando rotuladores especiales**

Colocando el papel vegetal sobre la placa y prestando atención a la posición en la que se emplaza, mediante un granete, se marcan levemente los puntos donde irán colocados los terminales de los componentes. Una vez realizada esta operación, se retira el papel vegetal y se dibujan las pistas y los puntos de los terminales, procurando que en ambos no queden poros en la tinta depositada. Se han de emplear rotuladores permanentes preferentemente de color negro. Se trata del método más sencillo.

- **Grabado (atacado) de la placa**

El objeto de este procedimiento es el de eliminar el cobre no necesario de la placa, de forma que solamente permanezca en los lugares donde ha de existir conexión eléctrica entre los distintos componentes. Se puede realizar en un recipiente o bandeja de plástico, donde se pondrá una parte de ácido clorhídrico, dos de agua oxigenada y tres de agua común.

También se puede utilizar cloruro férrico disuelto en agua. Una vez que la placa se ha introducido en la disolución, al cabo de unos pocos minutos ésta absorberá parte del cobre de la misma, excepto de las pistas. También es posible utilizar máquinas que automatizan todo el procedimiento, aunque el proceso no es complicado de realizar manualmente.

Se ha de prestar especial cuidado en la manipulación de estos compuestos químicos, pues pueden ocasionar quemaduras graves en la piel.

- **Utilizando tiras adhesivas**

Consiste, como en el caso anterior, en marcarlos puntos de conexión, pero en lugar de utilizar rotuladores se pegan las adecuadas tiras adhesivas de conexión, procurando que ninguna pista quede abierta.

- **Limpieza y taladrado de la placa**

Al acabar el proceso anterior se limpiará la placa con agua y se secará. También se puede lijar suavemente para eliminar restos de rotulador, tiras adhesivas o barniz. A continuación se procederá a taladrar, con una broca del diámetro adecuado, en los lugares donde se vaya a insertarlos componentes.

- **Inserción de componentes y soldadura**

Una vez finalizado el proceso de taladrado, se pasa a insertar los componentes y regletas de conexión en los lugares adecuados para posteriormente soldarlos a la placa. Este paso tiene que realizarse con mucha paciencia y concentración ya que se debe colocar los componentes en la posición y polaridad adecuada para evitar desperfectos posteriores o fallas en el funcionamiento.

2.6 INSTALACIÓN DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Al momento de instalar algún dispositivo eléctrico/electrónico de cualquier tipo en el automóvil se tomara en cuenta que se va a alterar en alguna forma el funcionamiento del mismo, para lo cual se deben considerar algunos puntos importantes que determinaran la instalación del dispositivo.

- Resistencia equivalente del dispositivo
- Trabajo que realiza y modificaciones que produce en el automotor
- Temperatura de funcionamiento
- Si produce o no un campo magnético considerable que pueda afectar a otros componentes.

Estos parámetros determinaran si el dispositivo puede instalarse en determinados lugares del vehículo para no interferir con otros sistemas o con el funcionamiento normal del mismo. Según el modelo del vehículo este tendrá diferentes lugares adecuados para la instalación del módulo; es necesario observar si las conexiones, cables y pines del dispositivo estén protegidos y no estén expuestos a humedad, cortocircuitos o fugas de aceite.

2.7 SISTEMA DE EMBRAGUE DE FRICCIÓN

El embrague se sitúa entre el volante motor y la caja de cambios y es accionado por un pedal que maneja el conductor con su pie izquierdo. Con el pedal suelto el giro del motor se transmite directamente a las ruedas, es decir, el motor está embragado. Y cuando el conductor pisa el pedal de embrague el giro del motor no se transmite a las ruedas, y se dice que el motor está desembragado.

El embrague debe tener la suficiente resistencia como para lograr transmitir todo el par motor a las ruedas y lo suficientemente rápido y

seguro como para realizar el cambio de velocidad en la caja de cambios sin que la marcha del vehículo sufra un retraso apreciable. También debe ser progresivo y elástico para evitar que se produzcan tirones ni brusquedades al poner en movimiento al vehículo, partiendo desde la situación de parado, ni tampoco cuando se varíe la velocidad del motor en las aceleraciones y retenciones.

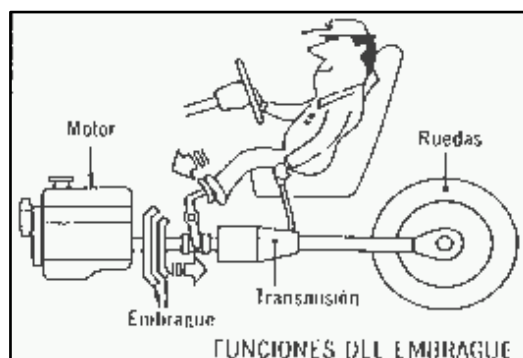


Figura 2.9: Ubicación del embrague

Fuente: <http://www.desguacesypiezas.com/tag/tipos-de-embrague/>

2.7.1 Componentes

El embrague de fricción está constituido por una parte motriz, que transmite el giro a una parte conducida, utilizando para tal efecto la adherencia existente entre los dos elementos, y a los que se les aplica una determinada presión, que los une fuertemente uno contra el otro. El embrague de fricción está compuesto por dos partes claramente diferenciadas, el disco de embrague y el plato de presión, siendo la actuación más extendida del mecanismo, sistema con el que se presiona un elemento contra el otro y con el que, por tanto, se controla la transmisión de par, por muelles o por diafragma.

Se describen a continuación los distintos componentes del sistema:

a. Disco de embrague.

Este dispositivo está formado por un disco de acero en el que, por medio de unos remaches, van sujetos los forros de material de fricción, de tal manera que la cabeza de los remaches van embutidas para que no rocen contra la superficie del asiento del volante de motor.

El disco de embrague es el elemento encargado de transmitir a la caja de cambios todo el par motor sin que se produzcan resbalamientos en condiciones estacionarias.

Por este motivo, el disco de embrague está forrado de un material de fricción que se adhiere a las superficies metálicas.



Figura 2.10: Disco de embrague

Fuente: Grupo de investigación

b. Plato de presión.

El plato o disco de presión sirve de acoplamiento del conjunto al volante de inercia y va montado entre el disco de fricción y la carcasa. Entre el

plato de presión y la carcasa van montados los elementos de presión, que pueden ser muelles helicoidales o un diafragma.

También denominado “maza de embrague”, se compone de un disco de acero en forma de corona circular. Por una cara se une a la carcasa del mecanismo de embrague, a través de los muelles o diafragma, y por la otra cara se une a una de las caras del disco de embrague.

c. Carcasa.

Es el elemento que sirve de cubierta al mecanismo de embrague, por el que se fija éste al volante de inercia por medio de tornillos. En ella se alojan los distintos muelles o diafragma que permitirán la presión del disco de embrague contra el plato de presión y el volante motor.



Figura 2.11: Carcasa y Muelle de diafragma visible

Fuente: Grupo de investigación

d. Cojinete de embrague.

Denominado también cojinete axial o collarín de embrague, es el elemento por el que se acciona el mecanismo. Se trata de un cojinete de bolas que se desliza sobre el tramo del eje primario situado en la campana de la caja de velocidades.



Figura 2.12: Cojinete de embrague

Fuente: Grupo de investigación

Dicho desplazamiento axial se controla por una de sus caras a la que va acoplado un elemento denominado horquilla, y por el otro extremo permanece en contacto con las patillas de accionamiento, en el caso de que se trate de un mecanismo de embrague por muelles, o sobre los dedos elásticos, si se trata de un mecanismo dotado de embrague por diafragma, realizando el empuje axial sobre éstos.



Figura 2.13: Horquilla

Fuente: Grupo de investigación

Las particularidades del sistema en función de su accionamiento por muelles o por diafragma se indican a continuación:

- **Embrague de muelles**

Es un tipo de accionamiento muy utilizado a lo largo de la historia, pero que actualmente se encuentra en desuso frente al embrague de diafragma. Los muelles están dispuestos circularmente para que resulte una presión más uniforme sobre la maza de embrague. Empujan al plato de presión por uno de sus dos extremos, apoyando el otro en la carcasa.

Debido a la presión que ejercen éstos sobre el plato de presión, cuando no actuamos sobre el mecanismo de embrague, el disco de embrague está presionado entre el plato y el volante motor. Por el contrario, cuando actuamos sobre el mecanismo de embrague oprimimos dichos muelles, dejando de ejercer presión sobre el disco de embrague con la consecuente interrupción de la transmisión del par motor a la caja de velocidades.

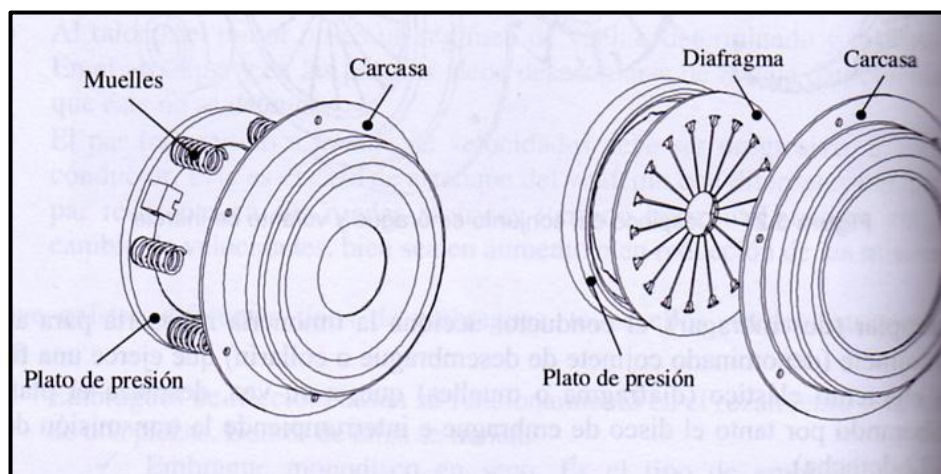


Figura 2.14: Maza de embrague de muelles y de diafragma

Fuente: <http://8000vueltas.com>

- **Embrague de diafragma.**

El diafragma está constituido por un disco de acero, de forma cónica, en el cual se encuentran practicados unos cortes radiales en forma de ranuras, y cuya elasticidad causa la presión necesaria para mantener el plato de presión contra el disco de embrague.

Al practicarse dichos cortes, el disco queda dividido interiormente en varios dedos elásticos que ejercen la función de las patillas de accionamiento en los embragues con muelles.

Cuando se monta en el vehículo, en posición de reposo, el diafragma se fuerza colocándose en su posición plana por lo que, al tratar de recuperar su forma cónica, oprime al disco de embrague por medio del plato de presión. La acción sobre el diafragma se ejerce en el centro de éste mediante un cojinete de embrague. Cuando se realiza la acción de desembragado, se actúa de tal modo que se invierte la conicidad del diafragma, dejando de ejercer presión sobre el plato de presión con la consiguiente liberación del disco de embrague.

2.8 Accionamiento del embrague

Por accionamiento del embrague se entiende todos los elementos que se encargan de llevar la acción que el conductor realiza sobre el pedal hasta el embrague en sí.

En este punto se pretende describir las diferentes posibilidades con las que el conductor puede pilotar el sistema de embrague de fricción.

2.8.1 Accionamiento mecánico por cable

Se basa en el accionamiento del sistema de embrague mediante un cable de acero unido por uno de sus extremos al pedal de embrague, y por el

otro a una horquilla de embrague, unida ésta a su vez con el cojinete de embrague. Al pisar el pedal, el cable tira de la horquilla, aplicándole un esfuerzo capaz de desplazar al cojinete de embrague, deformando a su vez el diafragma del mecanismo con el consiguiente desembragado del sistema. Al soltar el pedal, la fuerza de dicho diafragma hace desplazar al cojinete en sentido contrario, y éste a su vez al cable, con el consiguiente retorno del pedal a su estado de reposo. En el sistema de accionamiento del embrague por cable, encontramos básicamente dos variedades. Por una parte tenemos el sistema en el que el cojinete de embrague, en posición de reposo, está en constante contacto con el diafragma, o con las patillas de accionamiento, según proceda. Por otra, se encuentra el sistema en el que el cojinete de embrague y el diafragma, en posición de reposo, tienen una separación denominada guarda. Esta separación se obtiene gracias a un muelle situado en la horquilla del embrague. La separación es ajustable por el extremo del cable.

2.8.2 Embrague de accionamiento hidráulico

“El accionamiento hidráulico para embragues de gran presión, se usa con el fin de aminorar el esfuerzo a transmitir en el pedal y para que el accionamiento sea más suave, intercala entre el pedal y la palanca de desembrague un sistema hidráulico, que consiste en un bombín emisor y un pistón receptor.”²

²<http://www.zf.com>

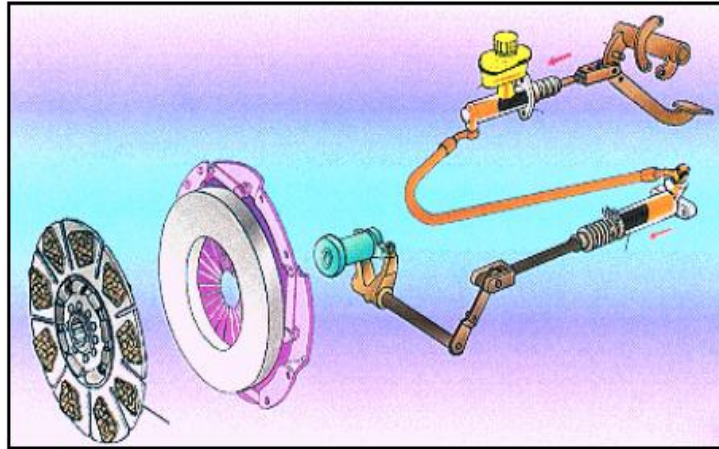


Figura 2.15: Esquema del mando hidráulico

Fuente: www.zf.com

El vehículo en el que se implementó el módulo el embrague es accionado hidráulicamente, los elementos son:

- **Depósito:**

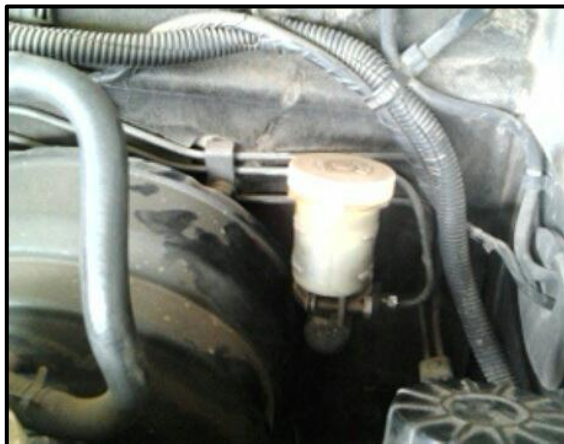


Figura 2.16: Depósito

Fuente: Grupo de investigación

- **Bomba Principal:**

Se alimenta a presión a través de una manguera o tubería hasta un cilindro esclavo, que esta normalmente conectado a la horquilla por medio de una varilla fija.



Figura 2.17: Bomba principal

Fuente: Grupo de investigación

- **Pedal de embrague**

Transmite la fuerza necesaria procedente de la acción humana la bomba principal.



Figura 2.18: Pedal de embrague

Fuente: Grupo de investigación

2.9 MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

Un motor de explosión es un tipo de motor de combustión interna que utiliza la explosión de un combustible, provocada mediante una chispa, para expandir un gas empujando así un pistón. Hay de dos y de cuatro tiempos. El ciclo termodinámico utilizado es conocido como Ciclo Otto. Un motor de explosión con ciclo de 4 tiempos se compone por un cilindro, una biela, un cigüeñal, al menos dos válvulas, una bujía y muchos otros componentes que hacen que todo trabaje de forma coordinada. Para entender cómo es posible que una mezcla de gasolina y aire se convierta en movimiento se explica a continuación cada uno de los 4 tiempos de este tipo de motor de combustión, o también llamado motor Otto.

2.9.1 Tiempo 1 o Admisión

En el primer tiempo una mezcla de gasolina y aire va a entrar en la cámara de combustión del cilindro. Para ello el pistón baja del punto superior del cilindro al inferior, mientras que la válvula (o válvulas) de admisión se abre y deja entrar esa mezcla de gasolina y aire al interior del cilindro, para cerrarse posteriormente.

La gasolina es combinada con aire ya que, de por sí, la gasolina sola no ardería y necesita oxígeno para su combustión. La relación teórica es 1 gramo de gasolina por 14,8 gramos de aire, pero depende de muchos factores, como por ejemplo de la densidad de ese aire. Por eso en los motores modernos una sonda lambda examina los gases sobrantes de la combustión e informa a la centralita sobre cómo ha de ser la proporción de la mezcla gasolina/aire a suministrar por los inyectores.

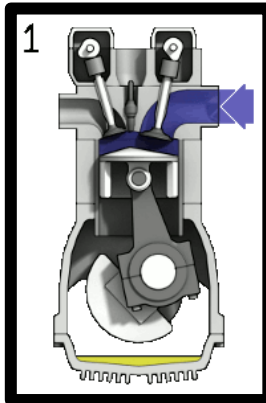


Figura 2.19: Tiempo de admisión

Fuente: <http://motos.about.com/od/mecanica-basica/ss/Como-Funciona-Un-Motor-De-4-Tiempos.htm>

a. Filtros o Elementos filtrantes

Están diseñados para extraer contaminantes del aire que entra al sistema de admisión. Éste es el componente más fiable del sistema de filtración de admisión. El elemento filtrante de aire interno o secundario generalmente calza dentro del elemento externo más grande. El elemento interno a veces se denomina elemento de seguridad.



Figura 2.20: Depurador

Fuente: Grupo de investigación

b. Múltiple de admisión

Posee un conducto para conducir la mezcla de aire-combustible hecha por el carburador para cada uno de los cilindros. Es necesario que el múltiple de admisión sea conformado para que la mezcla aire-combustible sea distribuida uniforme y fácilmente.



Figura 2.21: Múltiple admisión

Fuente: Grupo de investigación

c. Purificador de Aire

El aire fresco contiene polvo. Si este polvo ingresa a los cilindros con el aire de admisión, desgastará los cilindros y contaminará el aceite lubricante. Como resultado se acortará la vida útil del motor.

2.9.2 Tiempo 2 o Compresión

En el segundo tiempo, con el pistón en su posición más baja y la cámara de combustión llena de gasolina y aire, la válvula de admisión se cierra y deja la cámara cerrada herméticamente. La inercia del cigüeñal al que está unida la biela del pistón hará que el pistón vuelva a subir y comprima así la mezcla.

La gasolina y el aire se comprimen dentro de una cámara hermética y, al reducirse de tal manera el espacio, las moléculas chocan entre sí aumentando la temperatura de la mezcla. La gasolina y el aire están listos para el tercer tiempo: la combustión.

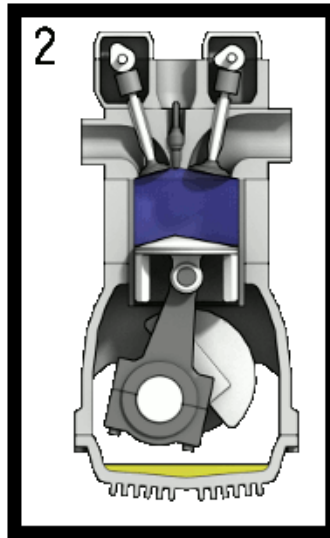


Figura 2.22: Tiempo de compresión

Fuente:<http://motos.about.com/od/mecanica-basica/ss/Como-Funciona-Un-Motor-De-4-Tiempos.htm>

2.9.3 Tiempo 3 o Combustión

En el tercer tiempo, con el pistón en su posición más alta y comprimiendo la mezcla de gasolina y aire, es cuando entra en acción la bujía. Es en este preciso momento, con la mezcla comprimida y a una alta temperatura, cuando la bujía genera una chispa que hace explotar violentamente esa mezcla. La combustión hace empujar el pistón hacia abajo con fuerza y la biela y el cigüeñal se encargan de convertir ese movimiento lineal del pistón, de arriba a abajo, en un movimiento giratorio.

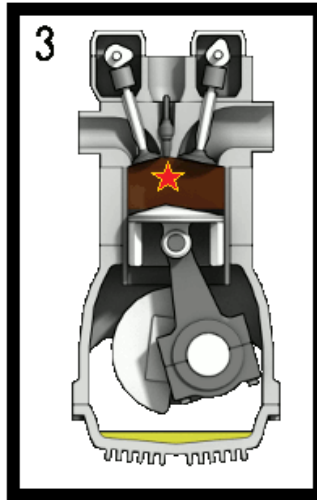


Figura 2.23: Tiempo de combustión

Fuente:<http://motos.about.com/od/mecanica-basica/ss/Como-Funciona-Un-Motor-De-4-Tiempos.htm>

2.9.4 Tiempo 4 o Escape

En el cuarto tiempo, el último de este proceso y que significará la cuarta carrera del pistón y la segunda vuelta del cigüeñal, el pistón se encuentra en su parte más baja de nuevo y con la cámara de combustión llena de gases quemados productos de la combustión de la gasolina y el aire.

El pistón vuelve a subir en este cuarto tiempo y al hacerlo empuja esos gases hacia arriba para que salgan por la válvula de escape que se abre con el fin de dejarlos salir y volver a dejar la cámara del cilindro vacía. No como durante la compresión, que permanece cerrada.

Cuando el pistón está de nuevo en la parte superior se inicia el ciclo de nuevo desde el principio. El pistón volverá a bajar mientras que la válvula de admisión se abre y deja pasar una nueva mezcla de gasolina y aire, y así una y otra vez.

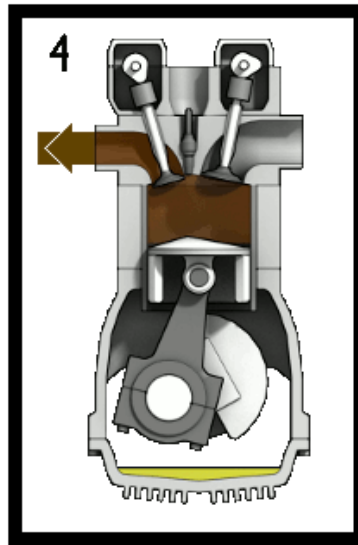


Figura 2.24: Tiempo de escape

Fuente:<http://motos.about.com/od/mecanica-basica/ss/Como-Funciona-Un-Motor-De-4-Tiempos.htm>

2.9.5 Vacío del motor

Se llama vacío a la ausencia total o parcial de aire, también podría decirse; presión inferior a la atmosférica. Todo cuerpo, físico, líquido o gaseoso en movimiento, deja un vacío tras él; ese vacío es cubierto inmediatamente por el peso atmosférico.

Cuando la cámara de combustión, tiene las válvulas cerradas; y el pistón baja, se está creando un vacío. Al abrir las válvulas, el peso atmosférico empuja aire dentro del cilindro, dando la impresión de que el motor lo está succionando.

Los pistones en su carrera descendente generan una "succión" en el múltiple de admisión, a esto se le llama vacío.

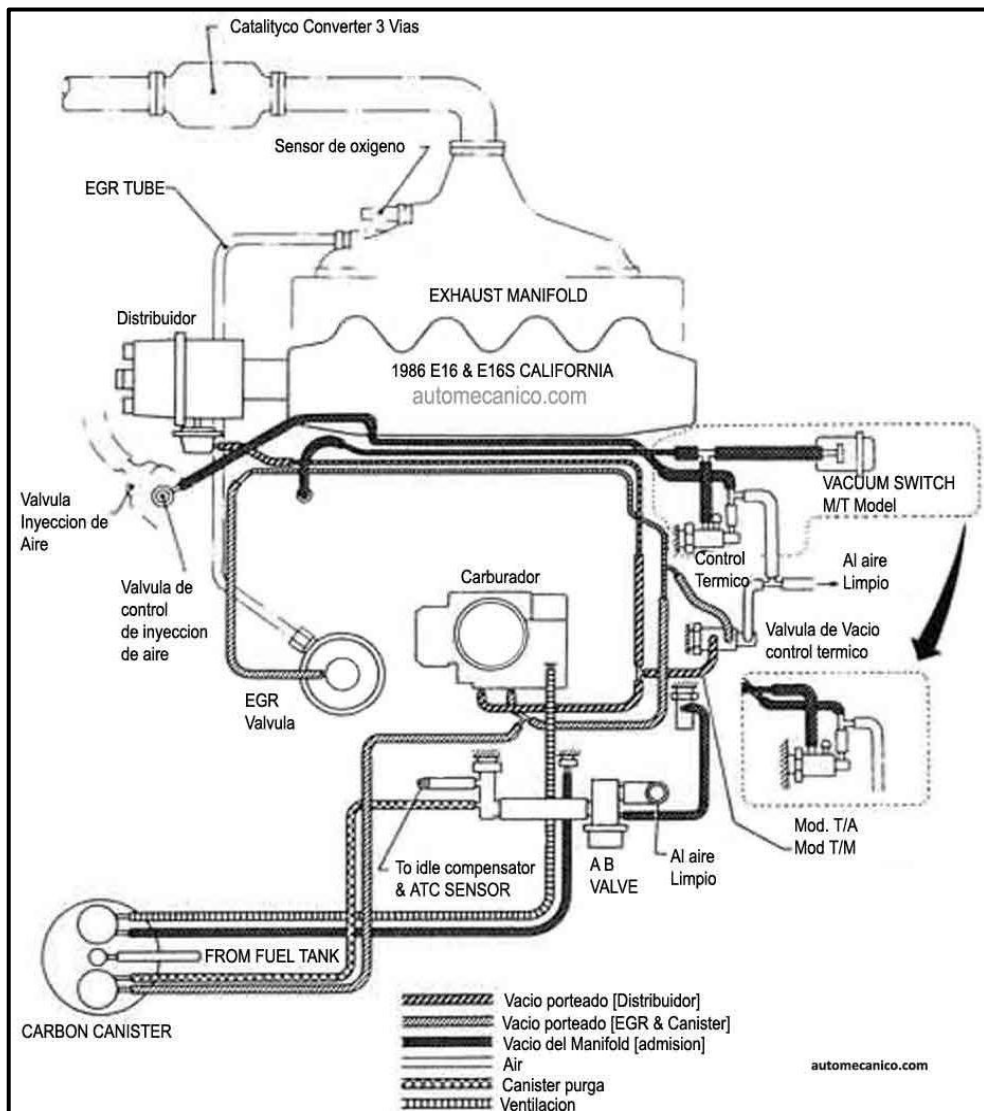


Figura 2.25: Esquema de la forma en que se administra el vacío

Fuente: <http://automecanico.com/auto2002/vacio.html>

Los motores de gasolina en buenas condiciones sin importar si son de 3, 4, 5, 6, 8 o más cilindros generan un vacío que va desde 15 a 22 in-Hg. Dicho de otra manera; en mecánica se llama vacío a la acción contraria de soplar.



Figura 2.26: Vacío en el motor

Fuente: Grupo de investigación

Los vehículos a propulsión de gasolina, llevan instalados, actuadores en diferentes partes del motor. Estos actuadores para funcionar, se valen del vacío, que genera el sube y baja de los pistones.

Una deficiencia o mala administración de vacío, da como consecuencia un mal funcionamiento del motor, que en casos extremos acaba con la vida útil del motor y/o transmisión (caja de velocidades automática).

La condición de tener un vacío dentro de esta especificación, nos permite saber si el motor está en óptimas condiciones de trabajo, las variaciones a estas medidas son interpretadas con la finalidad de llegar a un diagnóstico.

Como principio se debe tener en cuenta que el vacío es utilizado para hacer funcionar válvulas actuadoras, como EGR, PCV, asistencia para desaceleración, distribuidor avance por vacío, modulo para los cambios en transmisión automática, el reforzador de frenos (bostear), etc.



Figura 2.27: Reforzador de frenos

Fuente: Grupo de investigación

El vacío es llevado a sus diferentes posiciones de trabajo a través de mangueras y líneas conductoras, pero si hay cualquier actuador que se encuentre en malas condiciones dará como consecuencia una pérdida de vacío.

El vacío debe trabajar en circuito cerrado; llega al actuador, y debe activarlo o permanecer allí; pero no debe salir al exterior del circuito. Una pérdida o fuga de vacío, aun siendo mínima, puede apagar un motor que use carburador.

En los casos de motores con sistema de inyección electrónica, una pérdida (fuga) de vacío aumentará sus revoluciones y en algunos casos se manifiesta con un alza y baja de rpm.

Los sensores y actuadores son dos cosas diferentes. Aunque ambos puedan tener conectadas mangueras de vacío; la función es distinta, los sensores interpretan el volumen o presión del vacío comunicándolo a la computadora del vehículo.

Los actuadores mueven mecánicamente partes de control instaladas en diferentes partes del motor.



Figura 2.28: Actuador de accionamiento por vacío

Fuente: Grupo de investigación

2.10 SISTEMA ELÉCTRICO DEL AUTOMÓVIL

Los autos traen un sistema eléctrico que tiene principalmente tres funciones:

- Hacer partir el auto con el motor de arranque
- Dar energía al sistema de chispa
- Dar energía eléctrica a las luces, bocina y los distintos accesorios

La electricidad del auto con el motor apagado proviene de la batería y con el motor encendido del alternador, es decir que el giro del motor produce electricidad suficiente para todos los sistemas aunque la batería esté completamente descargada (por eso muchos autos funcionan empujando). Por otro lado mientras el motor gira el generador está recargando la batería constantemente. La batería se descarga solo al momento de arrancar el auto o cuando estamos utilizando los accesorios con el motor apagado.

2.10.1 La batería

Si colocamos una batería de mayor capacidad a un auto chico no pasa nada, al contrario es mejor tener siempre una un poco mayor que la recomendada. Al comprar una batería pueden vendernos una "instantánea" que ya esté cargada y lista para usar o bien una seca, que tiene que ser llenada con los líquidos. Por su capacidad las baterías pueden producir grandes chispas en caso de cortocircuito (juntar el positivo y negativo) así es que hay que tratarlas con cuidado al momento de conectar y desconectar pues también emiten gases inflamables.



Figura 2.29: Batería

Fuente: Grupo de investigación

2.10.2 Las cajas de fusibles

Los autos traen por lo general una caja de fusibles adentro para los accesorios, luces, etc. y otra en la caja del motor para los fusibles principales. Los fusibles son seguros que se queman cuando hay algún cortocircuito, así es que es lo primero que hay que revisar en caso de un problema eléctrico, se pueden probar fácilmente sacándolos y haciendo un puente con un destornillador o cualquier conductor.

2.10.3 El alternador

Es el elemento que genera corriente cuando el motor está girando, da vuelta gracias a una correa que normalmente se usa también para que de vuelta la bomba de agua, cuando esta correa se rompe o se afloja el alternador deja de cargar.

2.10.4 El regulador

El regulador de voltaje controla la corriente de salida del alternador para así prevenir sobre-cargas y descargas de la batería. Esto se logra regulando el flujo de corriente desde la batería hacia el embobinado del rotor.

Los reguladores de voltaje de hoy son dispositivos completamente electrónicos que utilizan diodos y resistencias.

2.10.5 El motor de arranque

Un motor de arranque o motor de partida es un motor eléctrico alimentado con corriente continua con imanes de tamaño reducido y que se emplea para facilitar el encendido de los motores de combustión interna, para vencer la resistencia inicial de los componentes cinemáticos del motor al arrancar. Pueden ser para motores de dos o cuatro tiempos.



Figura 2.30: Motor de arranque

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_de_arranque

2.10.6 Luces y accesorios

Las luces y accesorios llevan un complicado circuito con gran número de cables, generalmente pasan por caja de fusibles, interruptores y relés. Los accesorios más comunes son: limpiaparabrisas, calentador de vidrios, radio, luces interiores, encendedor, luces de tablero, etc.

2.11 SISTEMA NEUMÁTICO

Para producir aire comprimido se utilizan compresores que elevan la presión del aire al valor de trabajo deseado. Los mecanismos y mandos neumáticos se alimentan desde una estación central. Entonces no es necesario calcular ni proyectar la transformación de la energía para cada uno de los consumidores. El aire comprimido viene de la estación compresora y llega a las instalaciones a través de tuberías.

Para el proyecto la fuente de aire aspirado es el múltiple de admisión el cual ingresa a un pulmón con dos cámaras (booster) la depresión se suministra en una cámara de presión constante (vacío) y se separa mediante un diafragma a otra cámara de presión variable (presión atmosférica). El diafragma es conjunto con un pistón al cual es conectado el cable de acero que jalará el pedal de embrague

Los compresores móviles se utilizan en el ramo de la construcción o en máquinas que se desplazan frecuentemente. En el momento de la planificación es necesario prever un tamaño superior de la red, con el fin de poder alimentar aparatos neumáticos nuevos que se adquieran en el futuro. Por ello, es necesario sobredimensionar la instalación, al objeto de que el compresor no resulte más tarde insuficiente.

2.11.1 Simbología neumática

Fuente de presión		Escape de aire	
Cruce de conducciones		Filtro	
Unidad de mantenimiento		Compresor	
Depósito de aire comprimido		Lubricador	
Separador de agua		Válvula antirretorno	
Llave de paso		Regulador unidireccional	
Regulador de caudal		Válvula de simultaneidad	
Válvula selectora de circuito		Válvula secuencial	
Válvula de escape rápido		Válvula reguladora de presión sin escape	
Válvula reguladora de presión con escape		Válvula 3/2	
Válvula 2/2 NC		Válvula 5/2	
Válvula 4/2		Electroválvula	
Cilindro de simple efecto		Temporizador neumático NC	
Cilindro de doble efecto		Válvula 4/3	
Conducción de mando		Unión entre conductores	

Figura 2.31: Simbología neumática

Fuente: <http://sarapowerrangel.wordpress.com/simbologia-neumatica/>

2.11.2 Cuerpo de válvulas

El cuerpo de válvulas consta de un cuerpo de válvulas superior, un cuerpo de válvulas inferior y un cuerpo de la válvula manual. Las válvulas

contenidas en estos cuerpos controlan la presión del fluido e interrumpen el paso del fluido de un pasaje a otro.

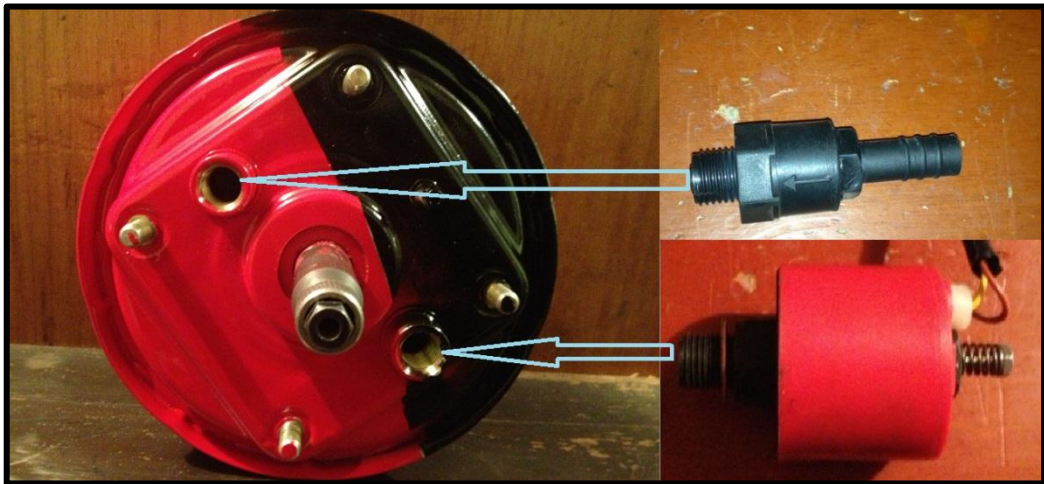


Figura 2.32: Cuerpo de válvulas

Fuente: Grupo de investigación

2.11.3 Acumulador

Es un depósito capaz de almacenar una cierta cantidad de fluido incompresible (vacío), y conservarlo a una cierta presión mediante una fuerza externa para auxiliar al circuito neumático en caso de necesidad.

Usos de los acumuladores:

- Restituir. Compensar pequeñas pérdidas de fluido en el circuito.
- Reserva. Al poder mantener una presión, pueden servir de reserva de energía.
- Seguridad, para evitar accidentes por interrupciones súbitas del generador de potencia.



Figura 2.33: Acumulador

Fuente: Grupo de investigación

2.11.4 Válvulas Solenoides

En muchas aplicaciones es necesario controlar el paso de algún tipo de flujo, desde corriente eléctrica hasta gases o líquidos. Esta tarea es realizada por válvulas. En particular, las accionadas por solenoides permiten su implementación en lugares de difícil acceso y facilitan la automatización del proceso al ser accionadas eléctricamente.

Este tipo de válvulas es controlada variando la corriente que circula a través de un solenoide (conductor ubicado alrededor de un émbolo, en forma de bobina). Esta corriente, al circular por el solenoide, genera un campo magnético que atrae un émbolo móvil. Por lo general estas válvulas operan de forma completamente abierta o completamente cerrada, aunque existen aplicaciones en las que se controla el flujo en forma lineal.

Al finalizar el efecto del campo magnético, el émbolo vuelve a su posición por efecto de la gravedad, un resorte o por presión del fluido a controlar.

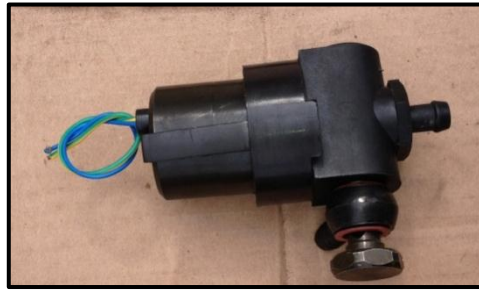


Figura 2.34: Válvula Solenoide de 3 vías

Fuente: Grupo de investigación

a. Partes de una válvula solenoide

1. Cuerpo de la Válvula.
2. Entrada.
3. Salida.
4. Cabeza Solenoide.
5. Bobina.
6. Cables de señal.
7. Pistón.
8. Resorte.
9. Orificio.

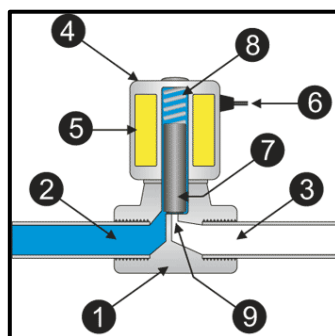


Figura 2.35: Partes de una válvula solenoide

Fuente: <http://www.instrumentacionycontrol.net>

- **Electroimanes**

El solenoide, bajo el efecto de corriente circulante, se comporta como un electroimán. Atrae materiales ferromagnéticos, producto de la alineación de momentos magnéticos atómicos. El campo magnético, creado al circular corriente por el solenoide, actúa sobre el émbolo móvil de material magnético. Se produce una fuerza que ocasiona el desplazamiento del émbolo permitiendo el cierre o apertura de la válvula.

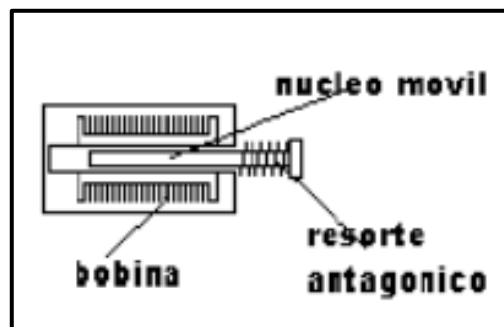


Figura 2.36: Movimiento del émbolo dentro de una bobina

Fuente: <http://profesores.elo.utfsm.cl/~jgb/carvallovargasc.pdf>

b. Válvula solenoide de tres vías

Las válvulas de tres vías tienen una conexión de entrada que es común a dos conexiones de salida distintas.

“Las válvulas de tres vías son, básicamente, una combinación de la válvula de dos vías normalmente cerrada y de la válvula de dos vías normalmente abierta, en un solo cuerpo y con una sola bobina.”³

³<http://profesores.elo.utfsm.cl/~jgb/CARVALLOVARGASc.pdf>

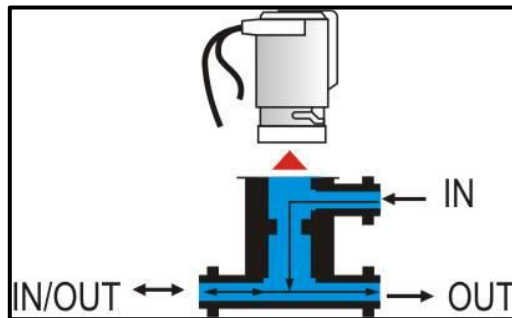


Figura 2.37: Válvula solenoide de tres vías

Fuente: <http://www.euro-rain.es/catalogo/electrovalvulas-riego/rpe/serie-tres-vias.html>

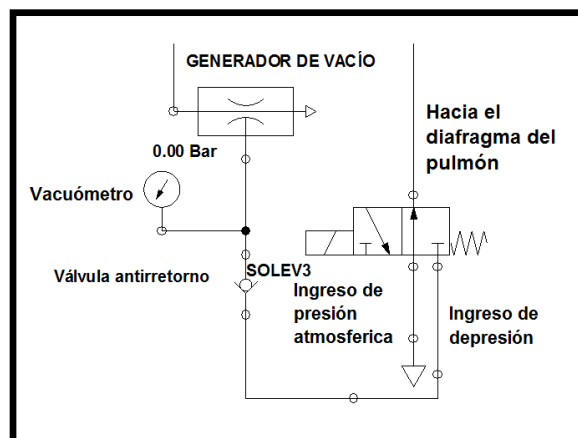


Figura 2.38: Válvula solenoide de 3 vías aplicado en el proyecto

Fuente: Grupo de investigación

2.11.5 Cilindros

Los cilindros hidráulicos constan del cuerpo del cilindro y del émbolo. Su cometido es transformar la energía de presión del líquido en energía mecánica. Ejecutan un movimiento rectilíneo. Todas las formas de construcción de los cilindros hidráulicos pueden reducirse a dos formas básicas: cilindros de simple efecto y cilindros de doble efecto.

a. Cilindros de simple efecto

En este tipo de construcción sólo queda sometido a la acción del líquido a presión un lado del émbolo. Por consiguiente, sólo se ejerce fuerza en un sentido. Cuando el émbolo alcanza la posición final de la carrera, ha de volver a su posición de partida mediante una fuerza externa. En este caso ha de poder salir el líquido de la cámara del cilindro.

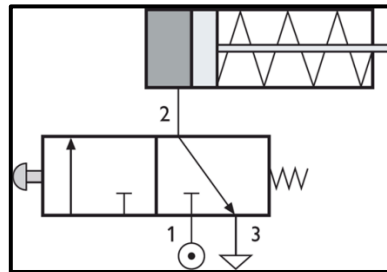


Figura 2.39: Cilindro de simple efecto

Fuente: <http://neumaticosteca.wordpress.com>

b. Cilindro de doble efecto

Los cilindros de doble efecto pueden realizar el trabajo en ambas direcciones porque se les aplica la presión en ambas caras del émbolo.

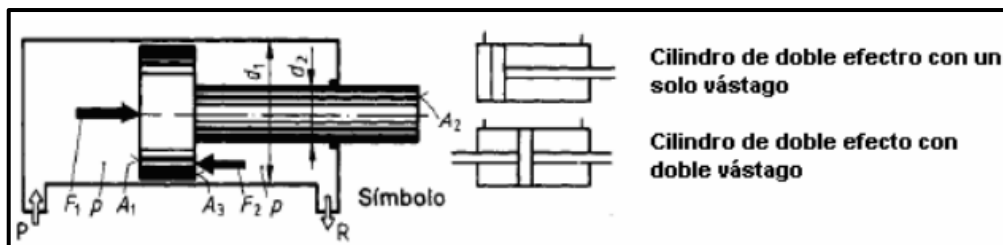


Figura 2.40: Cilindro de doble efecto

Fuente: <http://neumaticosteca.wordpress.com>

Las formas pueden diferir este actuador posee dos cámaras mediante una división:



Figura 2.41: Cilindro de doble efecto por vacío y presión atmosférica

Fuente: Grupo de investigación

c. Válvula antiretorno

El flujo del fluido que se dirige desde el orificio de entrada hacia el de utilización tiene el paso libre, mientras que en el sentido opuesto se encuentra bloqueado.



Figura 2.42: Válvula check

Fuente: Grupo de investigación

2.12 SISTEMAS DE REGULACIÓN Y CONTROL AUTOMÁTICO

2.12.1 El control automático

Trata de regular, con la mínima intervención humana, el comportamiento dinámico de un sistema mediante ordenes de mando.

2.12.2 Sistema de control

Se caracterizan por:

- Conjunto de componentes físicos.
- Estar conectados o relacionado entre sí.
- Regulan o dirigen su actuación por si mismos
- Corrigiendo los posibles errores.



Figura 2.43: Sistema de control.

Fuente: www.amazonissac.com

a. Ventajas

- Aumentar las cantidades, y calidad del producto fabricado.
- Reducir costes de producción
- Mejorar los sistemas de seguridad y control del proceso

b. Tecnologías empleadas

Se utilizan:

- La electrónica digital y analógica.
- Sistemas programables, PLC, microcontroladores, pc



Figura 2.44: PLC Alpha 2

Fuente: www.cursosdeplc.com.mx

2.12.3 VARIABLES DEL SISTEMA O SEÑALES

- Magnitudes físicas que se someten a vigilancia y control.
- Definen el comportamiento del sistema.
- Velocidad, caudal, intensidad, presión, temperatura etc...

a. Entrada o señal de mando.

Es la señal que se aplica a un sistema de control, mediante distintos procedimientos, con el fin de provocar una respuesta.



Figura 2.45: Señal de mando

Fuente: Grupo de investigación

b. Salida

Es la respuesta que proporciona el sistema de control, ejemplos, temperatura de una habitación, posición de un eje, etc.



Figura 2.46: Señal de salida

Fuente: Grupo de investigación

c. Sensores

Es el elemento que capta una magnitud del sistema para su procesamiento.

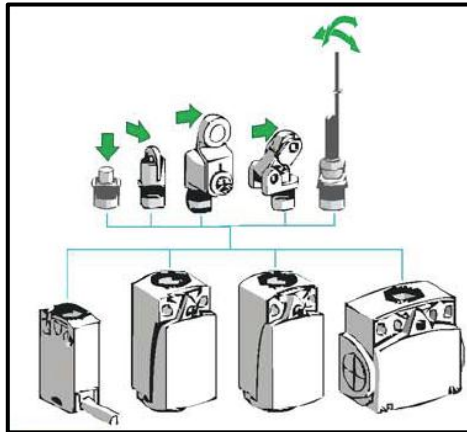


Figura 2.47: Sensores

Fuente: Schneider-Electric.com

d. Actuadores

Modifican las variables del sistema, ejemplos, motores, cilindros neumáticos, válvulas para control de líquidos, resistencias, etc.

e. Perturbación

Señales no deseadas que influyen de forma adversa en el funcionamiento del sistema.



Figura 2.48: Los autos ocasionan perturbación

Fuente: <http://es.wikipedia.org>

2.12.4 Regulación

Durante la regulación se retroalimenta el informe de la modificación efectuada mediante el control al componente que origina esta modificación. En los procesos de regulación se habla de circuitos de regulación o bucle cerrado a causa de la retroalimentación. La técnica de regulación es el progreso esencial en automatización, debido a la constante retroalimentación del estado real se sigue regulando hasta que se logra el estado deseado.

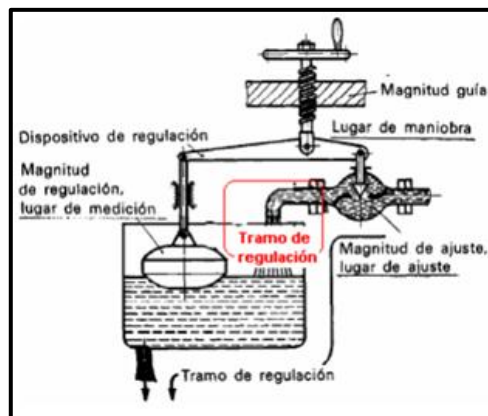


Figura 2.49: Esquema de un dispositivo de regulación

Fuente: <http://cdm.elesa.it>

En la figura anterior el flotador informa sobre la altura del nivel del agua a la válvula, que se abre o cierra en función de dicho nivel. Con ayuda de los dispositivos de control y regulación puede automatizarse procesos de mecanización, de tal manera que muchas máquinas-herramienta independientes dispuestas una tras otra mecanicen una pieza.

2.12.5 Tipos de control

Cuando la máquina obtiene las instrucciones de funcionamiento a través de una pieza patrón a la que palpa, se habla de control o mando por guía. Cuando la máquina obtiene las instrucciones de funcionamiento a través de transmisores de impulsos intercambiables que pueden agruparse formando un programa, esta automatización recibe el nombre de control por programa.

A continuación se explica brevemente los distintos tipos de control:

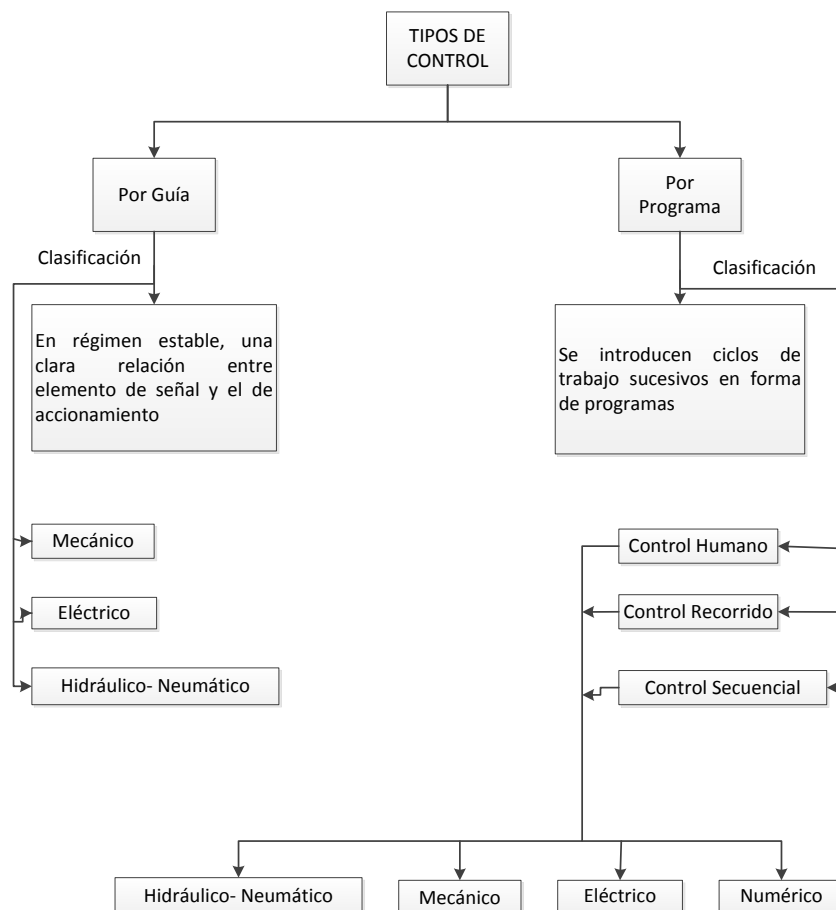


Figura 2.50: Esquemas de los tipos de control

Fuente: Grupo de investigación

CAPÍTULO 3

DISEÑO DEL MÓDULO ELECTRÓNICO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS MECÁNICOS

Se inició realizando los cálculos pertinentes para selección de elementos mecánicos.

A partir de los conocimientos teóricos del funcionamiento de los elementos electrónicos que formarán la placa, se inicia realizando los diagramas de flujo respectivos; ya esto ayudara optimizar tiempo y dinero.

3.1 DETERMINACIÓN DE FUERZAS DE ACCIONAMIENTO

Tabla 5. Datos técnicos Mitsubishi Montero

Cilindrada	2555 cm^3
Relación de compresión	8.8:1
Potencia	114 Hp (85Kw) @ 5000 rpm
Alimentación	Carburador
Tracción	4 WD
Caja de cambios	5 velocidades Manual

Fuente: Grupo de investigación

3.1.1 CÁLCULOS DEL EMBRAGUE DE FRICCIÓN DE CONEXIÓN AXIAL.

“Un embrague de conexión axial o de disco es aquél en que los elementos friccionantes se mueven en dirección paralela al eje de rotación.

El embrague de disco simple tiene ventajas que incluyen la eliminación de los efectos centrífugos, la gran superficie friccionante que puede

instalarse en un pequeño espacio, superficies disipadoras de calor más eficaces y una favorable distribución de la presión.

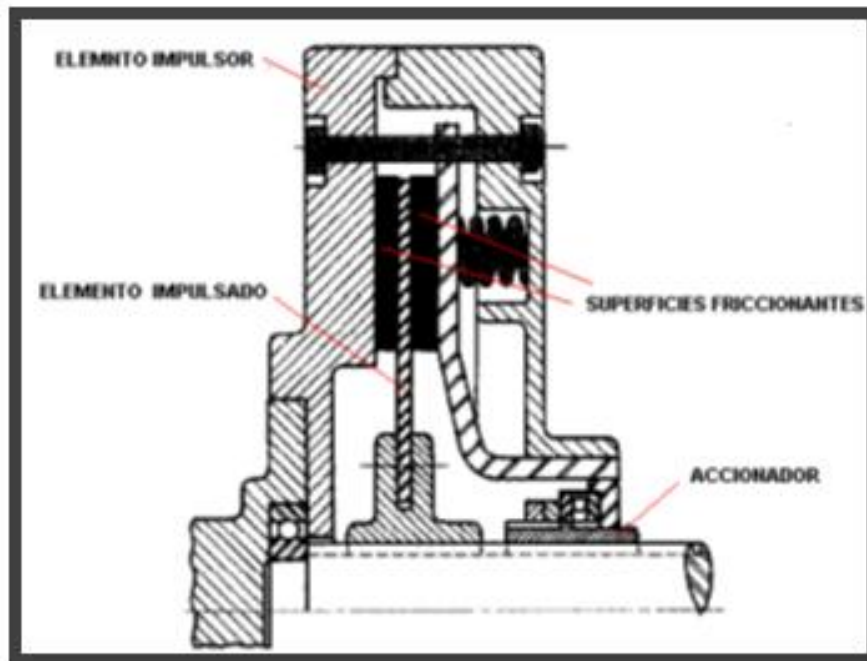


Figura 3.1: Sección Transversal de un embrague de un solo disco

Fuente: Shigley J; Diseño en Ingeniería Mecánica 5ta edición

En la figura siguiente muestra un disco de fricción que tiene un diámetro exterior D y un diámetro interior d . Interesa evaluar la fuerza axial F_a necesaria para producir un cierto momento de rotación T y una presión en el disco p . Si los discos son rígidos entonces el mayor grado de desgaste ocurrirá primero en las áreas exteriores, ya que el trabajo de fricción es mayor en aquellas zonas. Después de que ha ocurrido un cierto desgaste, cambiará la distribución de la presión para hacer que el desgaste sea uniforme.

Otro tipo de construcción emplea resortes para obtener presión uniforme sobre el área.

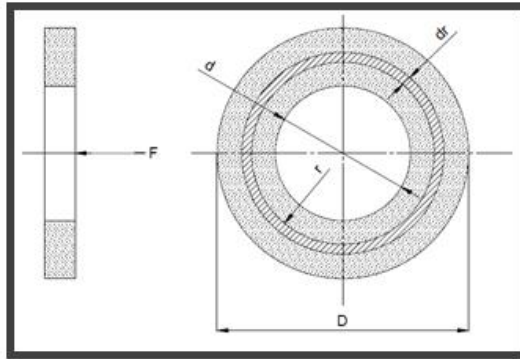


Figura 3.2: Embrague de disco de fricción

Fuente: Shigley J; Diseño en Ingeniería Mecánica 5ta edición

Después que se ha realizado el desgaste inicial y los discos se han gastado hasta hacer posible el desgaste uniforme, la mayor presión debe ocurrir en la mitad del disco $r = \frac{d}{2}$ a fin de que siga siendo así.

Cuando puede suponerse una presión uniforme sobre el área del disco, la fuerza axial F_a es el producto de la presión y el área.

$$F_a = \frac{\pi * p}{4} (D^2 - d^2) \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

F_a : fuerza de fricción [N]

p : presión en el disco [Pa]

D : diametro externo del disco [m]

d : diametro interno del disco [m]

El momento de la fricción se determina con el producto de la fuerza friccional por coeficiente de rozamiento y los diámetros mayor y menor:

$$T = \frac{F_a * f (D^3 - d^3)}{3(D^2 - d^2)} \quad \text{Ec. 2}$$

T : momento de fricción [Nm]

f : coeficiente de rozamiento [–]

Observe que el momento de fricción corresponde sólo a un par de superficies de contacto. De modo que este valor debe multiplicarse por el número de pares de superficies en contacto.”⁴ En este caso el coeficiente de rozamiento es $f = 0.3$ que se ha tomado de la siguiente tabla:

Tabla 6. Materiales de Fricción para Embragues

MATERIAL	COEFICIENTE DE FRICCIÓN		TEMPERATURA MÁXIMA		PRESIÓN MÁXIMA	
	EN HÚMEDO	EN SECO	°F	°C	psi	kPa
Hierro fundido sobre hierro fundido	0.05	0.15–0.20	600	320	150–250	1000–1750
Metal pulverizado* sobre hierro fundido	0.05–0.1	0.1–0.4	1000	540	150	1000
Metal pulverizado* sobre acero duro (templado)	0.05–0.1	0.1–0.3	1000	540	300	2100
Madera sobre acero o hierro fundido	0.16	0.2–0.35	300	150	60–90	400–620
Cuero sobre acero o hierro fundido	0.12	0.3–0.5	200	100	10–40	70–280
Corcho sobre acero o hierro fundido	0.15–0.25	0.3–0.5	200	100	8–14	50–100
Feltro sobre acero o hierro fundido	0.18	0.22	280	140	5–10	35–70
Asbesto tramado* sobre acero o hierro fundido	0.1–0.2	0.3–0.6	350–500	175–260	50–100	350–700
Asbesto moldeado* sobre acero o hierro fundido	0.08–0.12	0.2–0.5	500	260	50–150	350–1000
Asbesto impregnado* sobre acero o hierro fundido	0.12	0.32	500–750	260–400	150	1000
Grafito sobre acero	0.05–0.1	0.25	700–1000	370–540	300	2100

*El coeficiente de fricción puede mantenerse dentro de ± 5% en el caso de materiales específicos en este grupo.

Fuente: Shigley J; Diseño en Ingeniería Mecánica 5ta edición, Editorial Mc GRAW HILL, México; 1990

a. Momento de fricción:

$$Pot = T * W \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

Pot : Potencia del motor [W]

T : Momento de fricción o Torque del motor [Nm]

⁴Shigley J; Diseño en Ingeniería Mecánica 5ta edición, Editorial Mc GRAW HILL, México; 1990

W : velocidad angular del motor $\left[\frac{rad}{s}\right]$

$$Pot = 85Kw = 85000 \frac{Nm}{s}$$

$$W = 5000 \frac{rev}{min} * \frac{1min}{60s} * \frac{2\pi rad}{1 rev}$$

$$W = 523.598 \frac{rad}{s}$$

Despejando T se tiene:

$$T = \frac{Pot}{W}$$

$$T = \frac{85000 \frac{Nm}{s}}{523.598 \frac{rad}{s}}$$

$$T = 162.33 Nm$$

Se debe considerar que éste momento es para las dos superficies de fricción del disco.

b. Fuerza de fricción:

$$T = \frac{F_a * f(D^3 - d^3)}{3(D^2 - d^2)}$$

$$F_a = \frac{T * 3 * (D^2 - d^2)}{f(D^3 - d^3)}$$

$$F_a = \frac{T * 3 * (D^2 - d^2)}{f(D^3 - d^3)}$$

Donde: $D = 225mm \approx 0.225m$ y $d = 150mm \approx 0.15m$

$$F_a = \frac{162.33 \text{ Nm} * 3 * ((0.225\text{m})^2 - (0.15\text{m})^2)}{0.3 * ((0.225\text{m})^3 - (0.15\text{m})^3)}$$

$$F_a = 5695.78 \text{ N} \approx 5696 \text{ N}$$

Dividiendo para la fuerza de gravedad:

$$F_a = \frac{5695.78 \text{ Kg} * \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 580.81 \text{ KgF}$$

c. Presión en el disco:

Despejando de la ecuación de fuerza axial se tiene:

$$F_a = \frac{\pi * p}{4} (D^2 - d^2)$$

$$p = \frac{F_a * 4}{\pi * (D^2 - d^2)}$$

$$p = \frac{5695.78 * 4}{\pi * ((0.225)^2 - (0.15)^2)}$$

$$p = 257852.17 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

3.1.2 Resultados de cálculo de embrague

Tabla 7. Resultados de cálculo de embrague

Momento de fricción	$T = 162.33 \text{ Nm}$
Fuerza de fricción o fuerza que ejerce el plato de presión sobre el disco de embrague	$F_a = 5696 \text{ N}$
Presión en el disco	$p = 257852.17 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

Fuente: Grupo de investigación

De los resultados de la tabla 7 del cálculo de embrague se considera la fuerza de fricción o fuerza que ejerce el plato de presión sobre el disco de embrague $F_a = 5696 N$ para el posterior análisis de fuerzas del sistema de mando de embrague.

3.1.3 CÁLCULOS DEL SISTEMA DE MANDO DEL EMBRAGUE

Tabla 8. Especificaciones generales del embrague

Método de accionamiento del embrague	Tipo hidráulico
Diámetro interno del cilindro maestro del embrague: mm (in.)	15.87 (5/8)
Diámetro interno del cilindro secundario del embrague: mm (in.)	19.05 (3/4)
Diámetro externo: mm (in.)	225 (8.86)
Diámetro interno: mm (in.)	150 (5.91)
Espesor del disco de embrague: mm (in)	9 (0.35)
Número de resortes mm (in)	4
Diámetro de resorte mm (in)	23 (0.91)
Longitud de resorte mm (in)	40 (1.57)
Tipo:	Diafragma
Fuerza en diafragma: N (lbs)	5696 (41197.66)
Distancia del pedal mm	a=300 b=50
Distancia de la palanca de accionamiento (mm)	$a_1 = 125$ $b_1 = 60$

Fuente: Grupo de investigación.

El sistema de mando empleado en este vehículo es hidráulico, el cual es utilizado para embragues de gran presión con el fin de aminorar el esfuerzo a transmitir en el pedal, este sistema consta de un bombín y una bomba multiplicadora de esfuerzos.

Tabla 9. Nomenclatura de fórmulas utilizadas

P	Presión en el circuito de la bomba de embrague.	$[Pa]$
F	Fuerza inicial aplicada en el pedal del embrague.	$[N]$
F_1	Fuerza de salida en la articulación de la bomba principal.	$[N]$
F_2	Fuerza de salida en la articulación de la bomba secundaria.	$[N]$
F_3	Fuerza final aplicada al diafragma.	$[N]$
a, b	Distancia en el pedal del embrague.	$[mm]$
a_1, b_1	Distancia en palanca de accionamiento.	$[mm]$
\emptyset_1	Diámetro interior de la bomba primaria.	$[mm]$
\emptyset_2	Diámetro interior de la bomba secundaria.	$[mm]$

Fuente: Grupo de investigación.

a. Fórmulas para el cálculo del sistema de mando hidráulico.

Para determinar la presión en la bomba del embrague se aplica la siguiente ecuación:

$$P = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot \emptyset_1^2} \quad \text{Ec. 4}$$

Como la presión del líquido es transmitido íntegramente al bombín se obtiene la fuerza de salida en la articulación del bombín (F_2):

$$F_2 = F_1 * \frac{\phi_2^2}{\phi_1^2} \quad \text{Ec. 5}$$

Para calcular la fuerza inicial aplicada en el pedal del embrague (F) y la fuerza final aplicada al diafragma (F_3), hay que tener en cuenta la desmultiplicación de las palancas de accionamiento, lo que resulta:

$$F = \frac{F_1 * b}{a + b} \quad \text{Ec. 6}$$

$$F_3 = F_2 * \frac{a_1}{b_1} \quad \text{Ec. 7}$$

Donde las medidas a , a_1 , b , y b_1 , especificadas en la tabla 8 son las distancias de las palancas que accionan respectivamente la bomba y el bombín en el sistema de mando hidráulico.

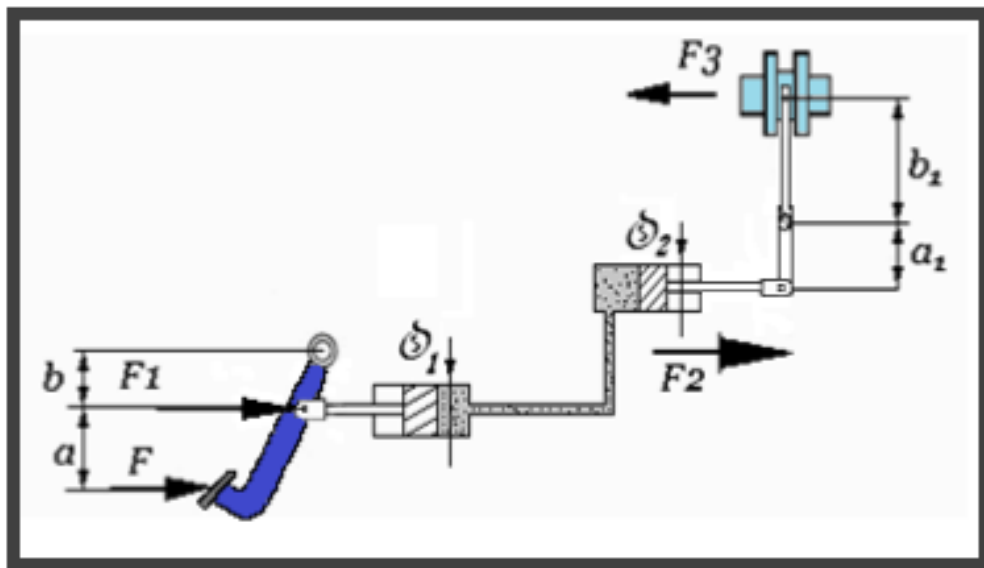


Figura 3.3: Sistema de mando hidráulico de embrague

Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789>

b. Cálculo de la fuerza que ejerce la bomba secundaria F_2 :

Donde:

$F_3 = F_a$ fuerza que ejerce el plato de presión sobre el disco de embrague

$$F_3 = 5696 \text{ N}$$

$$F_3 = F_2 * \frac{a_1}{b_1}$$

$$F_2 = F_3 * \frac{b_1}{a_1}$$

$$F_2 = 5696 \text{ N} * \frac{60 \text{ mm}}{125 \text{ mm}}$$

$$F_2 = 2734 \text{ [N]}$$

c. Cálculo de la fuerza que ejerce la bomba primaria F_1 :

$$F_2 = F_1 * \frac{\varnothing_2^2}{\varnothing_1^2}$$

$$F_1 = F_2 * \frac{\varnothing_1^2}{\varnothing_2^2}$$

$$F_1 = 2734 \text{ N} * \frac{(15.87 \text{ mm})^2}{(19.05 \text{ mm})^2}$$

$$F_1 = 1897.5 \text{ [N]}$$

d. Cálculo de la fuerza F del pedal de embrague



Figura 3.4: Fuerza aplicada en el final del pedal de embrague

Fuente: Grupo de investigación

$$F = \frac{F_1 * b}{a + b}$$

$$F = \frac{1897.5 \text{ N} * 50\text{mm}}{300\text{mm} + 50\text{mm}}$$

$$F = 271 \text{ [N]}$$

Dividiendo para la fuerza de gravedad se encuentra la fuerza inicial aplicada en el pedal del embrague en $[KgF]$:

$$F = \frac{271 \text{ Kg} * \frac{m}{s^2}}{9.8 \frac{m}{s^2}}$$

$$F = 27.6 \text{ [KgF]}$$

e. Cálculo de la presión en la bomba principal del embrague P :

Donde:

$$\phi_1 = 15.87\text{mm o } 0.01587\text{m}$$

$$P = \frac{4 * F}{\pi * \phi_1^2}$$

$$P = \frac{4 * (271\text{ N})}{\pi * (0.01587\text{ m})^2}$$

$$P = 21742[\text{Pa}]$$

Después de calcular la fuerza $F = 271\text{ [N]} \approx 27.6\text{KgF}$ que debe vencer el actuador para poder desembragar se ha investigado en el mercado y se encontró un pulmón de accionamiento que puede vencer fácilmente esta fuerza de resistencia el cual incluye dos válvulas solenoides que se accionan a 12 V y consumen 1 Amperio; dichas electroválvulas controlan el ingreso de presión atmosférica o depresión que actuará sobre el conjunto móvil del pulmón ejerciendo una fuerza de aproximadamente 750N y un recorrido de 45 mm.

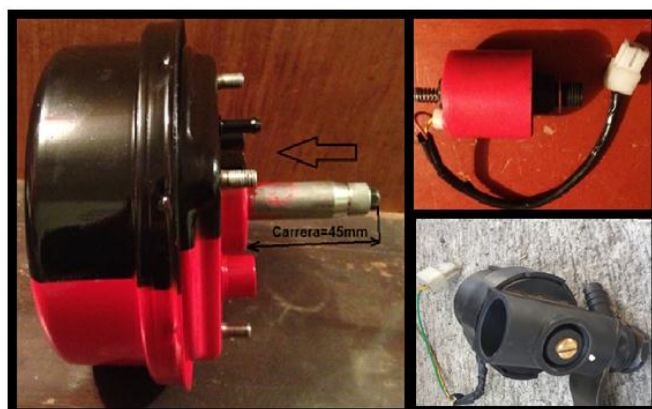


Figura 3.5: Actuador para jalar el pedal de embrague

Fuente: Grupo de investigación

Tabla 10. Comparación de recorrido del pedal VS el actuador

Carrera lineal requerida para mover pedal de embrague	Carrera lineal proporcionada por el pistón del pulmón encontrado en el mercado.
90mm	45mm

Fuente: Grupo de investigación

La tabla 10 indica que para desembragar totalmente el pedal de embrague tiene que recorrer 90 mm, pero el émbolo del actuador encontrado en el mercado solo recorre 45 mm, por lo que se ve obligado a tomar el punto de anclaje en la mitad del pedal de embrague, porque si se ancla en el final del pedal no desembragaría totalmente.

- f. **Cálculo de la fuerza $F_{resistencia}$ que debe vencer el actuador aplicado en la mitad del pedal de embrague.**

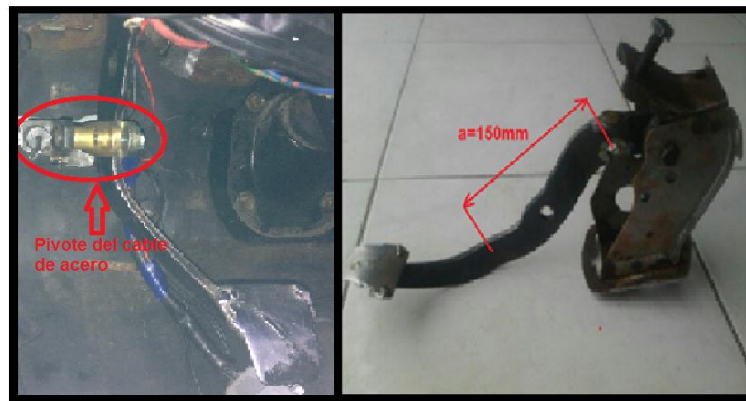


Figura 3.6: Punto de anclaje del cable de acero

Fuente: Grupo de investigación

Donde:

$a=150\text{mm}$

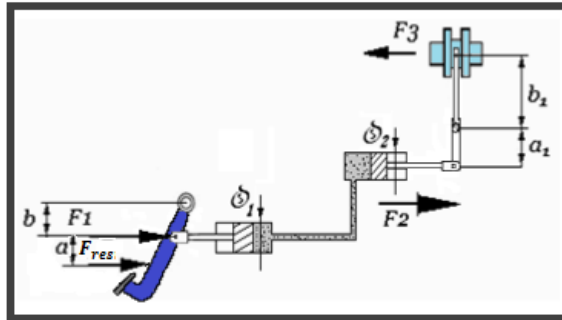


Figura 3.7: Ubicación de cable de acero en el pedal de embrague

Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/>

$$F_{resistencia} = \frac{1897.5 * 50}{150 + 50}$$

$$F_{resistencia} = 474 \text{ [N]} \text{ o } 48.33 \text{ [KgF]}$$

g. Cálculo de la presión en la bomba del embrague:

$$P = \frac{4 * (632.5 \text{ N})}{\pi * (0.01587 \text{ m})^2}$$

$$P = 3197545 \text{ [Pa]} \text{ o } 31.98 \text{ Bar}$$

h. Fuerzas en distintas posiciones del pedal de embrague

Tabla 11. Comparación de fuerzas en distintas posiciones del pedal

Fuerza en el final del pedal	Fuerza en la mitad del pedal
$F = 271 \text{ [N]}$	$F_{resistencia} = 474 \text{ [N]}$

Fuente: Grupo de investigación

Se puede observar en la tabla 11 que la fuerza aumento de $F = 271 [N]$ tomado en el final del pedal de embrague a $F_{resistencia} = 474 [N]$ tomado en la mitad del pedal, esto es porque se redujo el brazo de palanca de $a = 300mm$ hasta $a = 150mm$; pero como el actuador encontrado en el mercado (pulmón) proporciona aproximadamente 750N, este compensa para mover el pedal sin ningún problema.

3.1.4 DETERMINACIÓN DE LA FUERZA PROPORCIONADA POR EL PULMÓN

a. Principios básicos de presión

Valores de la presión del vacío:

Presión relativa: Valor tomado respecto de la presión atmosférica

Presión absoluta: Valor tomado en relación al punto cero absoluto

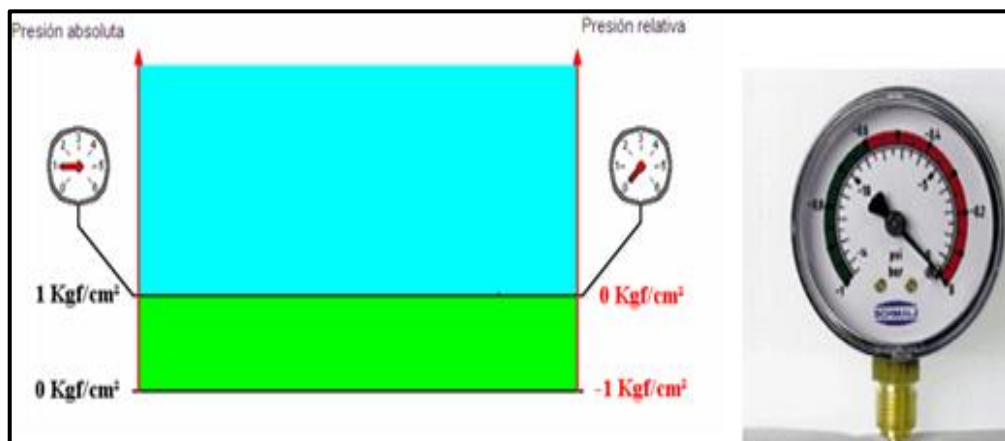


Figura 3.8: Valores de la presión del vacío

Fuente: <http://www.microautomacion.com/>

- **Presión positiva**

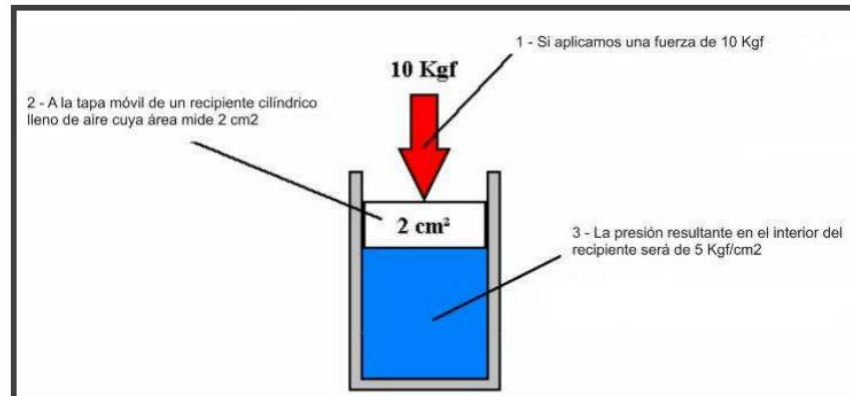


Figura 3.9: Presión positiva

Fuente: <http://www.microautomacion.com/files>

- **Presión negativa**

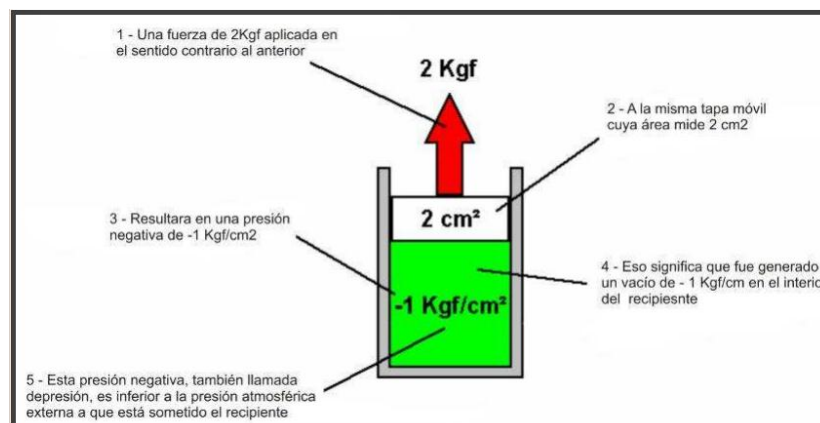


Figura 3.10: Presión negativa

Fuente: <http://www.microautomacion.com>

b. Instrumento de medición de vacío

El instrumento de medición que se utiliza para el vacío es el “vacuómetro”, que es un instrumento de forma idéntica a un manómetro, pero su escala de medición se indica, normalmente, in-Hg o milibar.



Figura 3.11: Medición de vacío del Motor Mitsubishi Montero

Fuente: Grupo de investigación

Tabla12. Especificaciones generales del sistema neumático

Tipo de motor de combustión interna	Motor de explosión
Toma de vacío	Salida del colector de admisión.
Vacío del motor in Hg (Pa)	15 (50795.68)
PULMÓN DE DIAFRAGMA	
Diámetro de diafragma mm (in.)	140 (5.51)
Recorrido del diafragma mm (in.)	40 (1.57)

Fuente: Grupo de investigación

Como la presión es la magnitud que relaciona la fuerza con la superficie sobre la cual actúa, es decir, en este caso la depresión generada por el motor de explosión equivale a la fuerza que actúa sobre la superficie del diafragma del pulmón.

$$P_v = \frac{F_{pulmón}}{A} \quad \text{Ec. 8}$$

Donde:

$F_{pulmón}$: Fuerza generada en el pulmón en dirección de la depresión [N]

P_v : Presión de vacío medido en el motor de explosión [Pa]

A: área del diafragma del pulmón [m²]

$$A = \pi * \frac{D^2}{4}$$

$$A = \pi * \frac{(0.14m)^2}{4}$$

$$A = 0.0154m^2$$

$$F_{pulmón} = P_v * A$$

$$F_{pulmón} = 50795.68 \frac{N}{m^2} * 0.0154m^2$$

$$F_{pulmón} = 781.9387421 [N]$$

Dividiendo la $F_{pulmón}$ para la gravedad se tiene:

$$F_{pulmón} = \frac{781.9387421 Kg * \frac{m}{s^2}}{9.8 \frac{m}{s^2}}$$

$$F_{pulmón} = 79.74 [KgF]$$

c. Fuerza del pedal de embrague Vs la fuerza del pulmón:

Tabla 13. Comparación de fuerzas

Fuerza mínima requerida para mover pedal de embrague	Fuerza proporcionada por el pulmón
474 N	781.94 N

Fuente: Grupo de investigación

De acuerdo a los resultados de la tabla 13 se establece que la fuerza y la carrera que proporciona el pulmón es suficiente para poder mover sin ninguna dificultad el pedal del embrague, y por ende se seleccionó este actuador (pulmón de accionamiento). El cable de acero se instalara en el punto medio del embrague y la fuerza actuante debe ser paralela al eje del bomba primaria del embrague

3.1.5 TIEMPO DE ACCIONAMIENTO DEL PEDAL DE EMBRAGUE.

A continuación realizaremos un análisis del tiempo de accionamiento del pedal de embrague, tomando en consideración que, el que realmente marca la estabilidad y adherencia mecánica del vehículo durante el cambio de marcha bajo diferentes condiciones, no es el tiempo de accionamiento de las marchas en la caja de cambios en sí, ni la rapidez con la que se desacople del motor; sino la agudeza con la que el disco de embrague se acopla nuevamente luego de haber realizado el cambio. Por lo tanto el tiempo de desacople del embrague y el enclavamiento de una nueva relación de transmisión en la caja de cambios, es constante y con la mayor rapidez posible, variando únicamente el tiempo de reacople del disco al motor según las condiciones que se presenten.

a. Segunda Ley de Newton

La Segunda ley de Newton se encarga de cuantificar el concepto de fuerza. La fuerza neta aplicada sobre un cuerpo es proporcional a la aceleración que adquiere dicho cuerpo. La constante de proporcionalidad es la masa del cuerpo, de manera que podemos expresar la siguiente relación:

$$F = m * a \quad \text{Ec. 9}$$

Donde:

F: fuerza neta aplicada sobre un cuerpo [N]

m: masa de un cuerpo [KgF]

a: aceleración de un cuerpo $\left[\frac{m}{s^2}\right]$

Cuando una fuerza actúa sobre un cuerpo, cambia su velocidad en intensidad o dirección, esto significa que el cuerpo adquiere aceleración.

$$a = \frac{F}{m}$$

La aceleración es inversamente proporcional a la masa.

Calculando la aceleración, sabiendo el desplazamiento del pistón y considerando que el movimiento del pistón parte del reposo podemos calcular el tiempo de accionamiento del cilindro longitudinal de acuerdo a la ecuación de desplazamiento:

$$e = \frac{a*t^2}{2} \quad \text{Ec. 10}$$

Donde:

e: desp. del cuerpo, en este caso es la carrera del pedal de embrague [m]

t: tiempo de desplazamiento del cuerpo [s]

b. Carrera del pedal para conseguir el desembragado.

Esta carrera puede estar comprendida entre 80mm y 150mm según las exigencias del diseñador para conseguir un pedal ergonómico y cómodo, en el caso del vehículo Mitsubishi Montero el recorrido del pedal de embrague es 90mm.

Como se ha tomado el punto de anclaje del cable de acero aproximadamente en la mitad del pedal de embrague entonces el recorrido en este punto será de 45 mm.



Figura 3.12: Punto de anclaje para jalar el pedal de embrague

Fuente: Grupo de investigación

c. Cálculo del tiempo de accionamiento de pedal de embrague.

Fuerza proporcionada por el pulmón calc. anteriormente = 781.94 N

Masa de la carga, en este caso es la bomba de embrague = 193.49Kg

$$F = m * a$$

$$a = \frac{F}{m}$$

$$a = \frac{781.94 \frac{Kg * m}{s^2}}{193.49 Kg}$$

$$a = 4.04 \frac{m}{s^2}$$

Conociendo la aceleración y desplazamiento $e=0.045m$, calculamos el tiempo.

$$e = \frac{a * t^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 * e}{a}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 * 0.045}{4.04}}$$

$$t = 0.149 s \approx 149 ms$$

3.2 DIAGRAMAS DE FUNCIONAMIENTO

Los diagramas de funcionamiento explican los procesos que realizará el módulo en cada fase, de tal manera que se cumpla una lógica ordenada y sencilla.

3.2.1 Función primera fase de funcionamiento del módulo electrónico

Este módulo electrónico está conectado a una serie de sensores que le proporcionan información y un actuador que ejecuta sus comandos, cuenta con software cuya lógica le permite tomar decisiones según la información del entorno proporcionada por los sensores.

El módulo constituye el elemento que se encarga de controlar el funcionamiento del pedal del embrague. En la primera fase se detalla la importancia de poner el motor térmico en ralentí para que se genere el vacío antes de prender el módulo electrónico.

Al poner en On el interruptor del módulo se energizan las electroválvulas permitiendo el paso de la depresión, lo que ocasiona el desembrague.

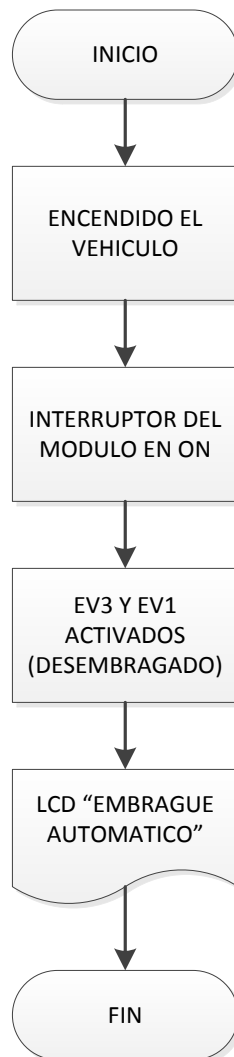


Figura 3.13: Funcionamiento del módulo primera fase

Fuente: Grupo de investigación

3.2.2 Función segunda fase de funcionamiento del módulo electrónico

La segunda fase de funcionamiento el módulo controlará el desembragado y embragado del pedal de embrague cuando el vehículo ya se encuentre en movimiento.

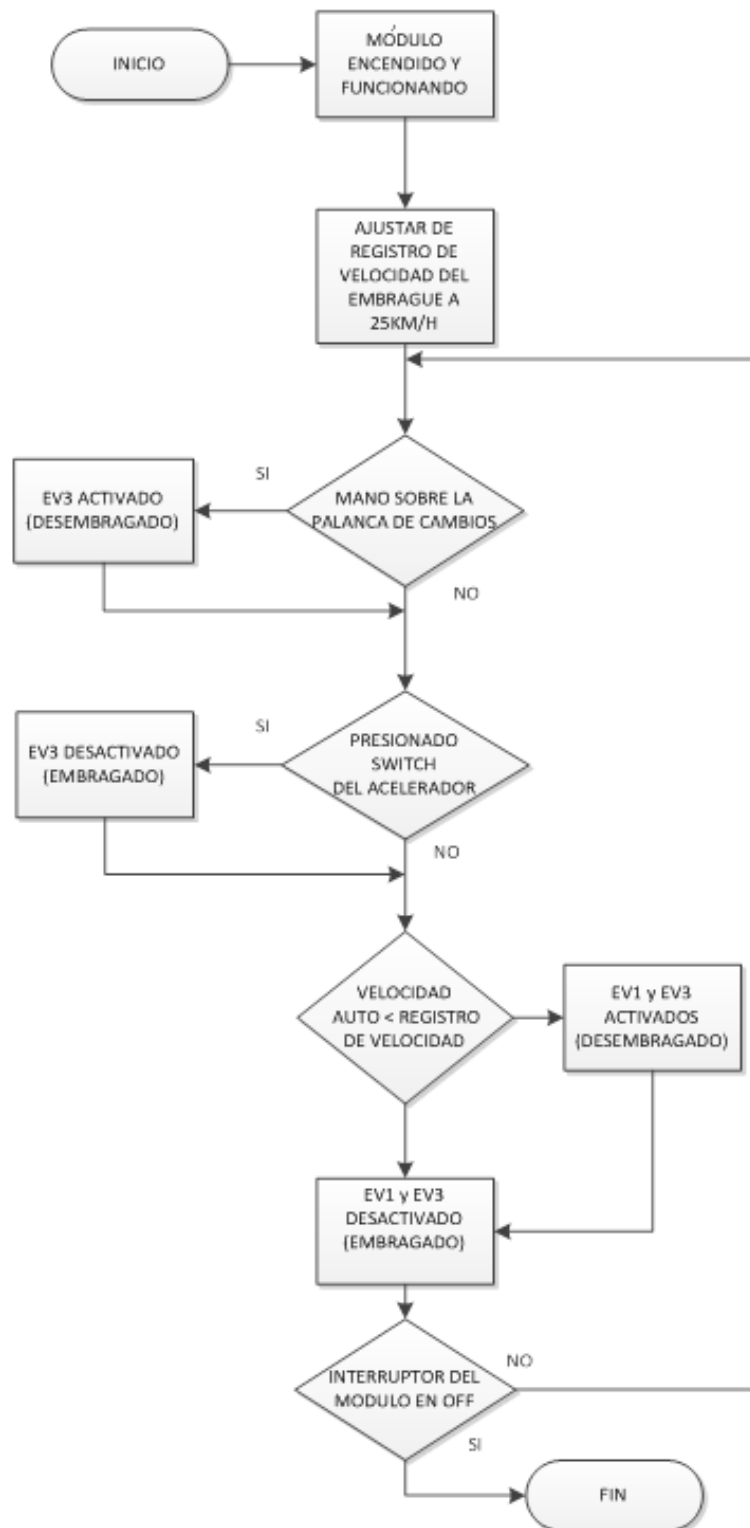


Figura 3.14: Funcionamiento del módulo segunda fase

Fuente: Grupo de investigación

3.2.3 Programación del módulo electrónico

Para realizar la programación se desarrolla en BASCOM y se utiliza Basic como lenguaje de programación porque es más sencillo de utilizar y fácil de comprender. Con los diagramas de funcionamiento realizados anteriormente se inicia la fase de programación, en este paso es importante saber las características de los elementos mecánicos que se va a utilizar en la elaboración del proyecto porque de ellos depende la información y programación que se utilice.

Se seleccionó el Microcontrolador ATMEGA164P como base del proyecto por las características mencionadas en el capítulo dos.

3.2.4 Circuito del módulo

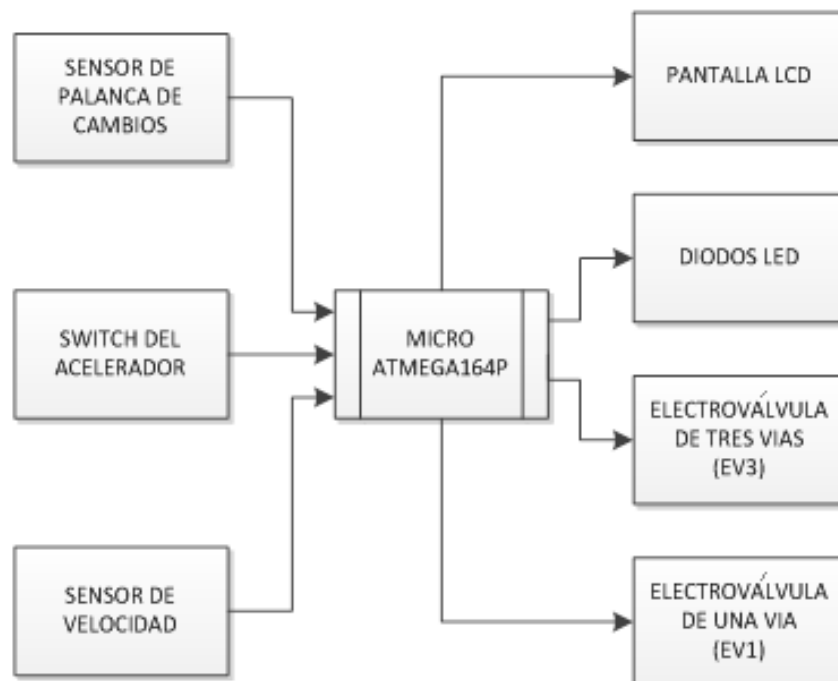


Figura 3.15: Circuito del módulo

Fuente: Grupo de investigación

Es necesario realizar un diagrama de composición del módulo para que se pueda realizar un circuito en simulación y de esta manera saber qué forma física y que componentes podría llegar a tener el módulo, para lo cual se utiliza el software ISIS.

Luego de obtener un esquema de los elementos del circuito y sus interconexiones se genera el diagrama en un software especializado en el cual se detallara las partes del módulo y donde aparecen todos los componentes que van a permitir que el sistema funcione adecuadamente.

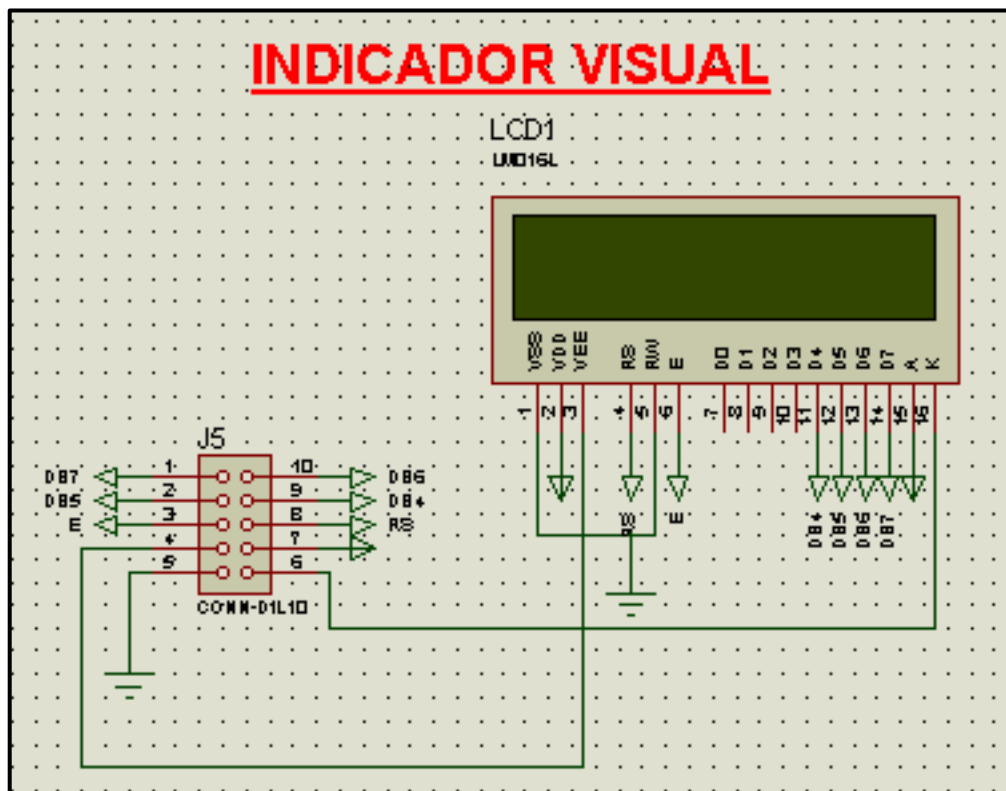


Figura 3.16: Indicador Visual

Fuente: Grupo de investigación

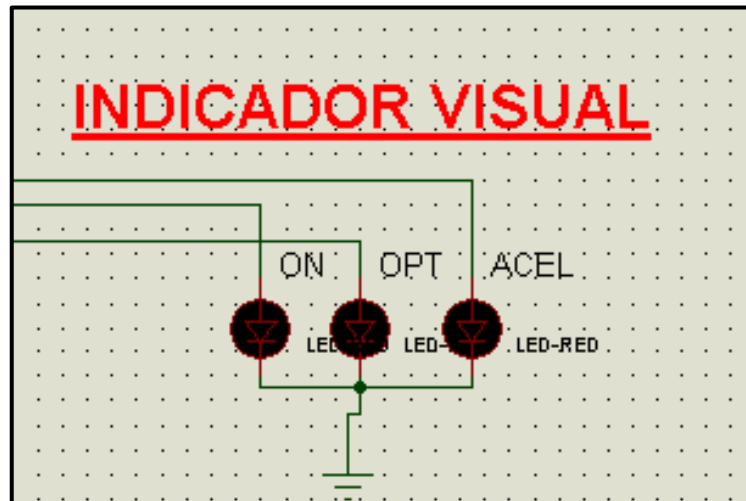


Figura 3.17: Leds indicadores

Fuente: Grupo de investigación

Se toma en cuenta el uso de los puertos con nombres para simplificar el cableado de la simulación, es decir que nombrando a un puerto como A4 y a otro de igual forma pero en otro componente, estos estarán conectados en la simulación eléctrica aunque aparenten no estarlo.

Se utiliza un LCD de 16x2 debido a la cantidad de datos que es importante mostrar en el momento en que el módulo esté trabajando con la luz interna encendida; en caso de que la luz del habitáculo del automóvil no sea suficiente para observar los datos, la luz del LCD brindará claridad.

Los leds que se conectaron cumplen con objetivos individuales y se les designó un color acorde a su función.

- Led verde. Indica que el módulo se encuentra encendido.
- Led anaranjado. Se enciende únicamente cuando se coloca la mano en el pomo de la palanca de cambio.

- Led rojo. Indica que se está presionando el interruptor del acelerador.

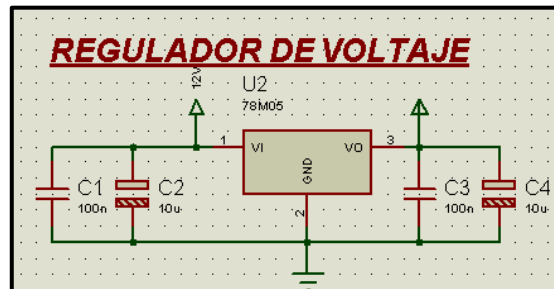


Figura 3.18: Circuito regulador de voltaje
Fuente: Grupo de investigación

El voltaje que se obtiene de la batería es de 12V y para el funcionamiento del Microcontrolador es de 5 V.

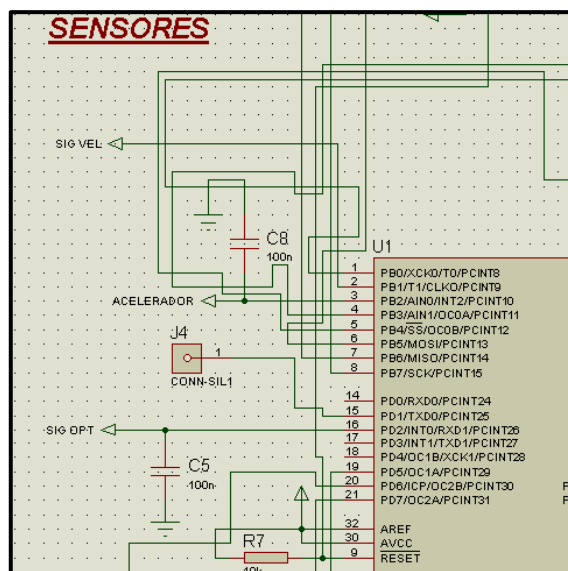


Figura 3.19: Circuito de los sensores
Fuente: Grupo de investigación

El módulo recibe las señales de:

- **Interruptor del acelerador:** Desactivara la electroválvula de tres vías haciendo que el pedal se embrague.
- **Sensor óptico de la palanca de cambio (fotodiodo):** Al colocar la mano sobre el pomo, el módulo receptorá un cero lógico; no obstante, se activara la EV3 (desembragado).
- **Sensor de velocidad:** Mediante la información proporcionada por este sensor se modificará el registro del embrague a unos 25 km/h, para que se active se desactive automáticamente; es decir, se realizara el desembragado automático a velocidades inferiores de 25km/h. Si sobrepasa esta velocidad la EV1 se desactivara.

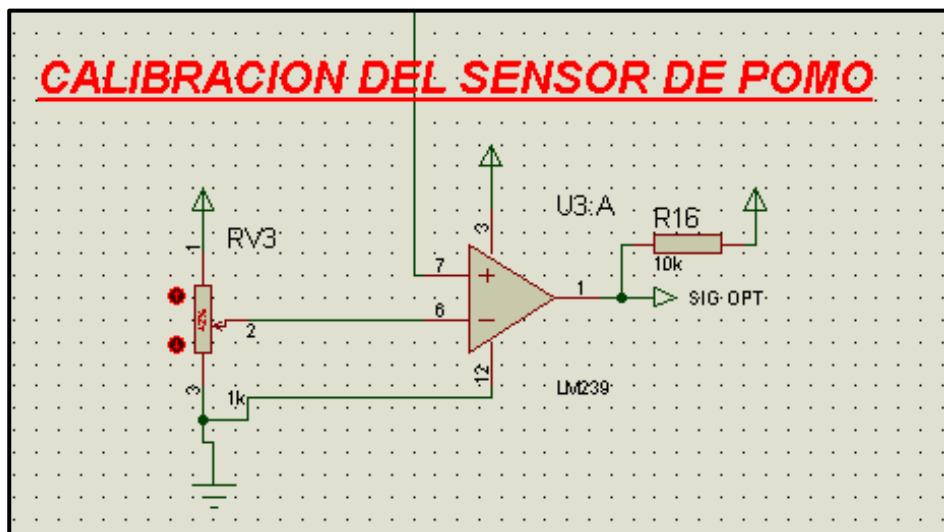


Figura 3.20: Circuito la calibración del sensor de pomo

Fuente: Grupo de investigación

El potenciómetro de este circuito permite calibrar la sensibilidad de luz que el sensor de pomo enviara un cero lógico.

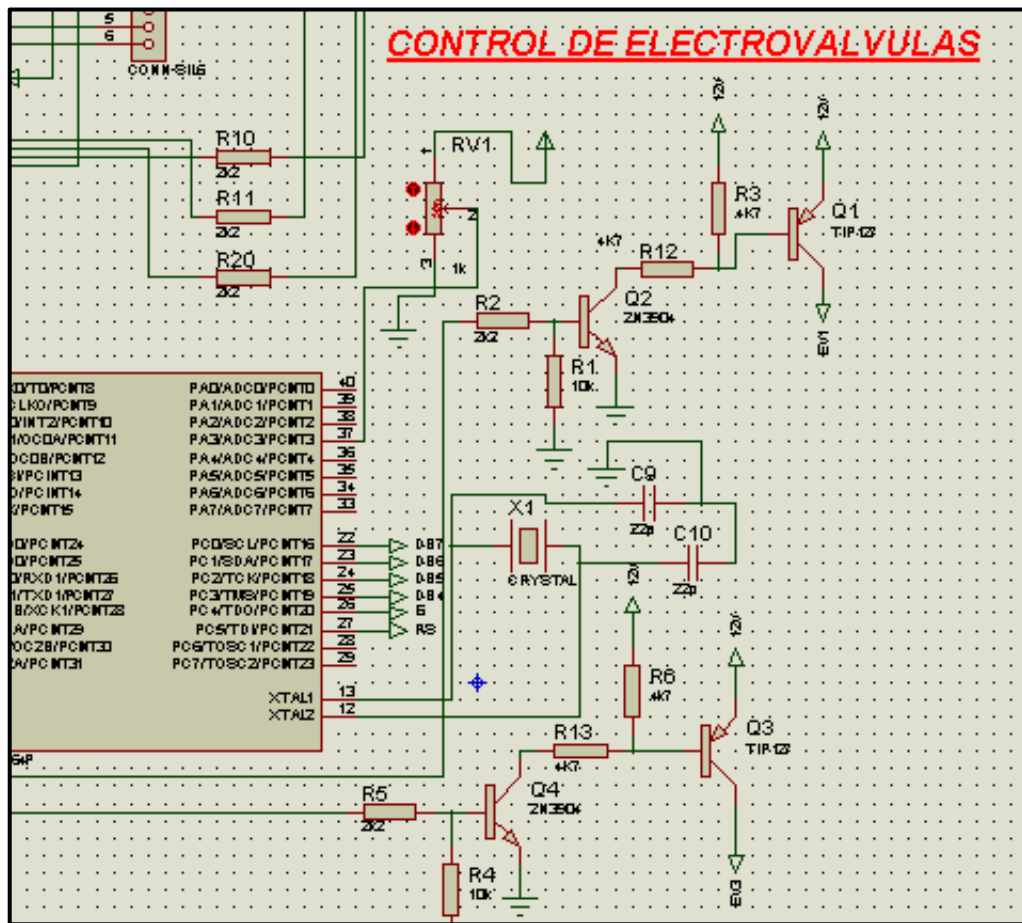


Figura 3.21: Circuito del control de las electroválvulas

Fuente: Grupo de investigación

Las electroválvulas EV1 y EV3 son activadas mediante unos transistores NPN y sus voltajes serán distintos:

- EV1 se activara a 12 V y se desactivara a 0 V
- EV3 se energizara con 12V después de un segundo y medio su voltaje se reducirá a 6V con el fin de evitar el sobrecalentamiento de las boninas. Se apagara a 0 voltios.

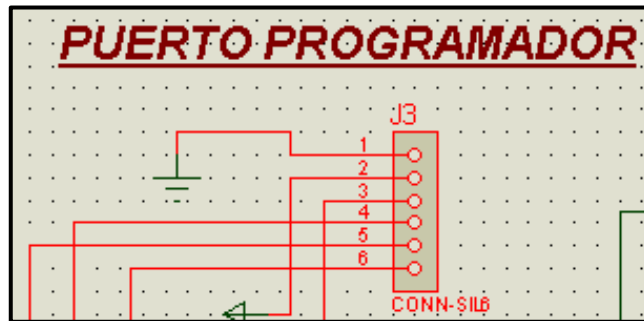


Figura 3.22: Circuito del puerto programador

Fuente: Grupo de investigación

Este puerto permite programar cuando se esté realizando las pruebas de rutas y optimizar tiempo.

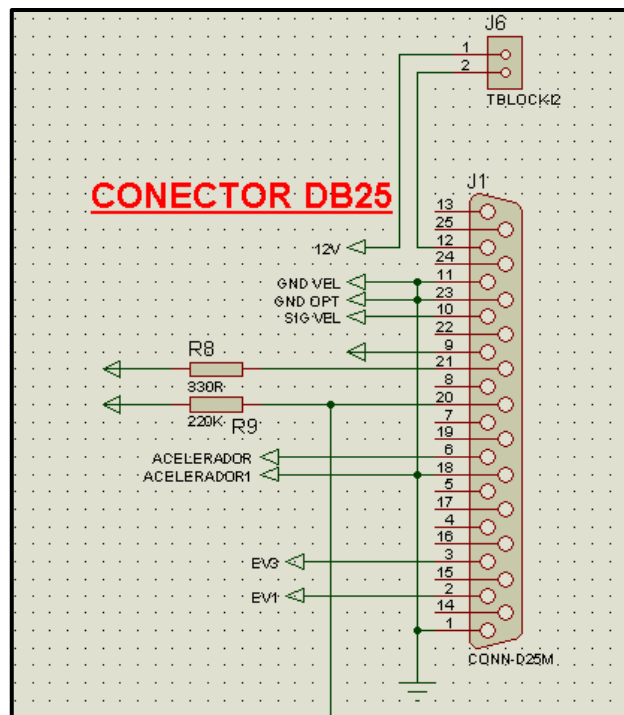


Figura 3.23: Conector DB25

Fuente: Grupo de investigación

La conexión de los componentes de ingreso y de salida al módulo se realiza mediante un conector macho de 25 pines, los cuales se detalla a continuación:

Tabla 14. Descripción de pines del conector DB25

No. de Pin	Elemento a controlar
1	Conexión a tierra
2	Electroválvula de una sola vía (EV1)
3	Electroválvula de tres vías (EV3)
6	Terminal del Switch del acelerador (NC)
9	Alimentación 5V al sensor de Velocidad
10	Señal del sensor de velocidad
11	Tierra del sensor de velocidad
12	12 V de la batería
18	Terminal del Switch del acelerador (NC)
20	Alimentación 5V al sensor óptico
21	Señal del sensor óptico
23	Tierra del sensor óptico

Fuente: Grupo de investigación

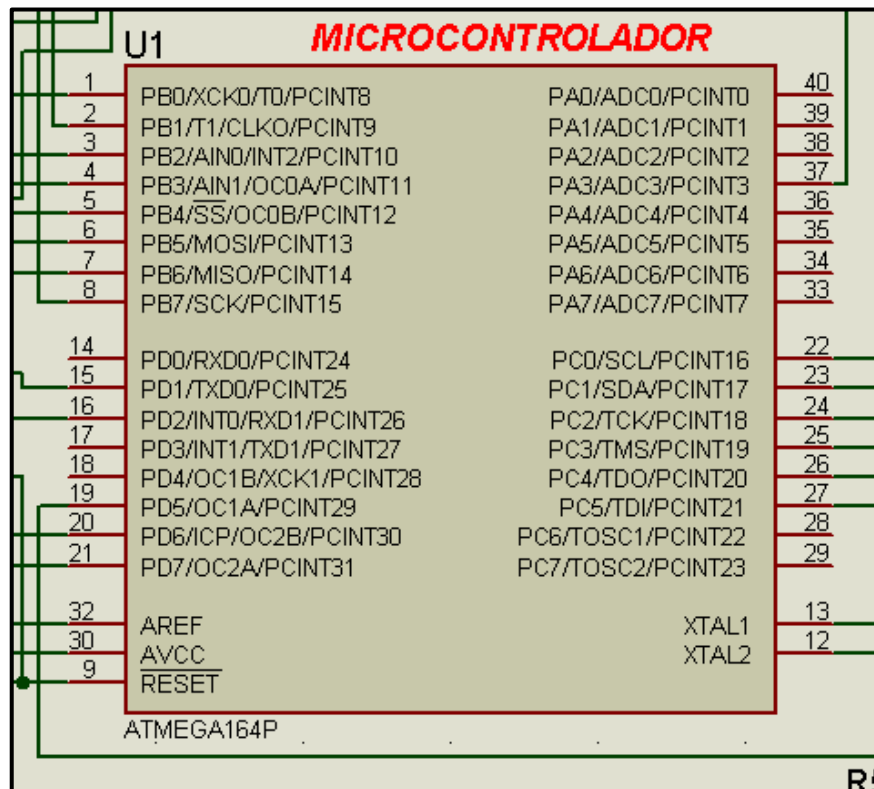


Figura 3.24: Microcontrolador Atmega164P

Fuente: Grupo de investigación

En la figura 3.24 se observa los puertos de conexión del Microcontrolador Atmega164P del que se utilizó la mayoría de pines lo cual indica que la selección fue adecuada.

Este componente cumple con la función principal del módulo, constituye el cerebro de todo el sistema porque procesa los datos de entrada como del sensor óptico, velocidad y de aceleración; y emite las salidas a través del LCD, los leds, los transistores, y las electroválvulas

El circuito completo del módulo electrónico para automatizar el accionamiento del sistema de embrague del vehículo automotor se muestra en la figura 3.25.

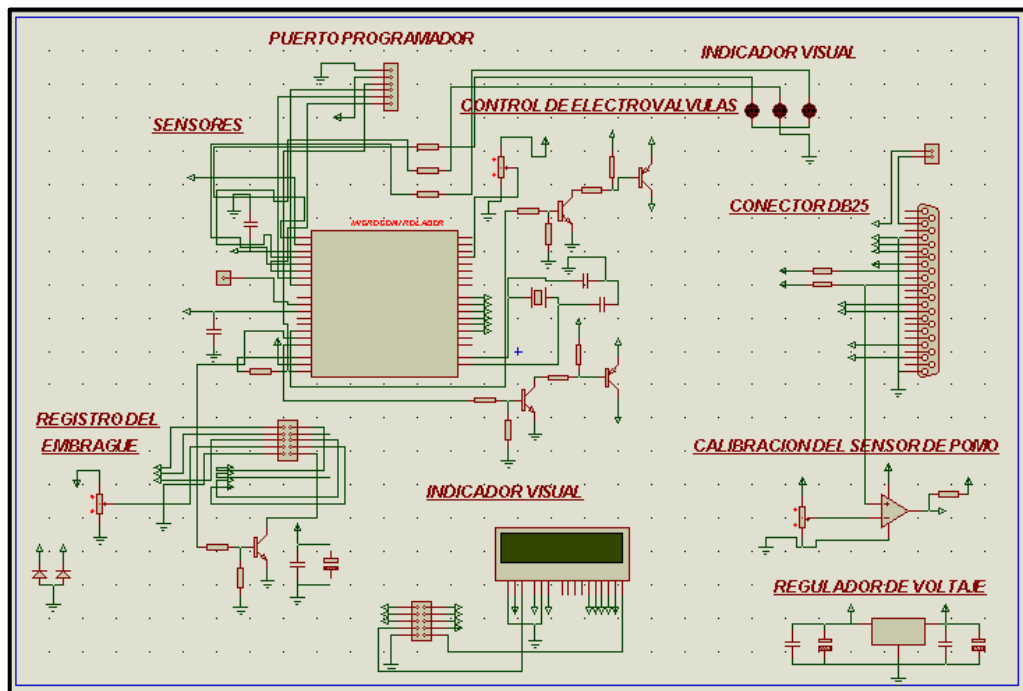


Figura 3.25: Circuito completo del módulo

Fuente: Grupo de investigación

Como se mencionó anteriormente una parte del cableado en la simulación esta reemplazado por puertos para evitar complejas conexiones y mejor comprensión del sistema, separado por sectores para su fácil comprensión.

3.2.5 Programación en BASIC

Luego de obtener un esquema de todos los componentes del módulo se inicia la programación de los puertos, la cual es realizada en lenguaje Basic.

La programación se inicia declarando en Bascom AVR el microcontrolador a utilizar:

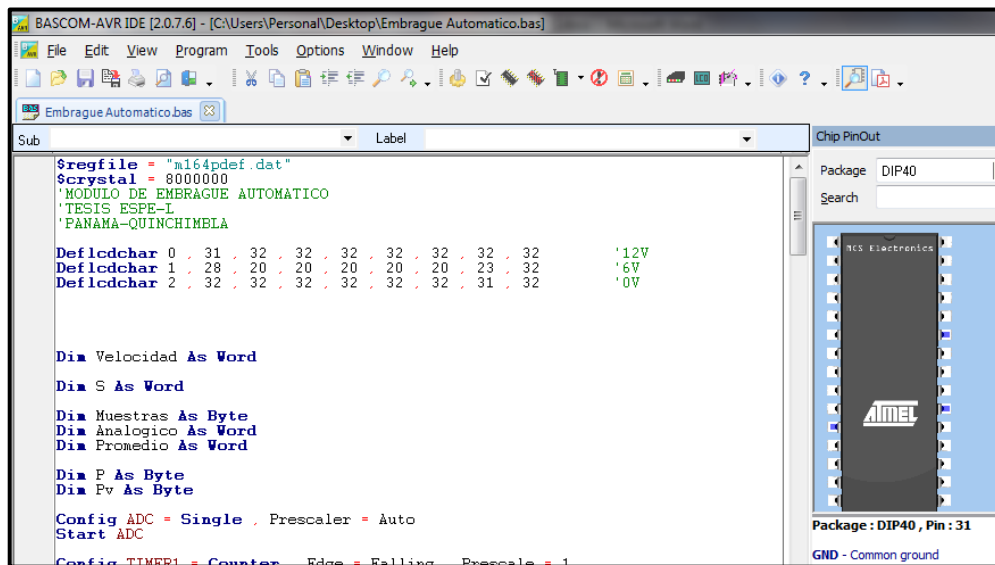


Figura 3.26: Declaración del microcontrolador

Fuente: Grupo de investigación

En la figura 3.26 se encuentran algunas de las declaraciones que fueron necesarias al momento de iniciar la programación en Bascom AVR.

Se observa que es innecesario seleccionar el Microcontrolador con el que se está trabajando en la barra de herramientas porque el software lo selecciona automáticamente, haciendo más dinámico el uso de Bascom AVR.

Para completar la programación de las demás funciones se realizaron varias pruebas en el simulador, este paso facilitaría posteriormente el funcionamiento físico de la placa.

Después de realizar la programación y probarla en el simulador se recomienda armar el circuito en un protoboard recordando que estos tienen mayor posibilidad de fallar por las corrientes parasitas, así que debemos asegurarnos de hacer conexiones cortas evitando los cruces de cables.

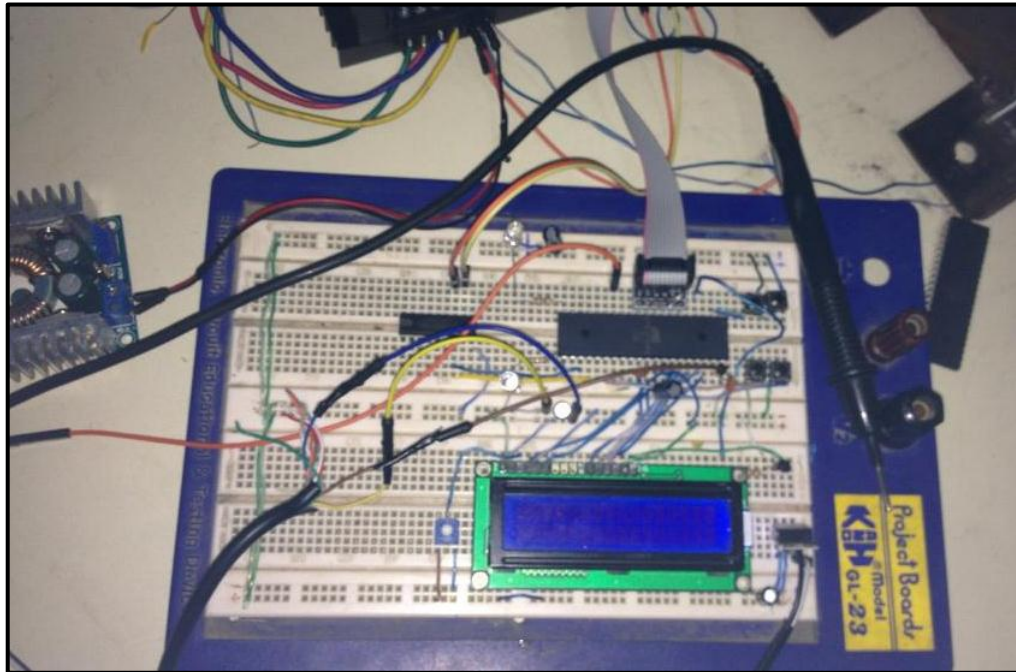


Figura 3.27: Conexiones inadecuadas en el protoboard

Fuente: Grupo de investigación

En la figura 3.27 se observa que las conexiones están montadas una sobre otra y esto puede producir fallas de funcionamiento. El circuito del proyecto se diseñó directamente en ARES, para obtener la placa profesional en baquelita. La complejidad del circuito complica realizar pruebas en protoboard.

3.3 CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO CONTROLADOR

Para iniciar la construcción del módulo se obtiene primero el diseño de la placa donde se montaran posteriormente los componentes electrónicos, y para esto utilizamos el software ARES complementario de ISIS, el cual tiene en su biblioteca muchos componentes con sus dimensiones reales.

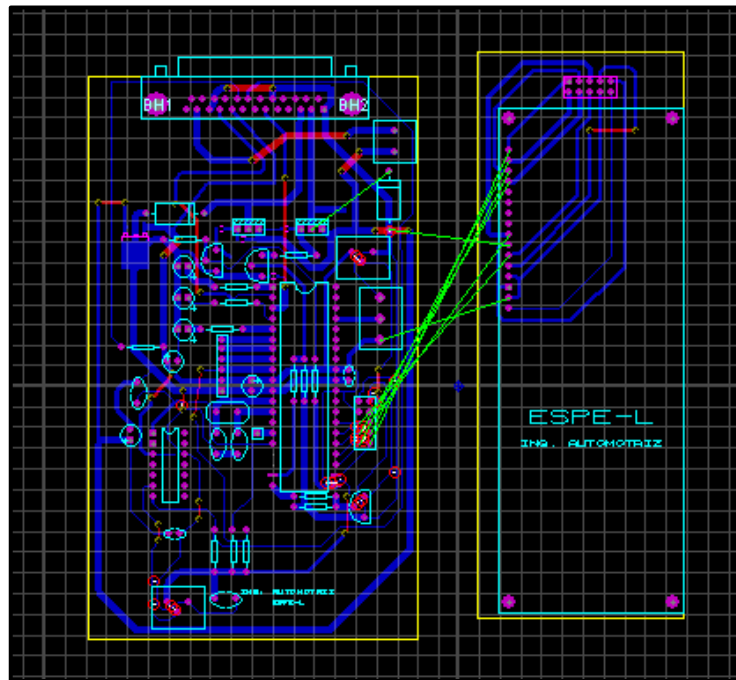


Figura 3.28: Diseño de la placa en ARES

Fuente: Grupo de investigación

Existen dos placas uno para el módulo y otro para el LCD. Como se observa en la figura 3.28, el programa también muestra las dimensiones físicas de los componentes que van a ser montados, y en caso de que no existan en la biblioteca de ARES, éste nos permite añadirlos manualmente con dimensiones reales y número de patillas, esto facilita el trabajo de montaje y evita que se superpongan los componentes al momento de la soldadura.

Un beneficio de este método de fabricación de placas es que al ser parte de ISIS, las conexiones que se realizaron entre componentes se marcan a medida que colocamos los elementos en ARES, de esta manera se evita correcciones posteriores y puentes innecesarios en la placa final. Una vez obtenido el diseño de la placa es necesario revisar los posibles acortamientos de espacios y vacíos innecesarios entre componentes

para obtener un diagrama final compacto y evidentemente un módulo pequeño.

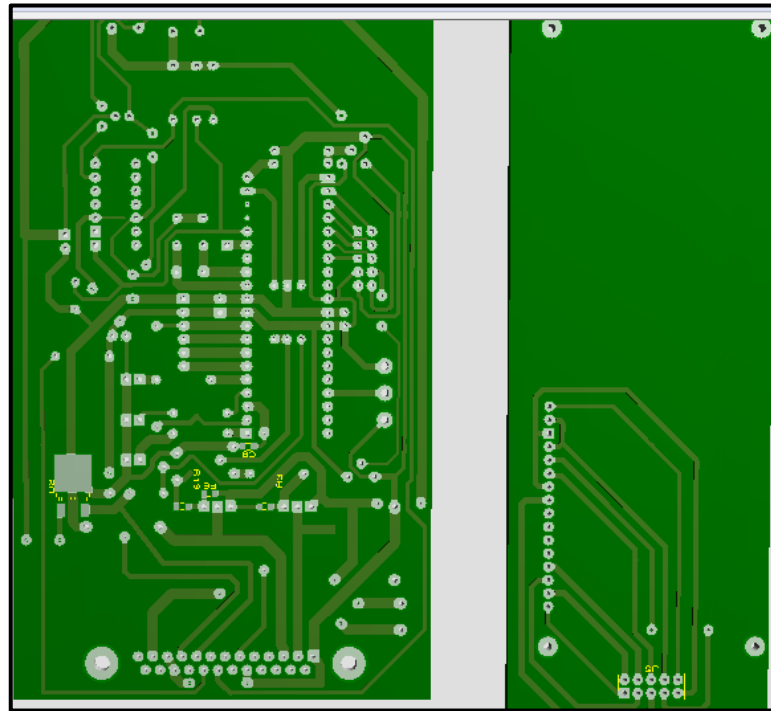


Figura 3.29: Diseño final de la placa

Fuente: Grupo de investigación

El proyecto utilizó papel termotransferible para adherir el diseño de la placa sobre el cobre de la baquelita y lija fina para pulir la superficie de la baquelita. Para obtener la impresión del circuito sobre la placa de cobre, se realiza con la plancha caliente y un trapo húmedo, colocando la tela entre la plancha y el papel durante 5 minutos aproximadamente, luego se retira el papel lentamente para lograr que todo el circuito se pegue adecuadamente; es importante revisar si los caminos se han pegado por completo a la baquelita, caso contrario se los pinta manualmente con marcador indeleble y así se asegura un acabado final excelente.

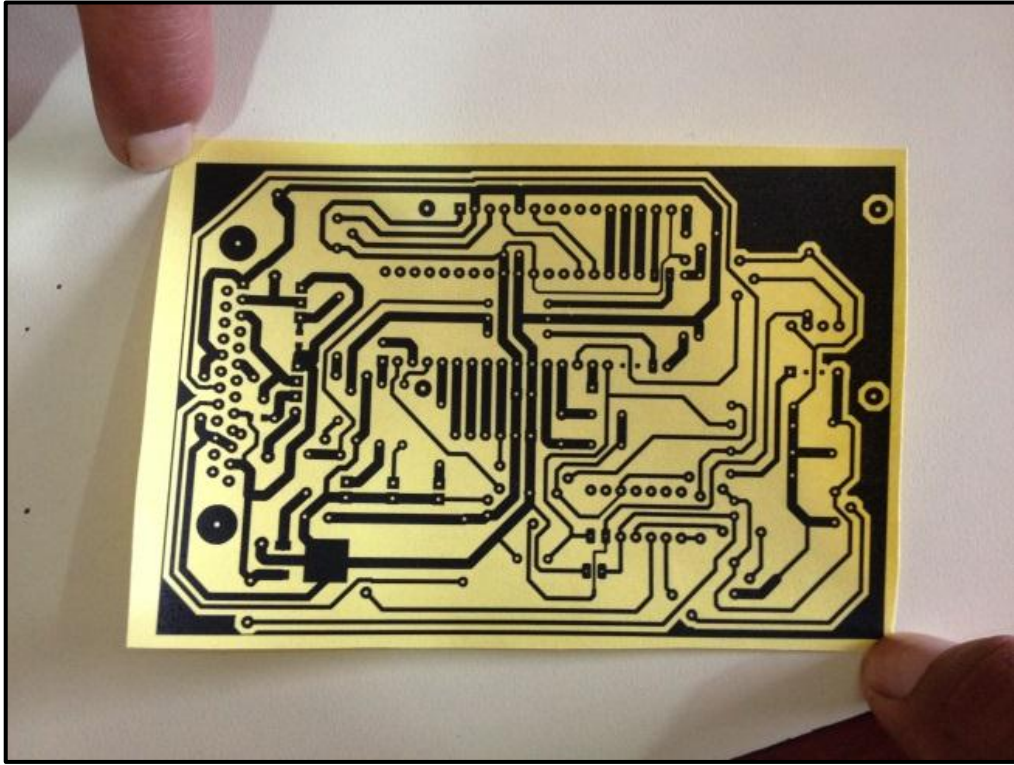


Figura 3.30: Baquelita con el circuito impreso

Fuente: Grupo de investigación

Luego se debe atacar la placa con ácido para retirar el cobre que no forma parte del circuito, ya que los pines de conexión están ahora protegidos por el estampado que se realizó.

Lentamente se vierte el ácido en un recipiente con agua tibia, es necesario el uso de guantes, mascarilla y protección para los ojos para evitar algún daño al manejar ácido. Una vez obtenida la mezcla se sumerge la baquelita dentro, retirándola en intervalos de 1 a 2 minutos para observar a qué velocidad se va disolviendo el cobre; si se deja durante mucho tiempo también se disolverán los caminos de cobre que se desea conservar.

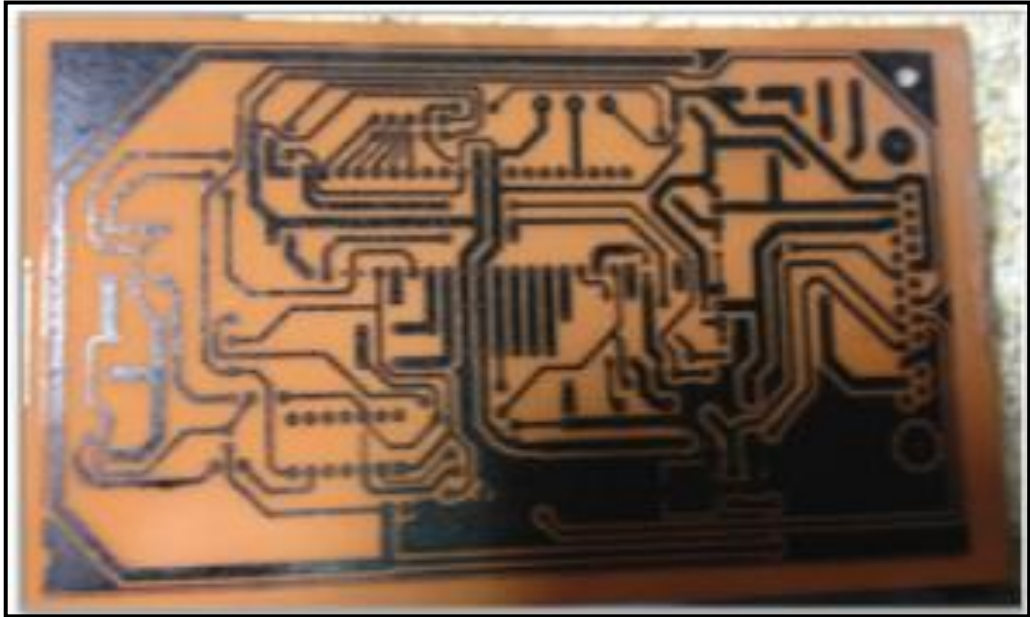


Figura 3.31: Circuito atacado con ácido

Fuente: Grupo de investigación

El siguiente paso es la perforación de la placa, y para esto se necesita un taladro y una broca fina. El proceso se realiza ubicando línea por línea las perforaciones que haya que hacerse, de esta manera se evita saltar puntos y se optimiza tiempo.

Una vez que se tiene la placa lista se procede a soldar los componentes sobre la misma. En este paso es importante mantener una limpieza de las manos y los componentes, pues de ello dependerá el acabado final y la calidad de los puntos de suelda. Se utiliza un caudín de 60W, pasta de suelda, estaño 60/40 y un limpiador de contactos.

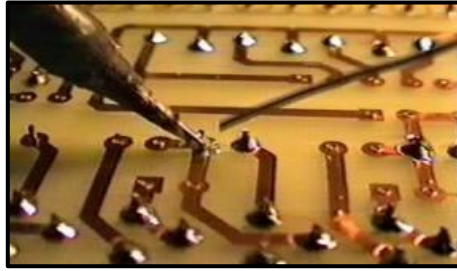


Figura 3.32: Soldadura de componentes electrónicos

Fuente: Grupo de investigación

Durante el proceso de soldadura es importante usar la pasta porque limpia las superficies de la placa, de las patitas a soldarse y permite un punto de suelda más fuerte. Se recuerda que una vez realizados los puntos no se debe soplar para lograr un enfriado más rápido; caso contrario, produce un punto de suelda frágil y reduce el tiempo de vida a la placa. Al final se recubrió con pintura para evitar que se oxide las pistas de cobre.

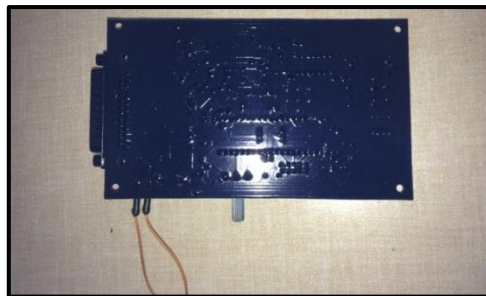


Figura 3.33: Pintura de protección de la placa

Fuente: Grupo de investigación

El uso de componentes especiales de montaje para los micros es importante, ya que estos componentes podrían llegar a quemarse al

momento de ser soldados y más importante que eso, es que los micros podrían ser reemplazados fácilmente para realizar correcciones de programación evitando soldarlos nuevamente.

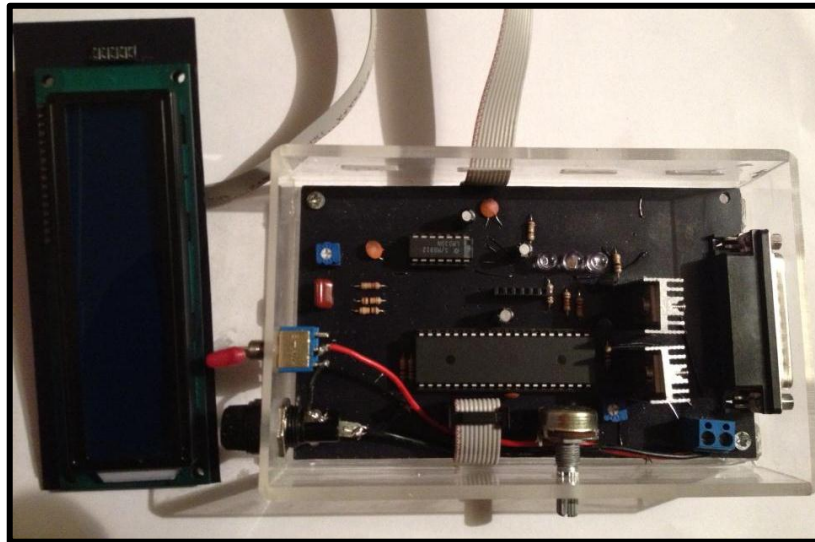


Figura 3.34: Módulo terminado

Fuente: Grupo de investigación

La construcción de la placa presenta la necesidad de instalar un disipador de calor junto al transistor que reduce los 12V de batería a 5V del circuito, debido a que este calor puede deteriorar la placa.

CAPÍTULO 4

MONTAJE Y PRUEBAS DEL MÓDULO ELECTRÓNICO PARA AUTOMATIZAR EL ACCIONAMIENTO DEL EMBRAGUE

Este capítulo integra la verificación del funcionamiento de todas las funciones del módulo, además de la selección del sistema automatizado donde será instalado. Las primeras pruebas se realizan con el circuito previo al montaje en el automotor para facilitar las correcciones. En la simulación el circuito puede llegar a funcionar perfectamente, pero en la realidad con la placa ya construida, puede llegar a fallar y es ahí donde se interviene para realizar los cambios pertinentes.

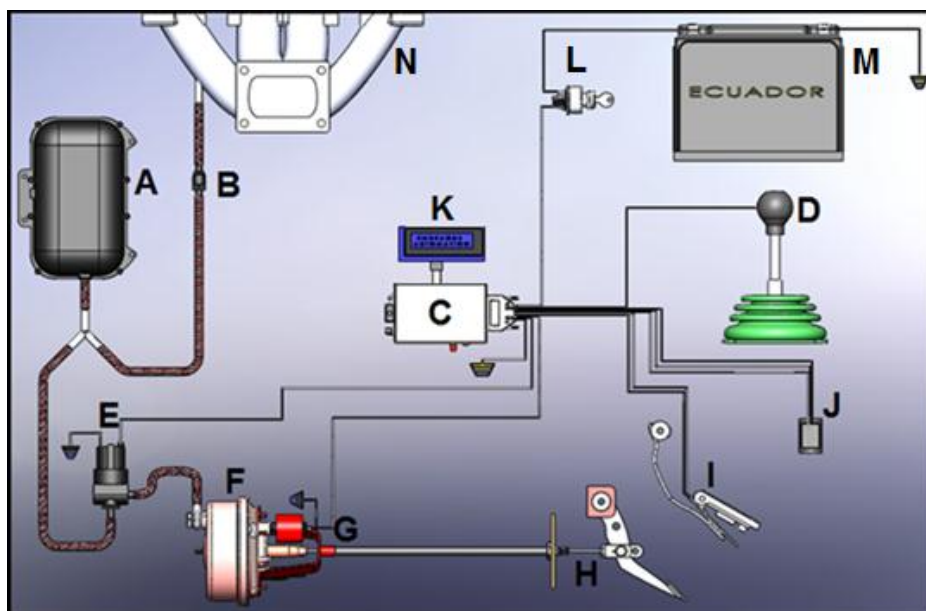


Figura 4.1: Conjunto de elementos eléctricos, electrónicos y neumáticos del sistema

Fuente: Grupo de investigación

Tabla 15. Elementos eléctricos, electrónicos y neumáticos del sistema

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
A	Acumulador de vacío
B	Válvula unidireccional
C	Módulo electrónico
D	Sensor óptico ubicado en la palanca de cambios
E	Válvula solenoide de tres vías
F	Pulmón
G	Válvula solenoide de una vía
H	Punto de anclaje del pedal de embrague
I	Interruptor de aceleración
J	Interruptor de activación del sistema
K	Pantalla de cristal líquido
L	Interruptor de encendido del vehículo
M	Batería
N	Colector de admisión

Fuente: Grupo de investigación

4.1 PUNTO DE ANCLAJE DEL PEDAL DE EMBRAGUE.

Se debe localizar un punto perpendicular al pedal de embrague y de esta manera aprovechar el menor esfuerzo para jalar el mismo. Bajar el pedal de embrague, utilizando una herramienta adecuada para marcar el orificio en la carrocería, en línea con el pasador de pivote para el paso del cable dependiendo de las características del vehículo.



Figura 4.2: Punto de anclaje del pedal de embrague.

Fuente: Grupo de investigación

4.2 MONTAJE DEL PULMÓN

Antes de llevar a cabo la instalación del pulmón se debe establecer los siguientes componentes.

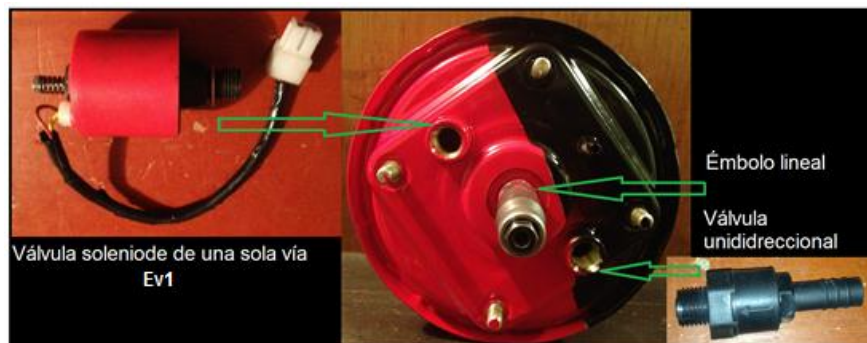


Figura 4.3: Componentes del pulmón

Fuente: Grupo de investigación

Una vez reconocido los componentes se procede a instalar el pulmón en el compartimiento del motor, utilizando los soportes suministrados. La posición debe ser fijado en el chasis del vehículo, nunca utilizar los puntos de fijación del motor y sin interferir con las partes mecánicas.



Figura 4.4: Bases de fijación del pulmón

Fuente: Grupo de investigación

Evitar que las piezas del sistema estén expuestas a fuentes de calor, en lo posible protegiendo la funda y el paso del cable.

4.3 INSTALACIÓN DE LA VÁLVULA SOLENOIDE (EV3)

La instalación de esta válvula solenoide se la realiza en una posición vertical o con el orificio de ingreso de aire hacia abajo sin interferir en los demás componentes del motor.



Figura 4.5: Válvula solenoide EV3

Fuente: Grupo de investigación

4.4 INSTALACIÓN DEL ACUMULADOR DE VACÍO

Se instala en la parte frontal del vehículo, al costado del radiador donde no interfiera con la disipación del calor y no reciba golpes porque el material es de plástico.

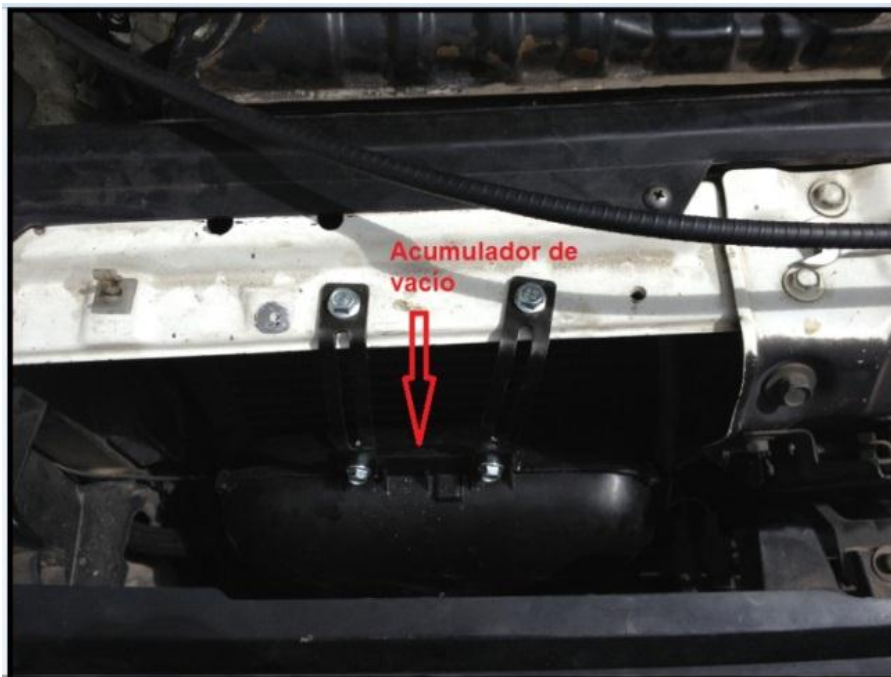


Figura 4.6: Acumulador de vacío

Fuente: Grupo de investigación

4.5 INSTALACIÓN DE LA TOMA DE VACÍO

En este caso la toma de vacío se conectó a la salida del colector de admisión sin que afecte a los demás componentes del vehículo, de esa manera lograr la circulación del vacío generado en el motor a las partes neumáticas del sistema de accionamiento automático del embrague.



Figura 4.7: Conexión de vacío

Fuente: Grupo de investigación

4.6 INSTALACIÓN DE LA VÁLVULA UNIDIRECCIONAL

La válvula unidireccional se conecta con la flecha hacia una toma de vacío, en este caso se tomó del servofreno por medio de un acople en T.



Figura 4.8: Válvula unidireccional

Fuente: Grupo de investigación

4.7 CONEXIÓN DE LAS MANGUERAS DE SUMINISTRO

Las mangueras se conectan a todos los suministros del sistema: toma de vacío, acoples en T, válvula de una sola vía, válvula solenoide de tres vías, tanque de vacío y pulmón procurando no intervenir con los demás componentes del vehículo.



Figura 4.9: Mangueras de suministro

Fuente: Grupo de investigación

4.8 INSTALACIÓN DEL SENSOR ÓPTICO

Se procede a perforar el pomo de la palanca de cambios utilizando un taladro y una broca para perforación de acero 3/8.



Figura 4.10: Ubicación del sensor óptico

Fuente: Grupo de investigación

Una vez realizada la perforación se procede a insertar el sensor óptico en la parte interior de la palanca de cambios, con el sensor saliente hacia la periferia del pomo.

4.9 INSTALACIÓN DEL INTERRUPTOR DEL ACELERADOR

La instalación va sujeta a la pedalera del pedal de acelerador debido a que este elemento debe de ser activado solamente cuando se presione el pedal del acelerador para realizar el desacople del embrague.



Figura 4.11: Ubicación del interruptor de aceleración

Fuente: Grupo de investigación

4.10 INSTALACIÓN DEL SENSOR DE VELOCIDAD

Antes de proceder a ubicar el sensor de velocidad del vehículo se analiza el lugar de donde tomar el mecanismo que va a hacer activar dicho sensor. Después de un estudio se optó por aprovechar el movimiento rotativo de la cadena del velocímetro original del vehículo y se instaló entre la salida de la caja de cambios y la cadena del velocímetro.

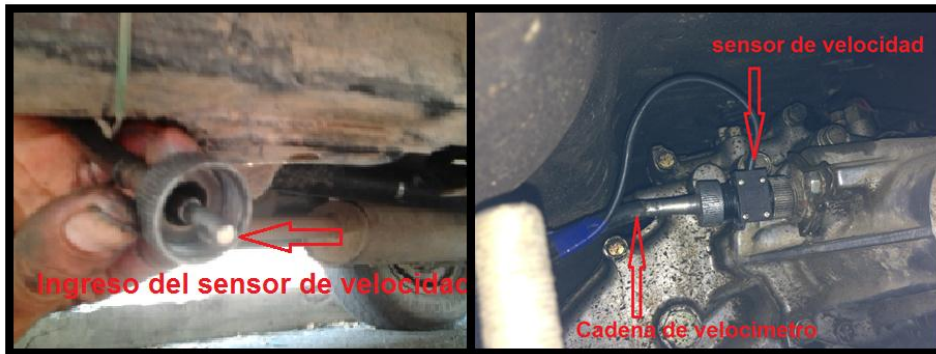


Figura 4.12: Sensor de velocidad

Fuente: Grupo de investigación

4.11 INSTALACIÓN DEL MÓDULO ELECTRÓNICO

Se procede a instalar el módulo electrónico utilizando soportes en una posición de fácil accesibilidad, para poder regular la velocidad de registro de embrague de acuerdo a la comodidad del conductor.



Figura 4.13: Instalación del módulo electrónico

Fuente: Grupo de investigación

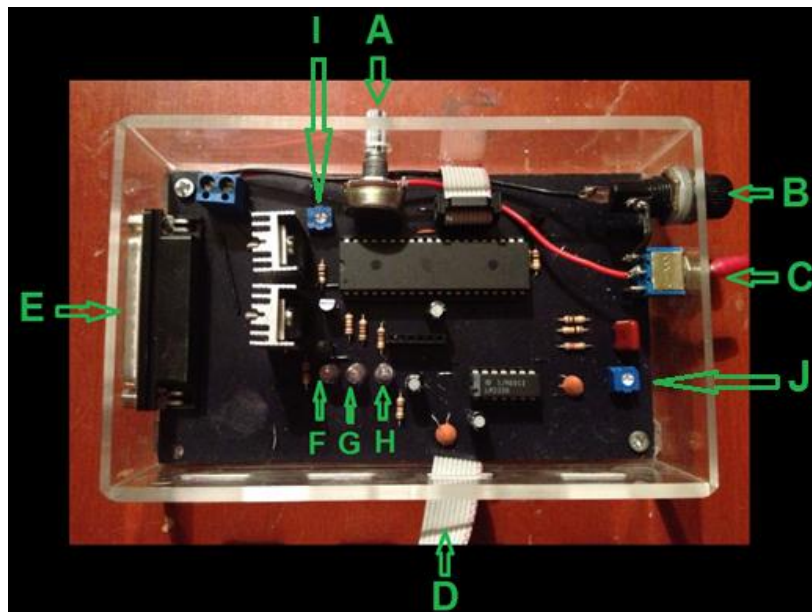


Figura 4.14: Componentes del módulo electrónico

Fuente: Grupo de investigación

4.11.1 Componentes

Tabla 16. Componentes del módulo electrónico

Componentes	Descripción
A	Control de registro de embrague.
B	Fusible de la unidad de protección.
C	Activación del sistema de accionamiento automático del embrague.
D	Cable de datos hacia la pantalla de cristal líquida.
E	Conector DB25 (cableado eléctrico de todo el sistema).
F	Indicación de color verde para activación de sistema.
G	Indicación de color anaranjado para el sensado

	del pomo de la palanca de cambios.
H	Indicación de color rojo para el sensado del interruptor de aceleración.
I	Control de backlight del LCD
J	Control de sensibilidad de luz del sensor óptico

Fuente: Grupo de investigación

4.12 INSTALACIÓN DE LA PANTALLA DE CRISTAL LÍQUIDO E INTERRUPTOR DE ACTIVACIÓN DEL SISTEMA

Se procede a instalar el visor de velocidad del vehículo en la parte del panel de instrumentos del vehículo y el interruptor de activación del sistema.



Figura 4.15: Pantalla de cristal líquido

Fuente: Grupo de investigación

4.13 CONEXIONES ELÉCTRICAS

Una vez realizado el montaje de todos los componentes del sistema se procede a realizar las conexiones eléctricas para que cada uno cumpla con sus funciones adecuadas.

Estas conexiones eléctricas a realizar salen de cada uno de los componentes eléctricos y electrónicos del sistema hacia el conector DB25 hembra del módulo electrónico.

Tener precaución de desconectar la batería del vehículo antes de hacer cualquier instalación

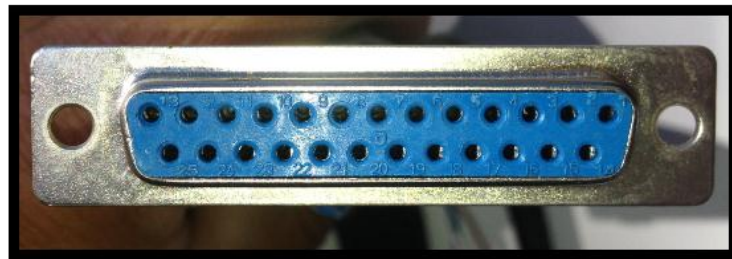


Figura 4.16: Conector DB25 hembra

Fuente: Grupo de investigación

4.14 CONEXIÓN DE CORRIENTE POSITIVA

Esta conexión se la realiza mediante un cable de color rojo, identificado como corriente positiva; conectando desde una salida de corriente del vehículo al momento de poner en contacto hacia el pin número 12 del conector DB25 hembra.

En este caso se conecta al cable que va hacia los elementos de encendido del vehículo considerando que al poner la llave en la posición de encendido éste activara el circuito y por ende la corriente eléctrica fluirá a los mismos.



Figura 4.17: Alimentación del módulo electrónico

Fuente: Grupo de investigación

4.15 CONEXIÓN ELÉCTRICA DEL SENSOR ÓPTICO

Se realiza la conexión eléctrica desde los cables de alimentación, señal y masa del sensor óptico hacia el conector DB25 hembra número 20, 21, 23 respectivamente.

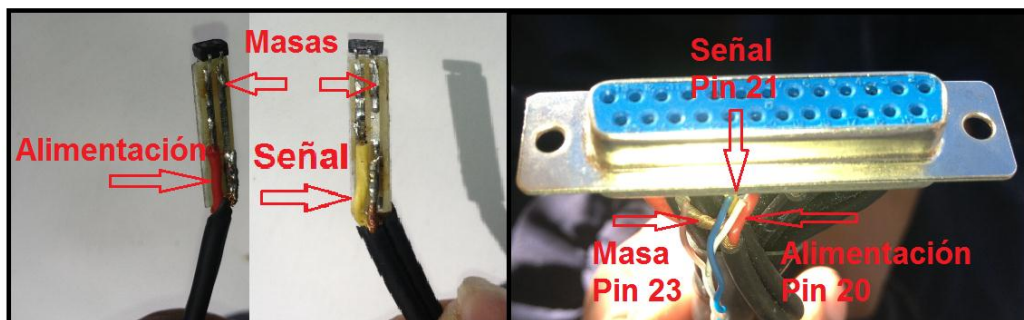


Figura 4.18: Conexión eléctrica del sensor óptico

Fuente: Grupo de investigación

4.16 CONEXIÓN ELÉCTRICA DEL SENSOR DE VELOCIDAD

Se efectúa la conexión eléctrica desde los cables de alimentación, señal y masa del sensor de efecto hall para medir la velocidad del vehículo hacia el conector DB25 hembra número 9, 10, 11 respectivamente.

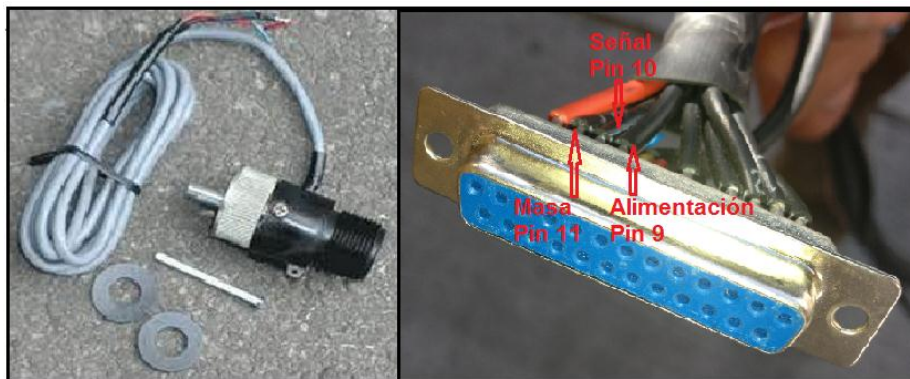


Figura 4.19: Conexión eléctrica del sensor de velocidad

Fuente: Grupo de investigación

4.17 CONEXIÓN ELÉCTRICA DEL INTERRUPTOR DE ACELERACIÓN

Se realiza la conexión desde los cables común y normalmente cerrado del interruptor de aceleración hacia los pines 6 y 18 del conector DB25 hembra.



Figura 4.20: Conexión eléctrica del interruptor de aceleración

Fuente: Grupo de investigación

4.18 CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LA VÁLVULA SOLENOIDE EV3

La válvula solenoide de tres vías tiene dos cables uno color verde y otro de color amarillo, el primero se conecta al pin 3 del conector DB25 hembra y el otro a masa directa de la batería. Se debe considerar que es un solenoide y este no tiene polaridad.

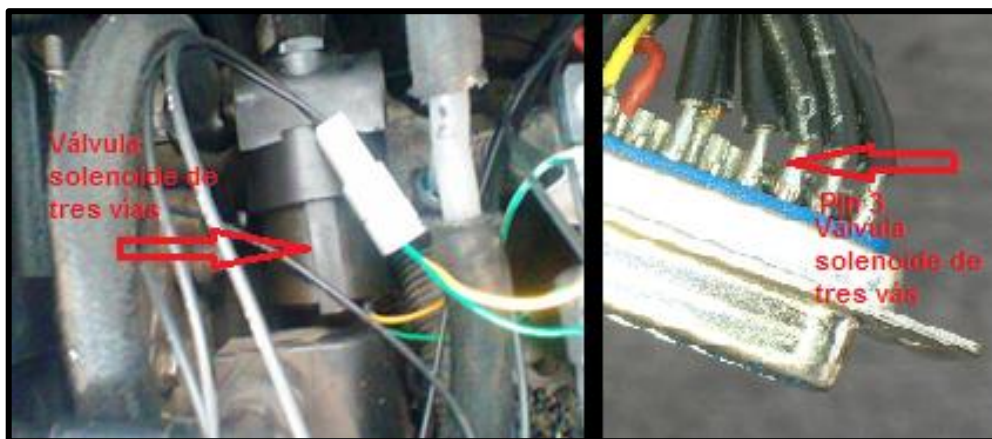


Figura 4.21: Alimentación de la válvula solenoide EV3

Fuente: Grupo de investigación

4.19 CONEXIÓN ELÉCTRICA DEL SOLENOIDE EV1

La válvula solenoide de una vía dispone de dos cables uno color amarillo y otro de color café, el primero se conecta al pin 2 del conector DB25 hembra y el otro a masa directa de la batería. Considerar que es un solenoide y éste no tiene polaridad.



Figura 4.22: Alimentación de la válvula solenoide EV1

Fuente: Grupo de investigación

4.20 CONEXIÓN ELÉCTRICA DE MASA

Todas las conexiones de masas de los dispositivos eléctricos tienen que ser conectados en el borne negativo de la batería para evitar interferencia de corrientes y estos van al pin 1 del conector DB25 hembra, procurar proteger con un espagueti térmico.



Figura 4.23: Conexión de masas

Fuente: Grupo de investigación

4.21 UNIÓN DE LOS COMPONENTES NEUMÁTICOS

La unión de los componentes se los realizo analizando el funcionamiento de cada uno, y su importancia para el correcto funcionamiento de este sistema y sin interferir en el funcionamiento del motor del vehículo a hacer utilizado.

1. Se realiza la unión de la toma de vacío del múltiple de admisión con la válvula unidireccional, en este caso se ha tomado directamente del suministro de vacío del servofreno utilizando un acople en T y una manguera de caucho de suministro de presión de aire.



Figura 4.24: Unión de la toma de vacío con la válvula unidireccional

Fuente: Grupo de investigación

2. Se acopla la válvula unidireccional con el acumulador de vacío y la entrada de depresión de la válvula solenoide EV3 utilizando un acople en T y mangueras de suministro de presión de aire.

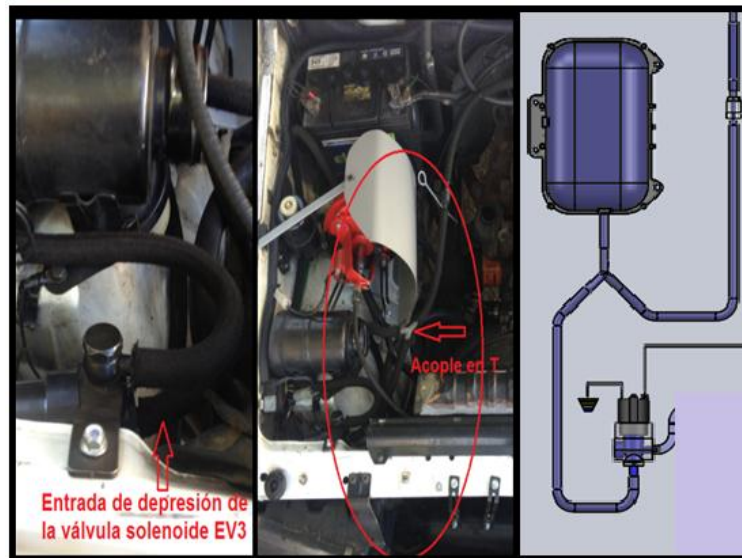


Figura 4.25: Unión de la válvula unidireccional con el acumulador de vacío y la electroválvula EV3

Fuente: Grupo de investigación

3. Se realiza la unión del desfogue de la válvula solenoide EV3 con entrada de depresión del pulmón utilizando una manguera de suministro de presión de aire.

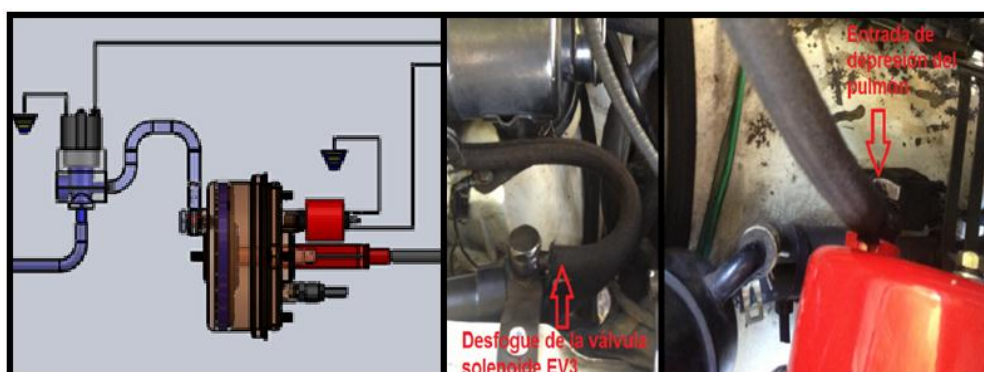


Figura 4.26: Unión del desfogue de válvula solenoide EV3 con la entrada de depresión del pulmón

Fuente: Grupo de investigación



Figura 4.27: Unión de los componentes del sistema

Fuente: Grupo de investigación

4.22 AJUSTES

Todos los ajustes se los realizo después de realizar el montaje de los componentes en sus respectivos lugares y posiciones.

4.23 AJUSTE DEL CABLE DEL PEDAL DE EMBRAGUE

Este ajuste se realiza con módulo electrónico encendido, se presiona el pedal del embrague hasta cuando la primera marcha o la marcha atrás se insertan fácilmente, y en el momento que el cable de acero este templado, ajustar los prisioneros del cable, y luego apretar las tuercas de seguridad.

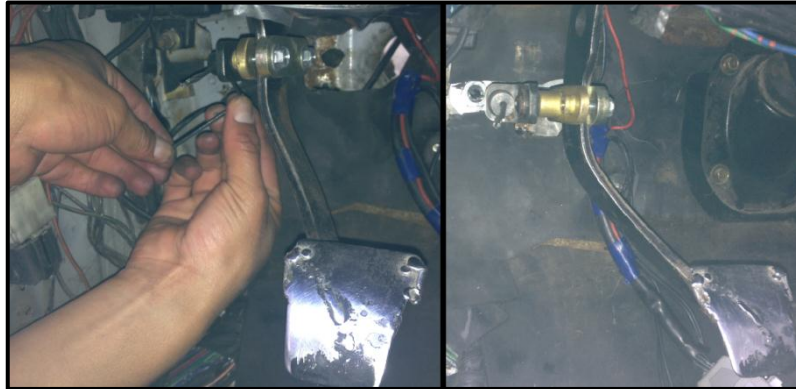


Figura 4.28: Regulación del pedal de embrague

Fuente: Grupo de investigación

4.23.1 Ajuste del re-acoplamiento de embrague después de sobrepasar velocidades mayores a 25 km/h

Si el re-acoplamiento del embrague es demasiado lento después de sobrepasar los 25 Km/h, en este caso se ajusta en el tornillo de regulación de la electroválvula de liberación (EV1); girando a la derecha para disminuir la entrada de aire y en sentido contrario para aumentar.



Figura 4.29: Regulación de la válvula solenoide EV1

Fuente: Grupo de investigación

Esto es importante para el correcto funcionamiento del embrague ya que se puede controlar la velocidad de accionamiento del pedal evitando que el cambio de marchas sobre determinada velocidad se vuelva incómodo para el conductor del auto.

4.24 REGISTRO DEL EMBRAGUE A UNOS 25 Km/h

Se gira el potenciómetro situado en la parte frontal del módulo electrónico para ajustar la velocidad de registro de embrague. Girar a la derecha para aumentar el registro de embrague y en sentido contrario para reducir.



Figura 4.30: Ajuste del registro de embrague

Fuente: Grupo de investigación

Con este módulo electrónico el conductor puede y está en la capacidad de regular a su gusto la activación y desactivación del embrague automáticamente ya que es esta unidad hace que el embrague se accione por si solo a la velocidad registrada, en la realidad esta unidad electrónica entre en funcionamiento cuando el vehículo adquiere velocidades menores a 25 Km/h aproximadamente.

4.25 TENSIÓN DE LA ELECTROVÁLVULA EV3

Se verifica con el embrague accionado, la tensión de alimentación de la válvula de solenoide (EV3) es de aproximadamente 12V. Después de 1.8 segundos, la tensión se reduce a la mitad, aproximadamente 6V para evitar el sobrecalentamiento de la misma.

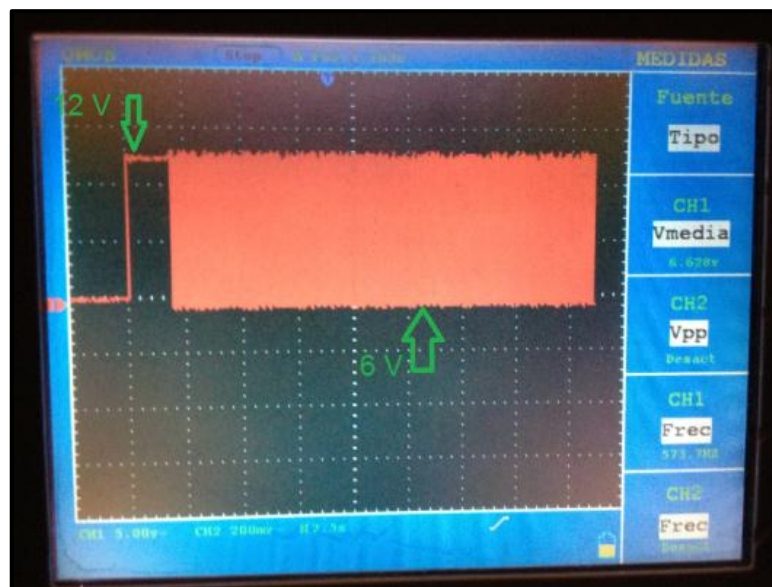


Figura 4.31: Oscilograma de voltaje de EV3

Fuente: Grupo de investigación



Figura 4.32: Voltaje inicial de EV3

Fuente: Grupo de investigación



Figura 4.33: Voltaje de EV3 después de 1.8 segundos

Fuente: Grupo de investigación

4.26 TENSIÓN DE LA ELECTROVÁLVULA EV1

La tensión de alimentación de esta válvula solenoide es de aproximadamente 12v constante.



Figura 4.34: Oscilograma de Voltaje de EV1

Fuente: Grupo de investigación



Figura 4.35: Voltaje de EV1

Fuente: Grupo de investigación

4.27 VERIFICACIÓN DEL SENSOR ÓPTICO

Este sensor óptico se encuentra ubicado en el pomo de la palanca de cambios debido a su fácil accesibilidad, su principal función es que al momento de colocar la mano en el pomo de la palanca de cambios activa el pedal del embrague para poder hacer el cambio de marcha a velocidades superiores de las que se encuentra regulada en la unidad electrónica del dispositivo.



Figura 4.36: Sensor óptico

Fuente: Grupo de investigación

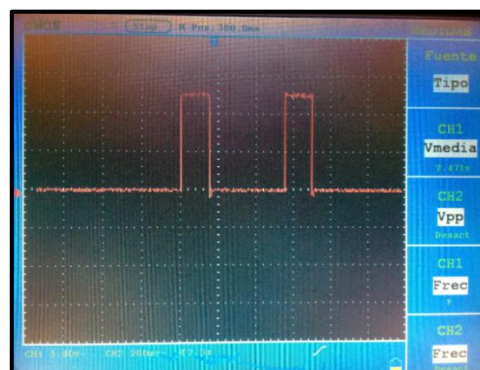


Figura 4.37: Oscilograma del sensor óptico

Fuente: Grupo de investigación

4.28 VERIFICACIÓN DEL SENSOR DE VELOCIDAD

Este sensor de efecto hall está unido a la cadena del velocímetro debido a la precisión de giro del mismo, su principal función es enviar al módulo electrónico los pulsos instantáneos cada vez que el vehículo está en movimiento

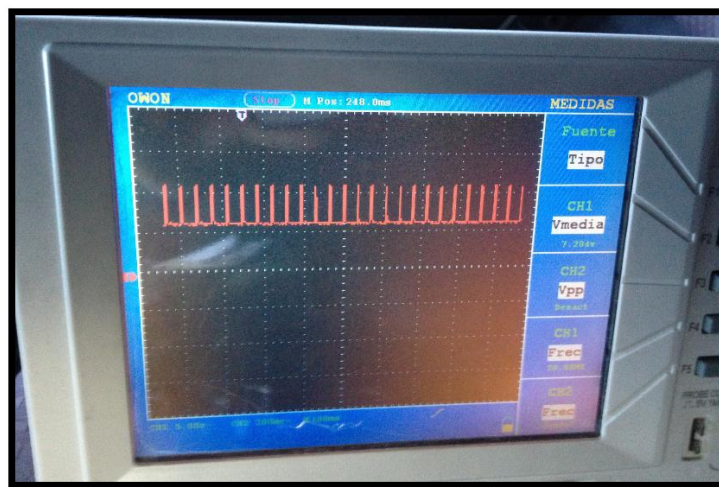


Figura 4.38: Oscilograma del sensor de velocidad

Fuente: Grupo de investigación

4.29 ENSAYOS Y COMPROBACIÓN DEL SISTEMA

El principio de funcionamiento del sistema está basado en la depresión generada en el colector de admisión del motor, esta depresión se transmite al acumulador de vacío, estabilizando y almacenando los gases, la depresión actúa sobre la parte móvil de los mismos comandos para mover el pedal del embrague.

4.30 PRIMER PROCEDIMIENTO

En este primer procedimiento se da a conocer como se activan los componentes del sistema y en qué estado se encuentran cuando entren en funcionamiento.

4.30.1 SISTEMA INACTIVO

Este funcionamiento se realiza con el motor en marcha. Con el motor encendido, se genera una depresión en el colector de admisión y en todos los componentes conectados a él: el tanque de vacío, tuberías / conexiones y la válvula de solenoide de tres vías.

Dado que el módulo no está activo, la válvula solenoide de 3 vías evita la circulación de depresión hacia la parte posterior del pulmón, por ende el pedal de embrague permanece en reposo.

4.31 SEGUNDO PROCEDIMIENTO

En este procedimiento se da a conocer como el módulo electrónico activa los componentes para el funcionamiento.

4.31.1 SISTEMA ACTIVADO

Este sistema está armado con un módulo electrónico que es el encargado de activar la válvula solenoide de 3 vías.

Esto hace que la depresión actúe sobre la parte posterior del pulmón, absorbiendo la parte móvil del mismo; esta acción también se ve favorecida por la válvula unidireccional que es aquella que permite el ingreso de aire del exterior a la cámara frontal del pulmón.

Mediante el cable de acero se determina el descenso del pedal de embrague.

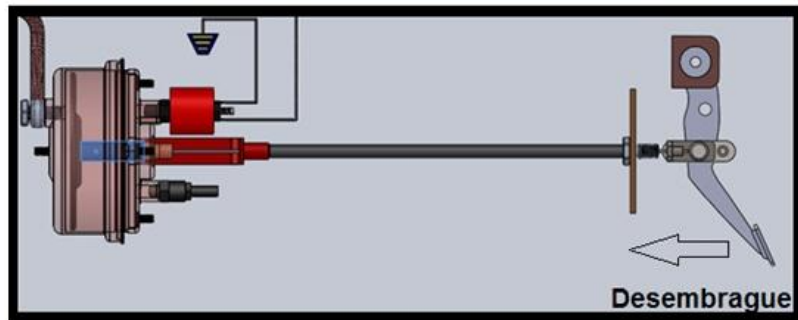


Figura 4.39: Posición de desembragado

Fuente: Grupo de investigación

4.32 TERCER PROCEDIMIENTO

En este procedimiento se da a conocer como el módulo electrónico recibe la señal del micro interruptor del acelerador para activar y desactivar los componentes del sistema.

4.32.1 Retorno del pedal de embrague

En este procedimiento se da a conocer la salida total del aire del pulmón por el orificio de alivio del mismo elemento.

Con el vehículo en aceleración actúa el micro interruptor de aceleración el cual envía una señal a la unidad de control que es la encargada de desactivar la válvula solenoide de 3 vías, impidiendo el paso de depresión y a la misma vez permitiendo que la presión atmosférica ingrese a la cámara posterior, en donde el aire presente en la cámara frontal, escapa totalmente por el orificio de alivio permitiendo que el muelle presente en el pulmón sumado a la presión atmosférica presente en la cámara posterior desplace el conjunto móvil logrando volver a la posición de reposo.

Con esta acción logramos que el pedal de embrague suba totalmente y de esta manera lograr que el vehículo pueda moverse.

4.33 CUARTO PROCEDIMIENTO

En esta fase se hace hincapié a la “velocidad de registro de embrague” el cual se puede regular mediante el potenciómetro ubicado en el módulo electrónico.

El rango de calibración de este potenciómetro es de 15 a 30 km/h; pero se elige como referencia una velocidad de 25 km/h, representando un promedio.

4.33.1 Descenso-retorno del pedal de embrague a velocidades superiores de 25km/h

Para realizar este paso se necesita una velocidad superior de aproximadamente 25 km / h en ese momento una señal es enviada a la unidad de control, gestionado por el sensor de velocidad que se encuentra ubicado en la caja de cambios del vehículo, lo que hace que se desactive el solenoide de las válvulas EV1 y EV3.

En el momento de realizar el cambio de marcha, el sensor óptico de la palanca de cambios, envía una señal al módulo para energizar la válvula solenoide de tres vías (EV3), que permite el ingreso de depresión hacia el pulmón lo cual obliga descender el pedal de embrague.

Cuando se realiza la extracción de la mano de la palanca de cambios se consigue la reintegración del embrague porque el módulo electrónico desconecta la válvula solenoide (EV3) restringiendo el ingreso de depresión y permitiendo que el aire del exterior pueda actuar sobre la parte móvil del pulmón y en la parte frontal el aire es expulsado en un momento continuo y rápido.

4.34 QUINTO PROCEDIMIENTO

Esta fase depende de la velocidad de registro de embrague.

4.34.1 Reducción de la velocidad con el freno de máquina

En este paso el sensor de velocidad informa al módulo electrónico de la velocidad real del vehículo, examinando las siguientes dos situaciones diferentes:

1. Con velocidades de más de aproximadamente 25 km/h:

- El freno de motor actúa dependiendo del uso de engranajes.

2. A velocidades inferiores a 25 km/h:

- Ocurre el desembrague y asegura que el vehículo pueda detenerse y a la misma vez que el motor pueda permanecer en movimiento.

4.35 PRUEBAS DE CONDUCCIÓN EN CARRETERA

Las pruebas de ruta se las realizo dentro de la ciudad, una vez concluida con la instalación y ajuste de todos los componentes del sistema:

- En un primer intento, al momento de encender el sistema automático el pedal de embrague permanecía siempre en la parte superior, era algo ilógico porque este debía desembragar automáticamente, se analizó el problema y se encontró que la lógica de programación de interruptor de aceleración era opuesta; no se consideró que era normalmente cerrado, por lo que enviaba información de aceleración al microcontrolador y este a su vez mantenía el pedal en reposo; no obstante, se modificó la lógica de programación.

- En un segundo intento, se encendió el sistema y el pedal de embrague se accionó lentamente, después de analizar el problema se encontró que la ubicación del punto de anclaje del pedal estaba descentrado y existía demasiado rozamiento del cable de acero, se tuvo que corregir aquel error buscando otra ubicación en donde el cable de embrague no produzca tanta fricción con el bocín de paso hacia el pulmón.
- En un tercer intento, el pedal de embrague ya se encontraba accionado automáticamente y al momento de canjear la primera marcha entró correctamente. El problema sucedió cuando se quiso acelerar y poner en movimiento el vehículo con la marcha puesta; el pedal de embrague no regresaba a su posición de reposo porque el cable estaba muy tensionado y se realizó el ajuste necesario.
- En un cuarto intento, después de haber movido el vehículo se intentaba canjear la siguiente marcha pero el pedal de embrague no bajaba, se analizó esta falla y se halló que el sensor óptico ubicado en el pomo de la palanca de cambios tenía problemas con la luz solar, este no estaba sensando correctamente la mano del conductor en el pomo, se corrigió este problema por medio de la adición de un filtro al módulo electrónico.
- En la quinta prueba de ruta se comprobó la lógica de programación de registro de embrague variando mediante el potenciómetro. Después de varias pruebas el módulo electrónico no presentó ninguna anomalía en este aspecto.

Para el correcto funcionamiento del sistema de accionamiento automático del embrague requiere que el usuario presente cierta versatilidad para el dominio del mismo.

4.36 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

Solo el personal calificado con los debidos conocimientos técnicos puede realizar el respectivo mantenimiento del dispositivo.

4.36.1 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento correctivo se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas.

a. Lubricación del cable de acero

Aplicar un lubricante que proporcione una buena protección a la oxidación por un tiempo razonable. Cuando el cable se pone en servicio, esta lubricación generalmente no va a ser suficiente para durar toda su vida útil. Debido a esto, será necesario hacer una lubricación de servicio periódicamente.

Las siguientes son las características de un buen lubricante para el cable de acero:

- Libre de ácidos y alcalinos
- Debe tener suficiente tenacidad para adherirse al cable
- Debe resistir la oxidación
- Preferiblemente el lubricante aplicado debe ser compatible con el lubricante original del cable

Antes de la aplicación de lubricante hay que eliminar al máximo el polvo y material abrasivo sobre la superficie del cable. Se puede limpiar con un cepillo de alambres con solventes, aire comprimido o vapor a presión. Inmediatamente después de la limpieza hay que aplicar el lubricante.

b. Inspección del cable de acero

Las siguientes sugerencias son una guía para revisar las partes del cable que pueden causar problemas.

- Inspeccionar cuidadosamente el sistema de anclaje del cable tanto en el pulmón como en el pedal de embrague, asegurándose de que los terminales estén correctamente colocados.
- Ver que todas las superficies que hacen contacto con el cable sean lisas y estén libres de corrugaciones u otras condiciones de abrasión.
- Comprobar el libre movimiento del pedal embrague y la alineación correcta del cable de acero con el bocín de recorrido.

Si es posible, seguir el recorrido del cable, buscando los puntos del sistema que aparezcan gastados o cortados por el cable en su movimiento.



Figura 4.40: Inspección del cable de acero

Fuente: Grupo de investigación

c. Frecuencia de inspección

El cable de acero deben ser inspeccionados cuidadosamente a intervalos regulares; esta inspección debe ser más cuidadosa y frecuente cuando el cable ha prestado servicio mucho tiempo.

Los puntos más importantes que deben ser tomados en cuenta para la inspección son éstos:

- Desgaste Externo

El desgaste abrasivo resulta del roce del cable contra algún objeto externo para ello se debe modificar la trayectoria del cable.

- Corrosión

La corrosión es casi siempre un signo de falta de lubricante el mismo que impide el libre desplazamiento de las partes del cable durante el trabajo. Si el cable muestre fallas por corrosión debe ser retirado inmediatamente. Para impedir que la corrosión destruya el cable, éste debe ser lubricado cuidadosamente.

4.36.2 Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es aquel que se ocupa de la reparación una vez que se ha producido la falla.

a. Regulación del cable de acero

La regulación del cable de acero se debe realizarlo a intervalos regulares, este síntoma se podría presentar cuando el sistema de accionamiento está activado y al momento de canjear no permite el ingreso de la palanca a la marcha deseada.

Para ello se debe regular en el conjunto de anclaje ubicado en el pedal de embrague, en la siguiente figura se puede apreciar dicha regulación.

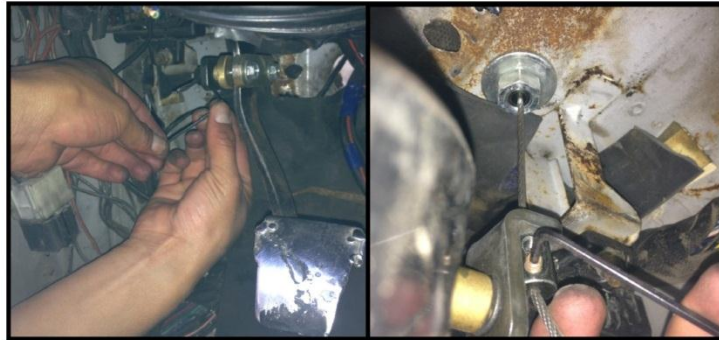


Figura 4.41: Regulación del cable de acero

Fuente: Grupo de investigación

b. Revisión de conexión de los sockets

Darle una buena limpieza a los contactos de todo el sistema eléctrico nos asegura una buena conducción de la energía y por consiguiente un buen funcionamiento del sistema, siempre es necesario revisar el estado de los sockets, limpiarlos con una lija y un poco de limpiador de superficies oxidadas.



Figura 4.42: Limpieza de sockets del sistema

Fuente: Grupo de investigación

c. Reajuste de las mangueras del sistema neumático

Hacer un reajuste de las mangueras del sistema neumático por lo menos dos veces al año, se recomienda poner lubricante en el acople para evitar pérdidas de vacío del motor, este síntoma se puede dar cuando el pedal de embrague no se active.

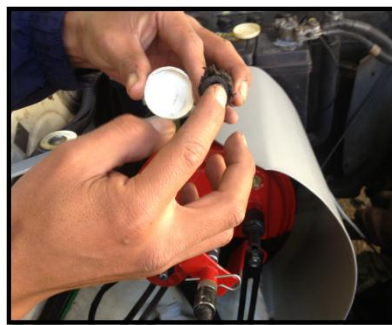


Figura 4.43: Lubricación de las mangueras de vacío del sistema

Fuente: Grupo de investigación

d. Reajuste de las bases del pulmón

Realizar el reajuste respectivo a las bases del pulmón ubicadas en el chasis del vehículo, porque estas se pueden aflojar debido a las tensiones ejercidas.



Figura 4.44: Reajuste de las bases del pulmón

Fuente: Grupo de investigación

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Al finalizar el presente proyecto de tesis se llegaron a las siguientes conclusiones:

- La automatización del accionamiento del embrague en el vehículo Mitsubishi modelo Montero 1995, utilizando elementos electromecánicos para la activación del pedal y controlados por un microcontrolador, es una aplicación práctica de los conocimientos recibidos a lo largo de la carrera de Ingeniería Automotriz, pues en el presente proyecto se han conjugado aplicaciones eléctricas, electrónicas y mecánicas para lograr un diseño y posterior materialización de un mecanismo eficaz y efectivo.
- El módulo electrónico para automatizar el accionamiento del embrague fue construido para brindar confort y seguridad en la conducción de vehículos, además ofrece una mejora considerable en las prestaciones y manejo del cambio de marcha en un embrague convencional.
- La batería del vehículo almacena una corriente de 80 Amperios/hora y el consumo de la electroválvula de tres vías es de 1 Amperio durante 1.8 segundos pasado este tiempo su consumo baja a 0.5 Amperios junto a la válvula solenoide de una vía que consume 1 Amperio cuando entran en funcionamiento. La corriente proporcionada es suficiente para el módulo y para el vehículo, por lo que no se presentaron errores en el control por bajos niveles de voltaje y corriente.

- En función de la velocidad del vehículo y la posición del acelerador, el módulo electrónico determina el tiempo más oportuno de embragado o desembragado según la necesidad del vehículo sin preocupación del conductor.
- El accionamiento automático del pedal de embrague ofrece mayor confortabilidad para el conductor, reduciendo la manipulación de sistemas de control del vehículo.
- Mediante este proyecto se puede brindar una alternativa al alcance de todas las personas porque es posible adaptar en cualquier tipo de vehículo.
- Se implementó un visor de datos para apreciar la velocidad del vehículo, velocidad de registro de embrague y el estado de las electroválvulas junto con un selector que activa el sistema o permite trabajar en la manera convencional logrando desactivar los elementos eléctricos y electrónicos del sistema para evitar el consumo de corrientes innecesarias.

5.2 RECOMENDACIONES

- Establecer un cronograma de actividades que permita llegar al objetivo propuesto porque en la fase de pruebas se presentan problemas electrónicos y mecánicos.
- Realizar diagramas de flujos para la lógica de programación del microcontrolador, esto ayudará a una mejor comprensión y a optimizar tiempo.
- Cerciorarse mediante cálculos de fuerza para la correcta elección del actuador que moverá el pedal del embrague.
- Se debe hacer hincapié al uso de un software apropiado para el diseño del circuito electrónico con el fin de evitar impresiones y pruebas físicas indeseadas.

- El orden y la limpieza desempeñan un papel fundamental en el proceso de soldadura de la placa electrónica.
- Durante la fase de pruebas en el vehículo procurar soldar todas las conexiones eléctricas realizadas para evitar que las uniones se oxiden y provoquen cortocircuitos.
- Antes de energizar el sistema de accionamiento automático de embrague en el vehículo revisar minuciosamente toda la instalación eléctrica para evitar daños de los elementos eléctricos y electrónicos.
- En la instalación del sistema evitar que haya interferencia por el cableado original de vehículo, esto se logra mediante el uso espaguetis térmicos.

5.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, José Manuel: Sistemas auxiliares del motor, 2001, España, Paraninfo.
- ÁNGULO, José María: Diseño práctico de aplicaciones de microcontroladores, 2003, España, McGraw-Hill.
- ANGULO, José María: Microcontroladores Pic, 1997, España, McGraw-Hill.
- CASTRO. Miguel V.: EL Motor de gasolina, 1989, España, Editorial CEAC SA.
- CROUSE, William H.: Equipo eléctrico y electrónico del automóvil, 1992, México, Alfa omega.
- CROUSE, William H.: Motores del automóvil, 1983, México, McGraw-Hill.
- DOMINGUEZ, Esteban José: Sistemas de transmisión y frenado, 2008, Madrid, Editex S.A.
- REYES, Carlos A.: Microcontroladores Pic, 2008, Ecuador, Editorial Reyes Carlos.
- SHIGLEY, Joseph E.: Diseño en Ingeniería Mecánica, 1990, México, Editorial Mc GRAW HILL.
- VIENNA, University of Technology: Introduction To Microcontrollers, 26 de febrero de 2007, Bettina Weiss.

- **BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET**

- www.electromicrodigital.com/site2/index.php?option=com_content&view=article&id=48&Itemid=42, 2012
- www.microchip.com
- <http://microcontroladores-e.galeon.com>
- www.alldatasheet.com

ANEXO A

CARTA DE CONFORMIDAD

El anexo A es la carta extendida por parte de la Asociación de Discapacitados Mercedes de Jesús del cantón Salcedo.

**ASOCIACIÓN DE DISCAPACITADOS
"MERCEDES DE JESÚS" DEL CANTÓN SALCEDO**

Fundado el 13-10-05; RUC: 0591715984001

Acuerdo Ministerial N° 0068-05 del 01-07-05

Cel.: 0995829438/ 0996764179

CARTA DE CONFORMIDAD

Salcedo, 14 de agosto del 2013

Señores
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO Extensión Latacunga
Presente.-

De mi consideración:

Mediante la presente, Yo Myriam Ávila Chávez en mi calidad de presidenta de la Asociación de discapacitados Mercedes de Jesús, certifico que los señores: MAURICIO MEDARDO PANAMÁ PANAMÁ, con cédula N° 100391564-0 y FREDDY EDUARDO QUINCHIMBLA PISUÑA, con cédula N° 171931050-8 han realizado el proyecto "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO ELECTRÓNICO PARA AUTOMATIZAR EL ACCIONAMIENTO DEL EMBRAGUE DE UN VEHÍCULO AUTOMOTOR" desarrollado para nuestra organización, conforme a las normas y requerimientos para la ejecución de nuestros proyectos. Cumpliendo satisfactoriamente con los objetivos planteados.

Atentamente,


Lcda. Myriam Ávila Chávez
PRESIDENTA




Sr. Manuel Chicaiza
SECRETARIO

ANEXO B

PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR.

El anexo B trata sobre la programación que se realizó en el Microcontrolador que interviene en el funcionamiento del accionamiento automático del embrague.

```
$regfile = "m164pdef.dat"
```

```
$crystal = 8000000
```

```
Deflcdchar 0 , 31 , 32 , 32 , 32 , 32 , 32 , 32 , 32 '12V
```

```
Deflcdchar 1 , 28 , 20 , 20 , 20 , 20 , 23 , 32 '6V
```

```
Deflcdchar 2 , 32 , 32 , 32 , 32 , 32 , 32 , 31 , 32 '0V
```

```
Dim Velocidad As Word
```

```
Dim S As Word
```

```
Dim Muestras As Byte
```

```
Dim Analogico As Word
```

```
Dim Promedio As Word
```

```
Dim P As Byte
```

```
Dim Pv As Byte
```

```
Config Adc = Single , Prescaler = Auto
```

```
Start Adc
```

```
Config Timer1 = Counter , Edge = Falling , Prescale = 1
```

```
Config Timer2 = Pwm , Prescale = 8 , Compare A Pwm = Clear Up , Compare B  
Pwm = Clear Up
```

```
'medir velocidad genera 1 segundo
```

```
Config Timer0 = Timer , Prescale = 8
```

On Timer0 Segundo

Enable Timer0

'salida pwm timer2

Ddrd.6 = 1

Ddrd.7 = 1

'entrada de velocidad

Ddrb.1 = 0

Portb.1 = 1

'backlight al 50% de intensidad

Pwm2b = 100

Pomo Alias Pind.2

Config Pomo = Input

Acelerador Alias Pinb.2

Config Acelerador = Input

Portb.2 = 1

Ev1 Alias Portd.5

Config Ev1 = Output

Ev3 Alias Pwm2a

Led_encendido Alias Portb.0

Config Led_encendido = Output

Led_pomo Alias Portb.3
Config Led_pomo = Output

Led_acelerador Alias Portb.4
Config Led_acelerador = Output

Cls : Cursor Off
Set Led_encendido
Locate 1 , 1
Lcd " EMBRAGUE "
Locate 2 , 1
Lcd " AUTOMATICO "
Wait 2
Cls
Set Led_encendido

Enable Interrupts

Do
 Promedio = 0
 For Muestras = 1 To 20
 Waitms 1
 Analogico = Getadc(3)
 Promedio = Promedio + Analogico
Next Muestras
Promedio = Promedio / 20
Promedio = Promedio * 15
Promedio = Promedio / 1023


```

Promedio = Promedio + 15
Locate 1 , 10
  Lcd Promedio ; " KM/H"
Locate 1 , 1
  Lcd Velocidad ; " Km/h "

If Velocidad < Promedio Then
  Gosub Ev1on
Else
  Gosub Ev1off
End If

If Pomo = 0 Then
  Set Led_pomo
  If P = 0 Then
    P = 1
    Gosub Ev3on
  Else
    Gosub Ev36v
  End If
Else
  Reset Led_pomo
  P = 0
  If Acelerador = 1 Then
    Set Led_acelerador
    Gosub Ev3off
    Pv = 0
  Else

```

```

Reset Led_acelerador
If Velocidad < Promedio Then
  If Pv = 0 Then
    Pv = 1
    Gosub Ev3on
  Else
    Gosub Ev36v
  End If
Else
  Pv = 0
  Gosub Ev3off
  Gosub Ev1off
End If
End If
End If

Loop
End                                     'end programa

Ev3on:
  Ev3 = 255
  Locate 2 , 9
  Lcd "EV3" ; Chr(0) ; Chr(0) ; Chr(0) ; Chr(0)
  Waitms 1800
  Ev3 = 127
Return

Ev3off:

```

```
Ev3 = 0
Locate 2 , 9
Lcd "EV3" ; Chr(2) ; Chr(2) ; Chr(2) ; Chr(2)
Return
```

```
Ev36v:
Ev3 = 127
Locate 2 , 9
Lcd "EV3" ; Chr(1) ; Chr(1) ; Chr(1) ; Chr(1)
Return
```

```
Ev1on:
Set Ev1
Locate 2 , 1
Lcd "EV1" ; Chr(0) ; Chr(0) ; Chr(0) ; Chr(0)
Return
```

```
Ev1off:
Reset Ev1
Locate 2 , 1
Lcd "EV1" ; Chr(2) ; Chr(2) ; Chr(2) ; Chr(2)
Return
```

```
Segundo:
Stop Timer0
Timer0 = 18
Incr S
If S = 4000 Then
```

```
S = 0
Velocidad = Counter1
  Velocidad = Velocidad * 5
  If Velocidad <> 0 Then Velocidad = Velocidad + 5
Counter1 = 0
End If
Start Timer0
Return
```

ANEXO C

SIMULACIÓN DEL CIRCUITO NEUMÁTICO DE ACCIONAMIENTO AUTOMÁTICO DEL EMBRAGUE.

El anexo C trata sobre la simulación que se realizó en el programa Automation Studio que interviene en el funcionamiento del accionamiento automático del embrague.

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

1 PRIMER PROCEDIMIENTO

En este procedimiento se da a conocer como se activan los componentes del sistema y en qué estado se encuentran cuando entren en funcionamiento, esto se puede apreciar en la Figura C.1.

1.1 Sistema inactivo

Este funcionamiento se realiza con el motor en marcha. En este caso para encender el motor se activa la simulación del AUTOMATION STUDIO y empieza a producir vacío por medio del GENERADOR DE VACIO en todos los componentes conectados a él: tuberías, conexiones y la válvula de solenoide de tres vías (SOLEV3).

Dado que el módulo no está activo, la válvula SOLEV3 evita la depresión para actuar en la salida trasera del pulmón, por ende el pedal de embrague está completamente levantado.

2 SEGUNDO PROCEDIMIENTO

En este procedimiento se da a conocer como el módulo electrónico activa los componentes para que entren en funcionamiento, en este caso para simular el circuito neumático se activa el sistema por medio del switch EMBRAGUE AUTOMÁTICO.

2.1 Sistema encendido

Este sistema está armado con un módulo electrónico que es el encargado de activar la válvula SOLEV3.

Esto hace que la depresión actúe sobre la parte posterior del pulmón, absorbiendo la parte móvil del mismo; esta acción también se ve favorecida por la válvula unidireccional que es aquella que permite el ingreso de aire del exterior a la cámara frontal del pulmón.

Mediante el cable de acero se determina el descenso del pedal de embrague.

3 TERCER PROCEDIMIENTO

En este procedimiento se da a conocer como el módulo electrónico recibe la señal del micro interruptor del acelerador para activar y desactivar los componentes del sistema.

3.1 Retorno del pedal de embrague

Con el vehículo en aceleración actúa el micro interruptor de aceleración (activación del SWACELERACIÓN) el cual envía una señal a la unidad de control que es la encargada de desactivar la válvula SOLEV3, impidiendo el paso de depresión y a la misma vez permitiendo que la

presión atmosférica ingrese a la cámara posterior de pulmón, en donde el aire presente en la cámara frontal del pulmón, escapa totalmente por el orificio de alivio del pulmón permitiendo que el muelle presente en el pulmón sumado a la presión atmosférica presente en la cámara posterior desplace el conjunto móvil pistón-vástago logrando volver a la posición de reposo.

Con esta acción logramos que el pedal de embrague suba totalmente y de esta manera lograr que el vehículo pueda moverse y salir en marcha.

4 CUARTO PROCEDIMIENTO

En esta fase indica como desciende el pedal de embrague para poder canjear al momento de poner la mano en el pomo, en este caso para la simulación se activa el switch POMO.

4.1 Descenso del pedal de embrague

Cuando se activa el switch POMO, al momento de realizar el cambio de marcha, la unidad de control energiza la válvula SOLEV3, que permite el ingreso de depresión hacia el pulmón lo cual obliga a descender el pedal de embrague.

Al momento que se realiza la extracción de la mano de la palanca de cambios, en este caso desactivación del switch POMO se consigue la reintegración del embrague porque el módulo electrónico desconecta la válvula SOLEV3 restringiendo el ingreso de depresión y permitiendo que el aire del exterior pueda actuar sobre la parte móvil del pulmón y en la parte frontal el aire es expulsado en un momento continuo y rápido.

5 QUINTO PROCEDIMIENTO

Esta fase depende la velocidad de registro de embrague, el cual se puede regular mediante el potenciómetro ubicado en el módulo electrónico.

El rango de calibración de este potenciómetro es de 15 a 30km/h; pero se elige como referencia una velocidad de 25km/h, el cual representa un promedio.

5.1 Reducción de la velocidad del motor con freno de máquina

En este paso se recomienda desactivar el switch de EMBRAGUE AUTOMÁTICO, SWACELERACIÓN y POMO para apreciar mejor su funcionamiento.

Para realizar este paso se hace con un temporizador (RELEINICIOTEMPORIZACION) para simular la variación de velocidad del vehículo, entonces cuando pulsamos el TEMPOR-SIMULADOR-VELOC inicia a contar el RELEINICIOTEMPORIZACIÓN simulando la velocidad menor a 25 Km/h, y al mismo tiempo activa la SOLEV3 Y SOLEV1 para desembragar, pasado el tiempo aprox. 1min simula la velocidad mayor a 25 Km/h y por ende la SOLEV3 Y SOLEV1 se desactivan para hacer retornar el pedal de embrague a su posición de reposo-embragado.

En este paso el sensor de velocidad informa al módulo electrónico de la velocidad real del vehículo, examinando las siguientes dos situaciones diferentes:

1. Con velocidades de más de aproximadamente 25 km / h:

El freno de motor actúa dependiendo del uso de engranajes.

2. A velocidades inferiores a 25 km / h:

Ocurre el desembrague y asegura que el vehículo pueda detenerse y a la misma vez que el motor pueda permanecer en movimiento.

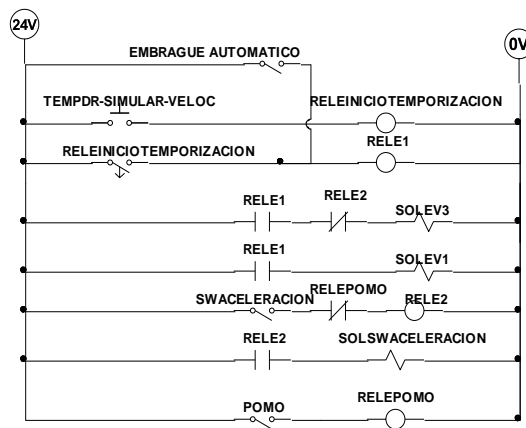
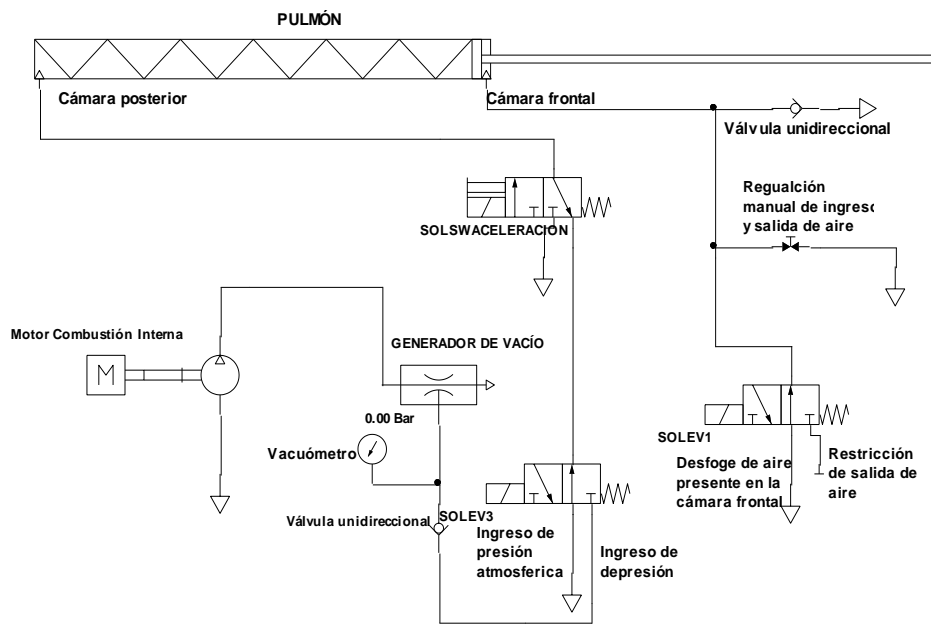
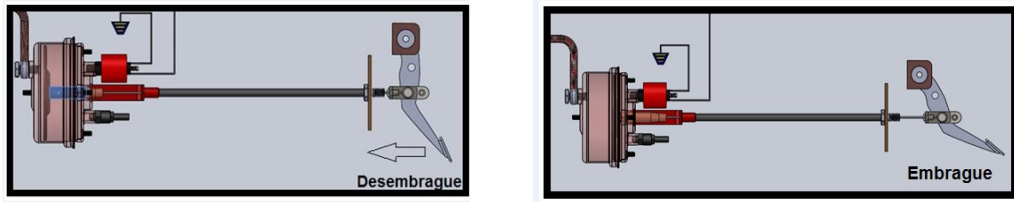


Figura C. 1 Circuito neumático en el programa Automation Studio

Fuente: Grupo de investigación

ANEXO D

PROCESOS SECUNDARIOS

El anexo D trata sobre la construcción de la placa con su respectiva caja y montaje del mismo en el vehículo.



Figura D. 1: Placa del circuito terminada

Fuente: Grupo de investigación

En la figura se puede apreciar la placa electrónica luego del proceso de soldadura de los elementos electrónicos, donde la limpieza de la placa será un factor determinante para evitar cortocircuitos por ende se ha limpiado cuidadosamente con acetona. Optimizar el espacio dentro de la placa es importante para que los elementos estén lo suficientemente juntos de manera que el tamaño sea justo.

Los soldadores alcanzan altas temperaturas con lo que el proceso hay que realizarlo con cuidado.



Figura D.2: Placa electrónica protegida contra el óxido

Fuente: Grupo de investigación

Para evitar la oxidación se debe impedir que el cobre del circuito tenga contacto con el oxígeno, y para ello se ha rociado una capa fina de pintura protectora de color azul con otra capa de laca.

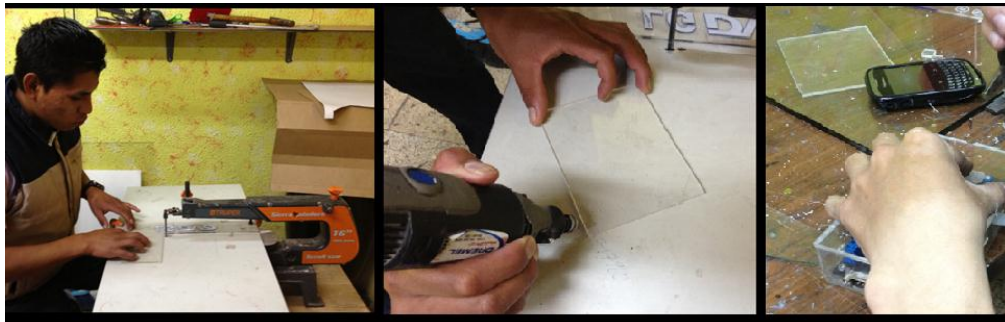


Figura D.3: Manufactura de la caja para el módulo electrónico

Fuente: Grupo de investigación

El proceso de fabricación de componentes secundarios como la caja donde se instalará del módulo electrónico se debe realizar con precisión, en la figura se observa cómo se prepara la caja cortándola a un tamaño normal recordando que se situara dentro del automóvil por lo que necesita

ser lo más compacta posible para que alcance dentro de los lugares pequeños.

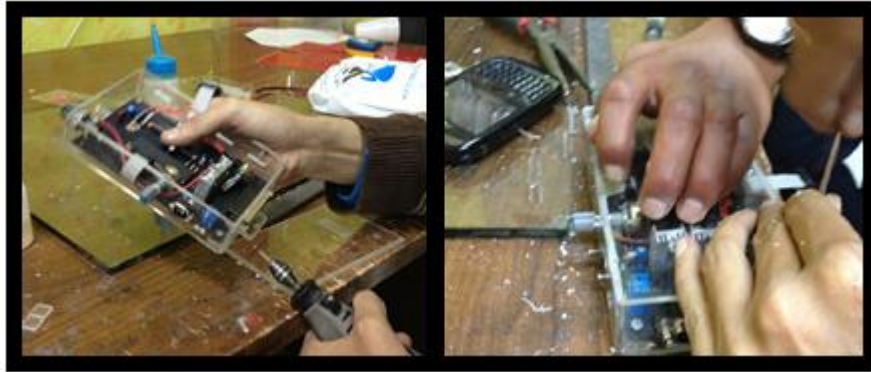


Figura D. 4: Perforaciones para el cableado del módulo

Fuente: Grupo de investigación

Se realiza perforaciones en la caja para poder pasar los cables y como se puede ver es importante asegurar los cables dentro de la caja para que no puedan ser forzados y esto se logra soldándolos de la mejor manera e instalando espaguetis para evitar corto circuitos.

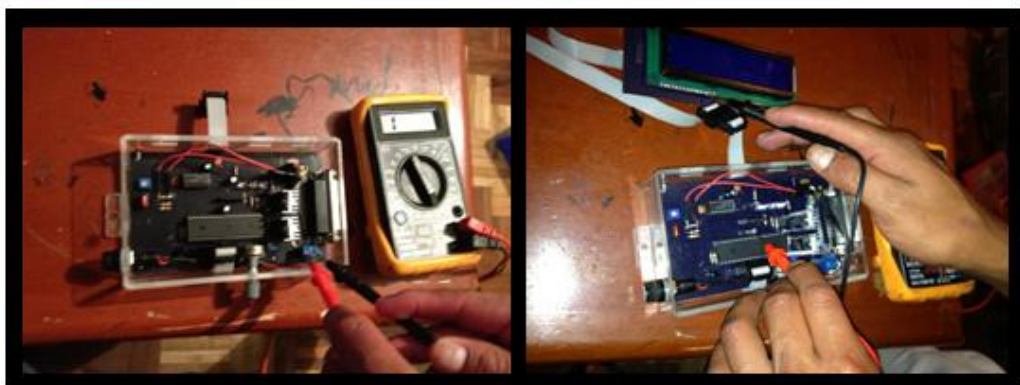


Figura D. 5: Comprobación del módulo electrónico

Fuente: Grupo de investigación

Se debe realizar una inspección visual para detectar posibles fallos antes de energizar el modulo. Las pruebas de funcionamiento se realizaron con ayuda de un multímetro digital. Estas pruebas fueron necesarias para realizar las conexiones en el vehículo donde se comprobó los pines donde se conectaron los cables.



Figura D. 6: Fijación de la placa electrónica

Fuente: Grupo de investigación

Para asegurar al módulo electrónico dentro de la caja se utilizó tornillos de fijación esto evita las vibraciones del circuito dentro de la caja y de esta forma también tiene protecciones físicas internas las cuales ayudan a incrementar la vida útil del dispositivo.



Figura D. 7: Montaje del módulo electrónico dentro del vehículo

Fuente: Grupo de investigación

Para el montaje dentro del vehículo se ha construido unos refuerzos que van atornillados al chasis del mismo ya que los cables y los elementos tienen que estar fijos a la superficie del vehículo para evitar que se deterioren o se muevan en el caso del cable de datos que va hacia el LCD. Para que el dispositivo sea más visible se seleccionó un LCD de color azul grande el cual se adapta con facilidad al panel del vehículo.



Figura D. 8: Pruebas de visualización del módulo dentro del vehículo

Fuente: Grupo de investigación

Finalmente el módulo montado dentro del vehículo y funcionando correctamente, es necesario volver a realizar pruebas luego del montaje para asegurar que el vehículo no fallara cuando este circulando.

ANEXO E

MANUAL DE USUARIO DEL MÓDULO ELECTRÓNICO DE ACCIONAMIENTO AUTOMÁTICO DEL EMBRAGUE DE UN VEHÍCULO AUTOMOTOR

El anexo E trata sobre el manual que debe seguir el usuario en donde consta la descripción de los elementos del sistema, normas de seguridad y funcionamiento del mismo.

El módulo electrónico está diseñado principalmente para el control automático del pedal del embrague en todas las condiciones de conducción del vehículo. Se ha diseñado una interfaz sencilla de usar con indicadores luminosos a través de la pantalla LCD y los leds indicadores de funcionamiento.

Elementos del módulo electrónico para el control del accionamiento del embrague

- Circuito maestro.
- 3 Luces indicadoras.
- Pantalla LCD.
- Conector DB25 y cable de conexión.

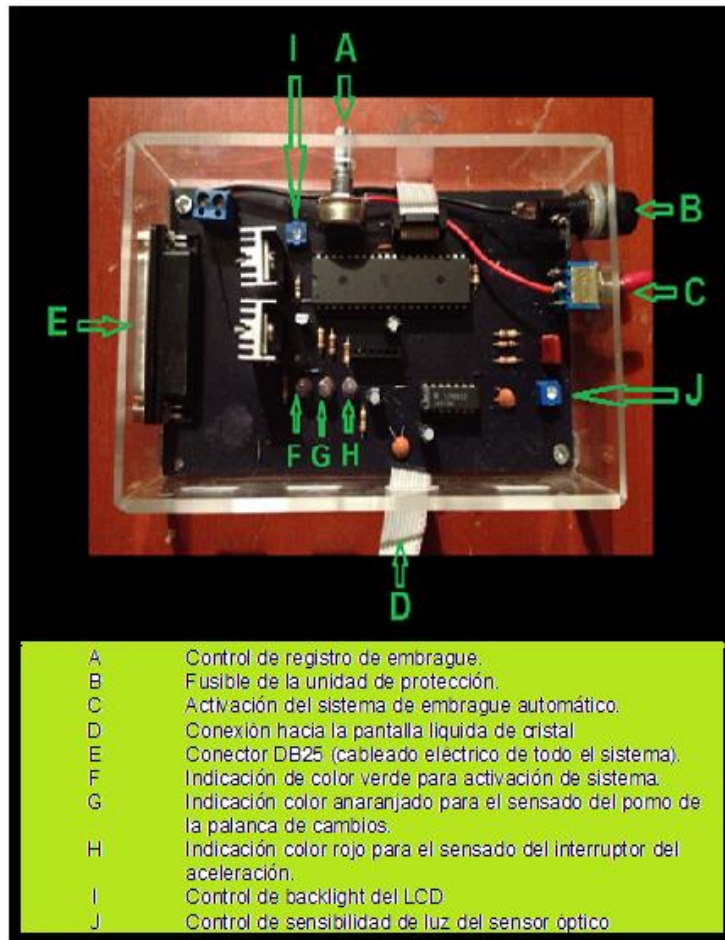


Figura E. 1: Esquema de elementos del módulo electrónico

Fuente: Grupo de investigación



Figura E. 2: LCD

Fuente: Grupo de investigación

ADVERTENCIAS DE SEGURIDAD.-

Tocar el sensor óptico únicamente cuando se desea realizar el cambio de marcha y para evitar que el vehículo se apague; caso contrario no pasar la mano por el mismo.



Figura E. 3: Advertencia del sensor óptico

Fuente: Grupo de investigación

No utilizar el pomo de la palanca de cambios con las manos mojadas o grasosas.



Figura E. 4: Evitar el uso del sensor óptico con las manos mojadas

Fuente: Grupo de investigación

No limpiar el sensor óptico del pomo de la palanca de cambios con franelas húmedas.



Figura E. 5: Evitar el humedecimiento el sensor óptico

Fuente: Grupo de investigación

No utilizar forros que obstaculizan la activación del sensor óptico en la palanca de cambios.



Figura E. 6: No obstaculizar al sensor óptico

Fuente: Grupo de investigación

Nota: al momento de lavar el vehículo tener cuidado de no esparcir el agua en el conjunto del pulmón en especial en el orificio de ingreso o salida de aire.

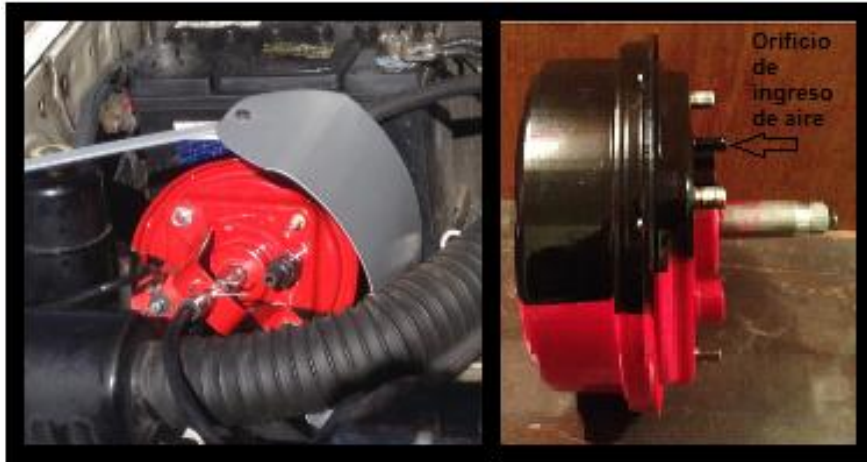


Figura E.7: No esparcir el agua en el pulmón

Fuente: Grupo de investigación

FUNCIONAMIENTO

1. Encienda el vehículo colocando la llave en la posición ON y la palanca de cambios en neutro.



Figura E.8: Encendido del vehículo

Fuente: Grupo de investigación

2. Encienda el módulo electrónico de accionamiento automático del embrague mediante el interruptor situado en la parte frontal. Podrá observar que led de color verde y el LCD se enciende en donde aparece una pantalla de activación de Embrague Automático.

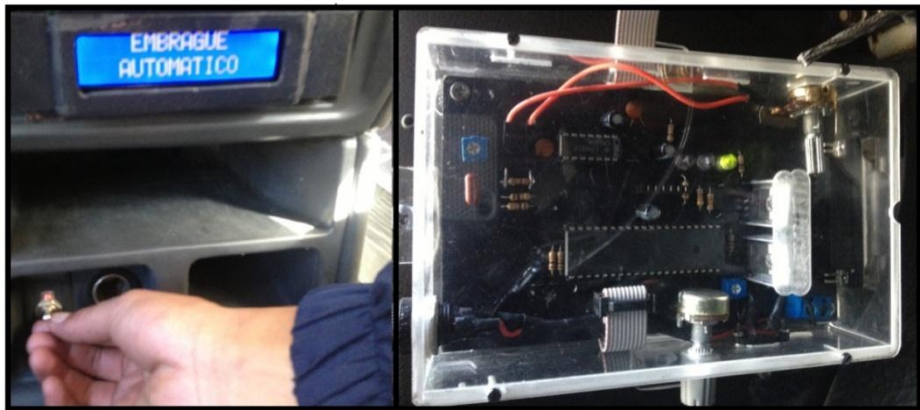


Figura E.9: Encendido del sistema

Fuente: Grupo de investigación

Luego de medio segundo se podrá observar en el LCD una pantalla similar a la siguiente:



Figura E. 10: Visor de control del sistema

Fuente: Grupo de investigación

La línea superior de la pantalla muestra la velocidad del vehículo y la velocidad de registro de embrague, mientras que la línea inferior de la pantalla muestra la señal de voltaje de la válvula solenoide de una vía y la frecuencia de voltaje de la válvula de 3 vías respectivamente.

3. Después de encender el sistema, el pedal del embrague se acciona automáticamente; en ese instante colocar la primera marcha y se observará que se enciende el led de color anaranjado debido a que se encuentra sensando la mano del conductor en el pomo de la palanca de cambios.



Figura E. 11: Canjeo de marcha en reposo

Fuente: Grupo de investigación

4. Salir acelerando lentamente y se observará que el led de color rojo se enciende, conforme se vaya acelerando el pedal del embrague ira subiendo automáticamente hasta que se logre subir por completo, y el vehículo pueda salir en movimiento.



Figura E.12: Puesta en movimiento del vehículo

Fuente: Grupo de investigación

5. Al acelerar por completo el pedal de embrague se desactiva en ese instante el vehículo adquiere grandes velocidades.
6. Para realizar el cambio de marcha de segunda en adelante a velocidades superiores de las velocidades de registro programadas en el módulo electrónico, se coloca la mano derecha en la palanca de cambios y automáticamente se acciona el pedal del embrague en ese momento se puede canjear de marcha.

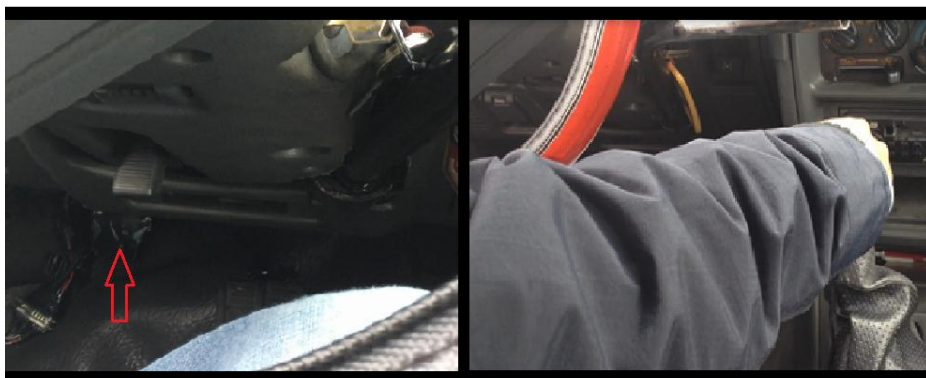


Figura E.13: Canjeo de marcha a partir de segunda en adelante

Fuente: Grupo de investigación

7. De igual manera para realizar el cambio de marcha de quinta hacia tras con velocidades superiores a las que se encuentran registrada en el módulo electrónico, se coloca primero la mano en la palanca de cambios para que se active el pedal de embrague y luego canjear de marcha.
8. Para realizar la colocación del retro se detiene totalmente el vehículo y simplemente se canjea la marcha de reversa debido a que el embrague se encuentra accionado automáticamente porque la velocidad es menor a la velocidad de registro que es aproximadamente 25 Km/h.



Figura E.14: Retroceso del vehículo

Fuente: Grupo de investigación

9. La activación del pedal de embrague se realiza a velocidades menores de 30 Km/h, dependiendo de la velocidad registrada por el usuario en el módulo electrónico (15-30 Km/h) y a velocidades superiores a esta, el pedal de embrague permanece en reposo (embragado), para reactivarle se coloca la mano en el sensor óptico de la palanca de cambios y este se acciona a cualquier velocidad.

**ANEXO F – ARTÍCULO DE REVISTA “DISEÑO Y
CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO ELECTRÓNICO PARA
AUTOMATIZAR EL ACCIONAMIENTO DEL EMBRAGUE DE
UN VEHÍCULO AUTOMOTOR”**

El anexo F contiene un artículo de revista correspondiente al proyecto realizado, donde se expone en una forma rápida el diseño y construcción de un módulo electrónico para automatizar el accionamiento del embrague.

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO ELECTRÓNICO PARA AUTOMATIZAR EL ACCIONAMIENTO DEL EMBRAGUE DE UN VEHÍCULO AUTOMOTOR”

Sr. Mauricio Medardo Panamá Panamá

Sr. Freddy Eduardo Quinchimbla Pisuña

Ing. Danilo Zambrano

Ing. Wilson Trávez

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Quijano y Ordoñez y Marqués de Maenza s/n

Latacunga – Ecuador

Email:maury_ecko@hotmail.com

edu_freddy@hotmail.com

vdzambrano@espe.edu.ec

wotravez@espe.edu.ec

RESUMEN

El objetivo de este proyecto es diseñar un módulo electrónico para automatizar el accionamiento del embrague de un vehículo automotor y para su funcionamiento recepta información de la velocidad del auto, posición de la mano en la palanca de cambios y posición del pedal del acelerador, para comandar un pulmón de accionamiento que contiene dos electroválvulas de control de depresión al mismo; dicho actuador tiene un diafragma interno el cual recibe la succión generada en el motor de explosión logrando mover el pedal del embrague.

Palabra Clave:

Módulo electrónico, embrague automático, sistema ortopédico, actuador neumático, sensor de velocidad.

ABSTRACT

The objective of this project is to design an electronic module to automate the clutch drive a motor vehicle and its operation receives speed information car, hand position on the shift lever and accelerator pedal position to command a lung drive containing two control valves depression; said actuator has an internal diaphragm which receives the suction generated in the combustion engine making the clutch pedal move.

Keywords:

Electronic module, automatic clutch orthopedic system, pneumatic actuator, speed sensor.

I. INTRODUCCIÓN

Este sistema de accionamiento automático del embrague de un vehículo automotor contribuye a una conducción sin esfuerzo puesto que ya no tiene que dosificar sus esfuerzos sobre los pedales de embrague y acelerador ya que no existe el pedal de embrague, reduciéndose la manipulación de sistemas de control del vehículo.

La implementación de la gestión electrónica del embrague mejora considerablemente las prestaciones y manejo del cambio que un embrague convencional, además que la conducción del vehículo es mucho más agradable. Por otro lado tiene un selector que anula el dispositivo permitiendo conducir la unidad en la forma convencional a través de sus pedales originales.

La realización de este proyecto ofrece una solución en los problemas que poseen las personas con capacidades especiales cuando conducen un vehículo.

El diseño y construcción de este sistema se basa en conocimientos,

habilidades, capacidades, destrezas y aptitudes, vinculadas a nuestra competencia profesional. Para ello se aplicará conocimientos adquiridos en el área de autotrónica, sistemas automotrices, microcontroladores, entre otros.

II. COMPONENTES DEL SISTEMA

El sistema de accionamiento automático del embrague de un vehículo automotor consta de 3 conjuntos de componentes claramente identificados y que son:

- **Conjunto de activación.-** este conjunto entre sus componentes tiene tres sensores que en función de la velocidad del vehículo, la posición del acelerador y posición de la mano del conductor en la palanca de cambios el módulo electrónico determina el tiempo más oportuno de embragado o desembragado según la necesidad del vehículo, sin preocupación del conductor



Fig. 1: Conjunto de activación
Fuente: Grupo de investigación

- **Conjunto de placa electrónica.-** este conjunto es en el que se encuentran varios componentes electrónicos del sistema, entre los que podemos resumir como los más importantes al microcontrolador Atmega 164P y al comparador LM339N, estos componentes se encuentran conectados e instalados en la placa electrónica del sistema. Este conjunto de elementos actúan entre sí, y luego de recibir la señal procedente del sensor de velocidad, sensor óptico o interruptor del acelerador envían señales a los actuadores que en este caso son una válvula solenoide de tres vías y otra de una vía que controlan la entrada de vacío a la cámara posterior del pulmón y desfogue de aire de la cámara frontal del mismo respectivamente.

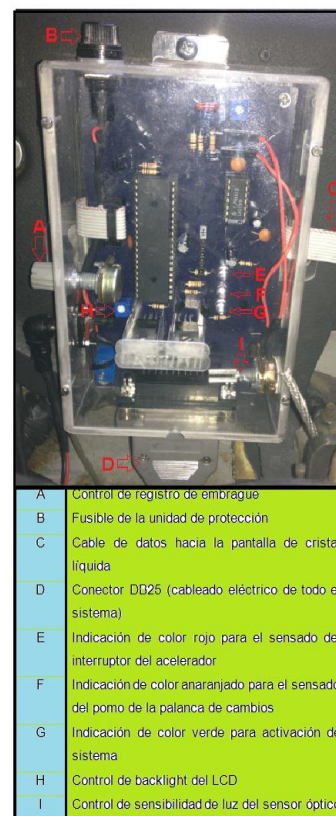


Fig. 2: Conjunto de placa electrónica
Fuente: Grupo de investigación

- **Conjunto de actuación.-** este conjunto se encuentra formado por el pulmón que incluye dos válvulas solenoides de control de paso de vacío del motor hacia el diafragma del pulmón o entrada de presión atmosférica para liberar dicho diafragma y los elementos de sujeción. El pulmón se encuentra ubicado en el habitáculo del motor, unido al pedal de embrague por medio de un cable de acero y es el que luego de recibir la señal del microcontrolador activa las válvulas solenoides, abriendo el paso de vacío y absorbiendo el diafragma para mover pedal de embrague logrando permitir al conductor actuar únicamente en el pedal de acelerador para poner en movimiento el vehículo.



Fig. 3: Conjunto de actuación
Fuente: Grupo de investigación

III. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

El módulo electrónico para su funcionamiento recibe información de velocidad del auto, posición de la mano en la palanca de cambios y posición del pedal del acelerador, para comandar un actuador neumático que contiene dos electroválvulas que controlan el ingreso de depresión al mismo; dicho actuador tiene un diafragma interno el cual recibe la succión generada en el motor de explosión logrando mover el pedal del embrague.

Con el motor encendido y el módulo electrónico activado el pedal del

embrague es accionado automáticamente y conforme se presione el interruptor del acelerador, el pedal de embrague irá subiendo hasta lograr que el vehículo pueda salir en movimiento y el pedal regrese a su posición de reposo.

El módulo electrónico acciona el pedal de embrague a una velocidad inferior de 25 km/h, pero este puede ser modificado en un rango de 15 a 30 Km/h para evitar que el motor se apague y a velocidades superiores a este, el pedal permanece en reposo.

Al desear canjear una marcha, el sensor óptico ubicado en el pomo de la palanca de cambios envía una señal al módulo electrónico, el mismo que activa el pedal de embrague permitiendo la selección de la velocidad; después de quitar la mano de la palanca de cambios y al acelerar se da el embragado.

El sistema se puede controlar mediante un regulador de velocidad de registro de embrague instalado en el módulo electrónico el mismo que estará ubicado en el interior del chasis del vehículo por el lado izquierdo del pedal de embrague y un panel de control ubicado en la parte frontal del panel de instrumentos del vehículo, es así que si se desea se enciende el sistema de embrague automático o si no se conduce de una manera convencional.



Fig. 4: Panel de control
Fuente: Grupo de investigación

Como se observa en la figura anterior el panel de control consta de un selector de encendido del sistema, un LCD que indicará la velocidad del vehículo, la velocidad de registro de embrague y el estado de las válvulas solenoides de una y de tres vías respectivamente.

IV. PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO

La mejor prueba que se puede hacer para comprobar el correcto funcionamiento del sistema es una conducción sobre carretera esta prueba se realizó en situaciones de conducción normal y en casos de riesgo.

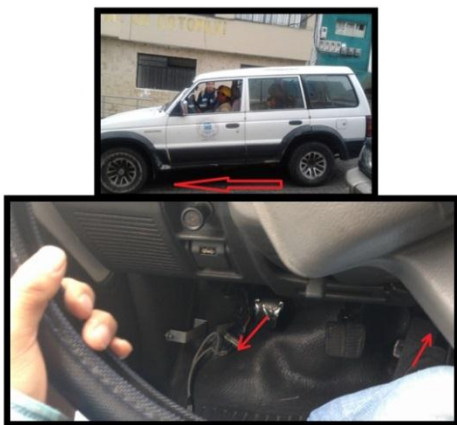


Fig. 5: Funcionamiento del sistema
Fuente: Grupo de investigación

El sistema funciona correctamente pues en el momento que el conductor quiere acelerar y poner en movimiento el vehículo, este sale sin ningún problema y al momento de canjear de marcha el módulo electrónico activa el pedal de embrague eficazmente, en otra prueba de ruta se comprobó el funcionamiento del módulo electrónico en el cual los usuarios pueden regular al activación del embrague a velocidades que lo requieran, se comprobó con distintas velocidades y el embrague se activó normalmente y de esta manera permitir que el conductor interactúe únicamente en el pedal del acelerador reduciéndose sistemas de control del vehículo.

Es así que el sistema está desarrollado pensando en brindar seguridad y confort en la conducción de las personas en cualquier ciudad del país, Además de que está desarrollado para poder ser implementado tanto en vehículos de alta gama como en vehículos convencionales de transporte personal.

V. CONCLUSIONES

- La automatización del accionamiento del embrague en el vehículo Mitsubishi modelo Montero 1995, utilizando elementos electromecánicos para la activación del pedal y controlados por un microcontrolador, es una aplicación práctica de los conocimientos recibidos a lo largo de la carrera de Ingeniería Automotriz, pues en el presente proyecto se han conjugado aplicaciones eléctricas, electrónicas y mecánicas para lograr un diseño y posterior materialización de un mecanismo eficaz y efectivo.
- El módulo electrónico para automatizar el accionamiento del embrague fue construido para brindar confort y seguridad en la conducción de vehículos, además ofrece una mejora considerable en las prestaciones y manejo del cambio de marcha en un embrague convencional.
- En función de la velocidad del vehículo y la posición del acelerador, el módulo electrónico determina el tiempo más oportuno de embragado o desembragado según la necesidad del vehículo sin preocupación del conductor.
- Se implementó un visor de datos para apreciar la velocidad del vehículo, velocidad de registro de embrague y el estado de las electroválvulas junto con un selector que activa el sistema o permite trabajar en la manera convencional

logrando desactivar los elementos eléctricos y electrónicos del sistema para evitar el consumo de corrientes innecesarias.

VI. RECOMENDACIONES

- Establecer un cronograma de actividades que permita llegar al objetivo propuesto porque en la fase de pruebas se presentan problemas electrónicos y mecánicos.
- Realizar diagramas de flujos para la lógica de programación del microcontrolador, esto ayudará a una mejor comprensión y a optimizar tiempo.
- Cerciorarse mediante cálculos de fuerza para la correcta elección del actuador que moverá el pedal del embrague.
- El orden y la limpieza desempeñan un papel fundamental en el proceso de soldadura de la placa electrónica.
- Durante la fase de pruebas en el vehículo procurar soldar todas las conexiones eléctricas realizadas para evitar que las uniones se oxiden y provoquen cortocircuitos.

VII. BIBLIOGRAFÍA

[1] ALONSO, José Manuel: Electrónica del vehículo, 2001, España, Paraninfo.

[2] ANGULO, José María: Microcontroladores Pic, 1997, España, McGraw-Hill.

[3] CROUSE, William H.: Equipo eléctrico y electrónico del automóvil, 1992, México, Alfa omega.

[4] DOMINGUEZ, Esteban José: Sistemas de transmisión y frenado, 2008, Madrid, Editex S.A.

[5] REYES, Carlos A.: Microcontroladores Pic, 2008, Ecuador, Editorial Reyes Carlos.

[6] SHIGLEY, Joseph E.: Diseño en Ingeniería Mecánica, 1990, México, Editorial Mc GRAW HILL.

BIOGRAFÍA



Víctor D. Zambrano nació en Quito, Ecuador, Es ingeniero Automotriz, dispone estudios de Posgrado en Autotrónica, Gestión de la Producción, Sistemas Automotrices, Docente Tiempo parcial en la Escuela Politécnica del Ejército desde 2010.



Wilson O. Trávez nació en Latacunga, Ecuador, Es ingeniero Electrónico en control, dispone estudios de Posgrado en redes digitales industriales, Docente Tiempo parcial en la Escuela Politécnica del Ejército desde 2006.



Mauricio M. Panamá nació en Otavalo, Ecuador, Es ingeniero Automotriz, estudió en la Escuela Politécnica del Ejército, presta sus servicios profesionales en asesoramiento de sistemas automotrices



Freddy E. Quinchimbla nació en Quito, Ecuador, Es ingeniero Automotriz, estudió en la Escuela Politécnica del Ejército, presta sus servicios profesionales en asesoramiento de sistemas automotrices.

Latacunga, Agosto de 2013

LOS AUTORES

Panamá Panamá Mauricio Medardo

Quinchimbla Pisuña Freddy
Eduardo

EL DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Juan Castro Clavijo

UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO

Dr. Rodrigo Vaca Corrales