



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

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y  
MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

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

**AUTORES: TENORIO TAPE, ANGEL RUBÉN  
ULCUANGO MORENO, CARLOS STALIN**

**TEMA: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA  
ELECTRÓNICO PARA EL ENCENDIDO Y APAGADO DE UN  
VEHÍCULO SUZUKI FORZA 1 POR INTERMEDIO DEL  
ACELERADOR.**

**DIRECTOR: ING. CASTRO CLAVIJO, JUAN  
CODIRECTOR: ING. REINOSO VILLAMARÍN, SIXTO**

**LATACUNGA, ENERO 2015**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE  
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICADO**

Ing. Castro Clavijo, Juan (DIRECTOR)  
Ing. Reinoso Villamarín, Sixto (CODIRECTOR)

**CERTIFICAN:**

Que el trabajo titulado: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL ENCENDIDO Y APAGADO DE UN VEHÍCULO SUZUKI FORZA 1 POR INTERMEDIO DEL ACELERADOR”**, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple con normas y estatutos establecidos, en el Reglamento de Estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que contribuirá a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, SI recomiendan 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 los señores: ANGEL RUBÉN TENORIO TAIPE y CARLOS STALIN ULCUANGO MORENO, en su calidad de Director de Carrera.

Latacunga, Enero de 2015

---

Ing. Castro Clavijo, Juan  
(DIRECTOR)

---

Ing. Reinoso Villamarín, Sixto  
(CODIRECTOR)

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE  
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo: Tenorio Taípe, Angel Rubén

Yo: Ulcuango Moreno, Carlos Stalin

**DECLARAMOS QUE:**

El proyecto de grado “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL ENCENDIDO Y APAGADO DE UN VEHÍCULO SUZUKI FORZA 1 POR INTERMEDIO DEL ACELERADOR**”, ha sido desarrollado con base a una investigación científica, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las páginas correspondiente, 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, Enero de 2015

---

Tenorio Taípe, Angel Rubén  
C.C: 0503503914

---

Ulcuango Moreno, Carlos Stalin  
C.C: 1722648100

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE  
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**AUTORIZACIÓN**

Yo: Tenorio Taípe, Ángel Rubén

Yo: Ulcuango Moreno, Carlos Stalin

Autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE para que publique en la biblioteca virtual de la institución el trabajo denominado **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL ENCENDIDO Y APAGADO DE UN VEHÍCULO SUZUKI FORZA 1 POR INTERMEDIO DEL ACELERADOR”**, en el que se encuentra contenido, ideas y criterios que hemos desarrollado bajo nuestra exclusiva autoría.

Latacunga, Enero de 2015

---

Tenorio Taípe, Ángel Rubén

C.C: 0503503914

---

Ulcuango Moreno, Carlos Stalin

C.C: 1722648100

## **DEDICATORIA**

*El triunfo de esta meta es gracias a muchas personas, primeramente quiero dedicar el presente trabajo a **DIOS** por bendecirme con mis padres y por ayudarme a enfrentar todas mis adversidades que se presentaron a lo largo del camino.*

*Dedico este triunfo a mi padre **ANGEL AUGUSTO TENORIO TOAPANTA** y a mi madre **GLADYS MIGUELINA TAIPE YÁNEZ**, por darme el ejemplo de perseverancia constante, superación, porque creyeron plenamente en mí, por el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo que llegara hasta el final, porque gracias a mi padres hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera.*

*A mis hermanas **VERÓNICA** y **ANA TENORIO TAIPE**, por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.*

*A mi novia **GISSELA VARGAS**, quien con sus palabras de aliento fortalecía mis ganas de seguir adelante y por su constante apoyo.*

*Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos más difíciles*

*A todos espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.*

**TENORIO TAIPE ANGEL.**

## DEDICATORIA

*El presente trabajo está dedicado a DIOS y a mis padres que con su apoyo incondicional supieron guiarme no solo a la culminación de los estudios, sino también para ser un excelente ser humano.*

*A toda mi familia que de una o de otra forma supieron hacer llegar su apoyo para alcanzar mis metas propuestas, y a mi amigo y compañero de tesis que con su ayuda y esmero logramos culminar nuestro proyecto.*

**CARLOS ULCUANGO**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a mi Dios por darme la vida y la salud, mi agradecimiento especial y sincero a mis padres que me apoyaron constantemente, a mi familia que siempre estuvo presente con sus consejos, sus palabras de aliento.*

*A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-LATACUNGA, por permitirme el honor de educarme en tan prestigiosa institución.*

*A mis profesores que con sus experiencias y sus conocimientos forjaron un buen profesional en mí.*

*A mis directores de tesis Ing. Juan Castro Clavijo, Ing. Sixto Reinoso Villamarín, por su apoyo incondicional.*

**TENORIO TAIPE ANGEL**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a todas las personas que de una u otra forma me acompañaron a lo largo de mi preparación profesional, y en especial a los docentes que ayudaron a que hoy, me convierta en un ser humano capaz de servir a la sociedad a través del conocimiento que he adquirido durante estos años

A mis padres quienes han sido un apoyo importante para poder culminar esta etapa que me ha llenado de satisfacción.

**CARLOS ULCUANGO**



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICADO.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xx
RESUMEN.....	xxi
ABSTRACT.....	xxii
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>1. “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL ENCENDIDO Y APAGADO DE UN VEHÍCULO SUZUKI FORZA 1 POR INTERMEDIO DEL ACELERADOR” .....</b>	<b>1</b>
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.3. DESCRIPCIÓN RESUMIDA DEL PROYECTO .....	2
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	2
1.5. OBJETIVOS.....	3
1.5.1. OBJETIVO GENERAL .....	3
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.6. METAS DEL PROYECTO.....	3

<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>4</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
2.1. GENERALIDADES DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA .....	4
2.1.1. RESEÑA HISTÓRICA DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA .....	4
2.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN .....	5
2.1.3. CICLOS DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA .....	6
2.1.3.1. ADMISIÓN .....	6
2.1.3.2. COMPRESIÓN.....	6
2.1.3.3. EXPLOSIÓN / TRABAJO .....	7
2.1.3.4. ESCAPE .....	8
2.2. SISTEMA DE ENCENDIDO.....	8
2.2.1. FUNCIÓN DEL SISTEMA DE ENCENDIDO.....	8
2.2.2. TIPOS DE ENCENDIDO.....	9
2.2.2.1. ENCENDIDO CON RUPTOR TRANSISTORIZADO.....	9
2.2.2.2. ENCENDIDO SIN RUPTOR Y SENSOR MAGNÉTICO .....	10
2.2.2.3. ENCENDIDO SIN RUPTOR Y SENSOR HALL .....	11
2.2.2.4. ENCENDIDO POR DESCARGA DE CONDENSADOR.....	12
2.2.2.5. ENCENDIDO ELECTRÓNICO INTEGRAL CON DISTRIBUCIÓN MECÁNICA DE ENCENDIDO .....	12
2.2.2.6. ENCENDIDO ELECTRÓNICO INTEGRAL CON BOBINA POR CILINDRO .....	13
2.2.3. ELEMENTOS DEL SISTEMA DE ENCENDIDO.....	14
2.2.3.1. BATERÍA.....	14
2.2.3.2. SWITCH DE ENCENDIDO .....	14
2.2.3.3. BOBINA .....	15
2.2.3.4. DISTRIBUIDOR .....	16
2.2.3.5. TAPA DE DISTRIBUIDOR .....	16
2.2.3.6. RUPTOR.....	17
2.2.3.7. CONDENSADOR.....	18

2.2.3.8.	BUJÍAS .....	18
2.2.3.9.	CABLES DE BUJÍAS .....	19
2.3.	SISTEMA DE CARGA.....	20
2.3.1.	FUNCIONAMIENTO .....	20
2.3.2.	ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CARGA.....	20
2.3.2.1.	ALTERNADOR .....	20
2.3.2.2.	REGULADOR DE VOLTAJE .....	21
2.3.2.3.	INDICADOR DE CARGA .....	22
2.4.	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE .....	22
2.4.1.	FUNCIONAMIENTO .....	22
2.4.2.	CARBURADOR.....	23
2.4.2.1.	DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE .....	24
2.4.2.2.	LÍNEAS DE COMBUSTIBLE.....	24
2.4.2.3.	FILTRO DE GASOLINA .....	25
2.4.2.4.	BOMBA DE COMBUSTIBLE .....	25
2.5.	PANTALLA LCD TOUCH TFT .....	26
2.5.1.	ARDUINO UNO R3.....	27
2.5.2.	ACELERÓMETRO .....	28
2.5.3.	RELÉ AUTOMOTRIZ 12V.....	28
2.5.4.	TRANSISTOR 2N3904 .....	29
2.5.5.	LM 35.....	29
2.5.6.	BORNERA PCB.....	30
2.5.7.	CONDENSADOR TIPO LENTEJA.....	30
2.5.8.	PULSADORES DE TACTO .....	32
2.5.9.	RESISTENCIA ELÉCTRICA.....	32
2.5.10.	FUSIBLES.....	33
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>34</b>	
<b>3. DISEÑO ELECTRÓNICO .....</b>	<b>34</b>	
3.1. DIAGRAMA GENERAL DE DISEÑO DE SEÑALES DE ENTRADA Y SALIDA DEL SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO.....	34	

3.1.1.	BLOQUE DE CONEXIÓN PARA EL LM35 .....	37
3.1.2.	BLOQUE DE CONEXIÓN PARA LA VISUALIZACIÓN DE PARÁMETROS DEL VEHÍCULO.....	37
3.1.3.	CONEXIÓN DE RELÉ PARA EL ENCENDIDO DEL MOTOR DEL VEHÍCULO .....	38
3.1.4.	CONEXIÓN DE RELÉ PARA EL ENCENDIDO DEL MOTOR DEL VEHÍCULO .....	38
3.1.5.	CONEXIÓN PARA EL PULSADOR DEL PEDAL DE FRENO .....	39
3.1.6.	CONEXIÓN PARA EL PULSADOR DEL PEDAL DE ACELERADOR .....	39
3.1.7.	CONEXIÓN PARA EL MPU 6050 .....	40
3.2.	PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO .....	40
3.3.	TARJETA ELECTRÓNICA PARA PROGRAMACIÓN .....	41
3.4.	PROGRAMACIÓN DE ARDUINO UNO PARA LA EJECUCIÓN DEL SISTEMA.....	42
3.5.	PROGRAMACIÓN DEL PULSADOR Y ACTUADOR PARA EL APAGADO DEL MOTOR DEL VEHÍCULO.....	43
3.6.	PROGRAMACIÓN DEL PULSADOR Y ACTUADOR PARA EL ENCENDIDO DEL MOTOR DEL VEHÍCULO .....	43
3.7.	CONTROL DE ACTIVACIÓN Y DESACTIVACIÓN DEL SISTEMA .....	43
3.8.	PROGRAMACIÓN DE SEÑALES DE BATERÍA .....	44
3.9.	PROGRAMACIÓN DE SEÑALES DE TEMPERATURA.....	44
3.10.	PROGRAMACIÓN DE INCLINACIÓN DEL VEHÍCULO .....	44
3.11.	PROGRAMACIÓN DE INDICADOR DE COMBUSTIBLE.....	45
3.12.	CONECTORES.....	45
3.13.	RUTEADO DE LA PLACA. ....	46
3.14.	VISUALIZACIÓN Y CONTROL DE SEÑALES EN ARDUINO .....	47
3.14.1.	¿QUÉ ES ARDUINO?.....	47
3.14.2.	COMUNICACIÓN DE ARDUINO .....	48

3.14.3.	CONTROLES DEL PROGRAMA.....	49
3.14.4.	FUNCIONES.....	50
3.14.5.	ESTRUCTURA DE CONTROL.....	50
3.14.6.	CONSTANTES.....	50
3.14.7.	CONVERSIÓN ENTRE TIPOS.....	51
3.14.8.	ADMINISTRACIÓN DE PUERTOS AL ORDENADOR.....	51
3.14.9.	MANIPULACIÓN DE PUERTOS.....	52
<b>CAPÍTULO IV .....</b>		<b>54</b>
<b>4.</b>	<b>CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL ENCENDIDO Y PAGADO DE UN VEHÍCULO SUZUKI FORZA 1 POR INTERMEDIO DEL ACELERADOR.....</b>	<b>54</b>
4.1.	PARÁMETROS DEL VEHÍCULO.....	54
4.2.	CONSTRUCCIÓN DE LA PLACA ELECTRÓNICA.....	54
4.3.	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA EN EL VEHÍCULO.....	61
4.3.1.	CAJA DE FUSIBLES.....	62
4.3.2.	TOMA DE CORRIENTE PARA ALIMENTACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO.....	62
4.3.3.	CONTACTOS DE SWITCH DE ENCENDIDO.....	63
4.3.4.	IMPLEMENTACIÓN DEL PULSADOR EN EL PEDAL DE FRENO.....	64
4.3.5.	IMPLEMENTACIÓN DEL PULSADOR EN EL PEDAL DE ACELERACIÓN.....	64
4.3.6.	INSTALACIÓN DEL INDICADOR DE TEMPERATURA LM35.....	65
4.3.7.	INSTALACIÓN DEL ACELERÓMETRO.....	65
4.3.8.	INSTALACIÓN DE RELÉS.....	66
4.3.9.	INDICADOR DE NIVEL DE COMBUSTIBLE.....	66
4.4.	INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO EN EL VEHÍCULO.....	67

<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>70</b>
<b>5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ENCENDIDO DEL VEHÍCULO MEDIANTE EL PEDAL DE ACCELERACIÓN Y ANÁLISIS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE.....</b>	<b>70</b>
5.1. MODIFICACIONES DEL VEHÍCULO PARA REALIZAR LAS PRUEBAS DE RUTA .....	70
5.1.1. DESCONEXIÓN DE LAS VÍAS DE COMBUSTIBLE DEL TANQUE DE GASOLINA.....	70
5.1.2. CONEXIÓN DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE PROVISIONAL.....	71
5.1.3. VERIFICACIÓN DE FUGAS DE COMBUSTIBLE.....	71
5.1.4. NORMAS DE SEGURIDAD .....	72
5.1.5. INICIO DE PRUEBAS.....	72
5.1.6. PRUEBAS DE RUTA .....	73
5.2. ANÁLISIS DE RESULTADO CON PARÁMETROS NORMALES DEL VEHÍCULO.....	74
5.2.1. PRUEBA 1 DE RUTA, HORA 7:30 – 8:30 Am.....	74
5.2.2. PRUEBA 2 DE RUTA, HORA 12:30 – 13:30 pm .....	74
5.2.3. PRUEBA 3 DE RUTA, HORA 16:00 – 17:30 pm .....	75
5.3. ANÁLISIS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE CON EL SISTEMA DE ENCENDIDO Y APAGADO DEL MOTOR MEDIANTE EL PEDAL DE ACCELERACIÓN INSTALADO.....	76
5.3.1. ANÁLISIS DE AHORRO, HORA 7:30AM – 8:30 AM .....	76
5.3.2. ANÁLISIS DE AHORRO, HORA 12:30am – 13:30 am .....	77
5.3.3. ANÁLISIS DE AHORRO, HORA 16:00pm – 17:30 pm .....	77
5.3.4. ANÁLISIS GENERAL.....	78
5.3.5. ANÁLISIS DE CONSUMO RESPECTO AL VALOR DE COMPRA POR GALÓN DE GASOLINA.....	79
5.3.6. ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO.....	80
5.3.7. ANÁLISIS PORCENTUAL .....	81

5.4.	ANÁLISIS DE COMPONENTES DEL MOTOR DEL VEHÍCULO.....	82
5.4.1.	REVISIÓN DE ESTADO DE LAS BUJÍAS.....	83
5.4.2.	REVISIÓN DE FUGAS.....	83
5.4.3.	REVISIÓN DEL DISTRIBUIDOR .....	84
5.4.4.	REVISIÓN EN EL CUERPO DE ACELERACIÓN.....	85
5.4.5.	REVISIÓN DE LA BOBINA.....	85
5.4.6.	REVISIÓN DEL ALTERNADOR.....	86
5.4.7.	REVISIÓN DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE .....	87
5.4.8.	REVISIÓN DEL VOLTAJE DE LA BATERÍA .....	87
5.4.9.	REVISIÓN DEL DEPURADOR .....	88
5.4.10.	ANÁLISIS GENERAL DEL COMPORTAMIENTO DEL MOTOR.....	88
 <b>CAPÍTULO VI .....</b>		<b>90</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>90</b>
6.1.	CONCLUSIONES .....	90
6.2.	RECOMENDACIONES .....	91
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		93
NETGRAFÍA .....		94
ANEXOS .....		96

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1:	Motor a carburador .....	4
Figura 2:	Motor de combustión interna .....	5
Figura 3:	Ciclo de admisión .....	6
Figura 4:	Ciclo de compresión .....	7
Figura 5:	Ciclo de explosión.....	7
Figura 6:	Ciclo de escape .....	8
Figura 7:	Sistema de encendido .....	9
Figura 8:	Encendido con ruptor.....	10
Figura 9:	Encendido con ruptor.....	11
Figura 10:	Funcionamiento del sensor Hall.....	11
Figura 11:	Esquema de enciendo con descarga.....	12
Figura 12:	Sistema de encendido anticipado .....	13
Figura 13:	Encendido independiente .....	13
Figura 14:	Batería .....	14
Figura 15:	Switch de enciendo.....	15
Figura 16:	Bobina.....	15
Figura 17:	Distribuidor.....	16
Figura 18:	Tapa de distribuidor .....	17
Figura 19:	Ruptor .....	17
Figura 20:	Condensador .....	18
Figura 21:	Bujía.....	19
Figura 22:	Cables de bujía.....	19
Figura 23:	Sistema de carga .....	20
Figura 24:	Alternador .....	21
Figura 25:	Regulador de voltaje del alternador .....	21
Figura 26:	Indicador de carga .....	22
Figura 27:	Sistema de alimentación por carburador .....	23
Figura 28:	Carburador.....	23
Figura 29:	Tanque de combustible.....	24
Figura 30:	Líneas de combustible .....	24



Figura 31:	Filtro de gasolina .....	25
Figura 32:	Bomba de gasolina .....	26
Figura 33:	Pantalla TFT .....	26
Figura 34:	Arduino .....	27
Figura 35:	Acelerómetro .....	28
Figura 36:	Relé 12V .....	28
Figura 37:	Transistor.....	29
Figura 38:	LM 35.....	30
Figura 39:	Bornera.....	30
Figura 40:	Condensador tipo lenteja .....	31
Figura 41:	Condensadores electrolíticos.....	31
Figura 42:	Pulsador.....	32
Figura 43:	Resistencia .....	32
Figura 44:	Fusible .....	33
Figura 45:	Flujograma para el apagado del motor .....	34
Figura 46:	Flujograma para el encendido del motor.....	35
Figura 47:	Diagrama general de diseño de señales de entrada y salida del sistema de encendido electrónico.....	36
Figura 48:	Bloque de conexión para LM35 .....	37
Figura 49:	Bloque de conexión para TFT.....	38
Figura 50:	Relé para el encendido. ....	38
Figura 51:	Relé para el apagado del motor.....	39
Figura 52:	Bloque de conexión para el pedal de freno.....	39
Figura 53:	Bloque de conexión para el pedal del acelerador.....	40
Figura 54:	Bloque de conexión para el MPU 6050. ....	40
Figura 55:	Fusiblera del vehículo.....	41
Figura 56:	Arduino Uno.....	42
Figura 57:	Pantalla TFT .....	44
Figura 58:	Diseño de la placa para comunicación con Arduino .....	46
Figura 59:	Ruteado de la placa para comunicación con Arduino.....	46
Figura 60:	3D de la placa electrónica.....	47
Figura 61:	Pantalla de programación.....	47

Figura 62:	Conexión de la placa física al ordenador.....	49
Figura 63:	Iconos principales del programador.....	49
Figura 64:	Conversión de señal analógica a digital.....	51
Figura 65:	Actualización de dispositivo.....	52
Figura 66:	Impresión del circuito en la hoja térmica.....	55
Figura 67:	Corte de baquelita .....	55
Figura 68:	Lijado de baquelita.....	56
Figura 69:	Centrado de la hoja termina de impresión en la placa de baquelita .....	56
Figura 70:	Impresión de la placa.....	57
Figura 71:	Circuito correctamente copiado .....	57
Figura 72:	Baquelita sumergida en acido.....	58
Figura 73:	Baquelita pulida .....	58
Figura 74:	Perforación de la placa .....	59
Figura 75:	Soldadura de elementos.....	59
Figura 76:	Pines Soldados.....	60
Figura 77:	Placa de relés finalizada.....	60
Figura 78:	Placa montada en Arduino.....	61
Figura 79:	Comunicación de Arduino con la pantalla TFT. ....	61
Figura 80:	Pines de fusible .....	62
Figura 81:	Toma de corriente para el sistema .....	63
Figura 82:	Contactos del switch de encendido .....	63
Figura 83:	Pulsador de freno .....	64
Figura 84:	Pulsador de freno .....	64
Figura 85:	Ubicación del LM35 .....	65
Figura 86:	Ubicación del acelerómetro .....	65
Figura 87:	Instalación de relés.....	66
Figura 88:	Instalación de relés.....	66
Figura 89:	Alimentación del sistema electrónico.....	67
Figura 90:	Relés de activación.....	67
Figura 91:	Relés de activación.....	68
Figura 92:	Ubicación de la placa en el vehículo.....	68

Figura 93:	Ubicación de la pantalla en el vehículo.....	69
Figura 94:	Líneas de combustible del vehículo.....	70
Figura 95:	Ajuste de abrazaderas.....	71
Figura 96:	Ajuste de abrazaderas para provisional.....	72
Figura 97:	Extintor tipo PQS.....	72
Figura 98:	Ubicación del tanque provisional en el vehículo.....	73
Figura 99:	Vías principales de la ciudad.....	73
Figura 100:	Consumo de combustible en horas de la mañana.....	74
Figura 101:	Consumo de combustible en horas del mediodía.....	75
Figura 102:	Consumo de combustible en horas de la tarde.....	75
Figura 103:	Diferencia de consumo de combustible, hora 7:30am – 8:30 am.....	76
Figura 104:	Diferencia de consumo de combustible, hora 7:30am – 8:30 am.....	77
Figura 105:	Diferencia de consumo de combustible, hora 7:30am – 8:30 am.....	78
Figura 106:	Comparación de consumo de combustible.....	79
Figura 107:	Comparación de consumo de combustible.....	80
Figura 108:	Producción de $CO_2$ .....	81
Figura 109:	Valor porcentual de producción de $CO_2$ .....	82
Figura 110:	Motor del vehículo.....	82
Figura 111:	Motor del vehículo.....	83
Figura 112:	Empaque de cárter, filtro de combustible.....	84
Figura 113:	Distribuidor del vehículo.....	84
Figura 114:	Cuerpo de aceleración.....	85
Figura 115:	Bobina de encendido.....	86
Figura 116:	Alternador.....	86
Figura 117:	Bomba de alimentación de combustible.....	87
Figura 118:	Voltaje de la batería.....	88
Figura 119:	Depurador.....	88
Figura 120:	Suzuki Forza 1.....	89

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Asignación de pines para la placa Arduino. ....	45
Tabla 2	Asignación de pines para la placa Arduino. ....	48
Tabla 3	Funciones lógica. ....	50
Tabla 4	Estructura de control. ....	50
Tabla 5	Constantes de programa.....	50
Tabla 6	Parámetros del vehículo Suzuki Forsa I.....	54

## RESUMEN

El presente proyecto tiene como finalidad el diseñar y construir un sistema de encendido y apagado para un vehículo mediante el pedal de aceleración, para disminuir el consumo de combustible durante las horas de mayor congestión vehicular y la producción de gases contaminantes producidos durante el proceso de combustión. El sistema cuenta con una placa Arduino que contiene la programación de los parámetros que debe cumplir el vehículo para proceder con el apagado y encendido automático, el sistema dispone de dos pulsadores instalados en el pedal de aceleración y el pedal del freno, los cuales envía las señales de entrada y salida de datos para la ejecución del sistema, consta con un acelerómetro que determina la inclinación del vehículo en caso de carreteras con un grado de inclinación, mediante una pantalla táctil se activa y desactiva el funcionamiento del sistema, se puede visualizar la temperatura del motor, el voltaje de la batería, la inclinación del vehículo, y el nivel de combustible, todos estos valores tiene un rango de medición, los rangos están establecidos como condiciones dentro de la programación para producir el apagado y encendido del motor.

**PALABRAS CLAVES: COMBUSTIÓN INTERNA DE MOTORES, VEHÍCULOS – ENCENDIDO DE MOTORES, MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA, VEHÍCULOS – SISTEMA ELÉCTRICO.**

## **ABSTRACT**

This project aims to design and build a system on and off for a vehicle using the accelerator pedal, decreasing fuel consumption during peak hours traffic congestion and reduce the production of gases containing equipment during combustion. This system features an Arduino programming covering the parameters that must meet the vehicle to proceed with the off and on automatic, the system has two buttons installed on the gas pedal and the brake pedal respectively which allow the input and output data for the implementation of the system has an accelerometer that determines the inclination of the vehicle in case of roads with a degree of elevation, using a touch screen can activate and deactivate the system operation also allows the engine temperature display the battery voltage, the inclination of the vehicle and the fuel level, all these values has a measurement range, whose ranges are set as conditions within the program to produce the off and on automatically.

**KEYWORDS: IGNITION ENGINES, VEHICLES - IGNITION ENGINES, INTERNAL COMBUSTION ENGINES, VEHICLES - ELECTRICAL SYSTEM.**

## **CAPÍTULO I**

### **1. “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL ENCENDIDO Y APAGADO DE UN VEHÍCULO SUZUKI FORZA 1 POR INTERMEDIO DEL ACELERADOR”**

#### **1.1. ANTECEDENTES**

Uno de los problemas más comunes en las grandes ciudades es el tráfico vehicular en horas determinadas, creándose problemas de consumo de combustible y mayores emisiones de gases contaminantes producidos por el motor de combustión interna.

Esta problemática es motivo de incentivo para la ingeniería automotriz para generar ideas innovadoras y creativas con la ayuda de los avances tecnológicos. Proponiendo que en el futuro existan vehículos comunes con sistemas electrónicos que logren economizar combustible durante su movilización en las grandes ciudades, y preservar el medio ambiente evitando las emisiones innecesarias.

#### **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El problema más comunes en la actualidad se da en las grandes ciudades con tráfico vehicular a gran escala en determinadas horas, creando mayor contaminación y consumo de combustible.

Al ser notable el problema se crea la necesidad de implementar un sistema electrónico para disminuir el consumo de combustible y la generación de smog innecesarios producido por el motor de combustión interna, es necesario el desarrollo del presente tema el mismo que ayuda a la aplicación los conocimientos adquiridos en la carrera, específicamente en las áreas de mantenimiento mecánico automotriz y microcontroladores.

Percibiendo la oportunidad de responder a la necesidad de ahorro económico en la compra de combustible para el propietario del vehículo, al disponer de un sistema electrónico como el desarrollado.

### **1.3. DESCRIPCIÓN RESUMIDA DEL PROYECTO**

El “Diseño Y Construcción De Un Sistema Electrónico Para El Encendido Y Apagado De Un Vehículo Suzuki Forza 1 Por Intermedio Del Acelerador” es un proyecto vinculado con la carrera de ingeniería automotriz en el cual se forja conocimientos teóricos y prácticos previamente adquiridos en la Institución.

Se realizan pruebas de consumo de combustible antes y después de la instalación del sistema electrónico, para su construcción se ejecuta la programación en una placa que envía la señal al módulo de control para proceder con el apagado del motor cuando el vehículo se encuentre detenido, logrando minimizar el consumo de combustible y las emisiones de smog producida por el motor de combustión interna.

Para el encendido del motor es necesario enviar señales de entrada al módulo mediante el pedal de aceleración.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

El desarrollo del tema descrito aporta a la iniciativa a los propietarios de vehículos que circulan diariamente por las grandes ciudades a instalar el sistema electrónico que ayuda a disminuir el consumo de combustible y emisiones de smog, tema en el cual se verá reflejado la aplicación teórica y práctica de los conocimientos obtenidos durante la carrera. Son los aspectos mecánicos y electrónicos propios del vehículo que serán modificados para la instalación correcta del módulo que controla el sistema, además considerar



aspectos de ubicación de los diferentes elementos que conformen el sistema para evitar daños por factores externos e internos.

## **1.5. OBJETIVOS**

### **1.5.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar y construir un sistema electrónico para el encendido y apagado de un vehículo Suzuki Forza 1 por intermedio del acelerador.

### **1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar los elementos mecánicos y electrónicos que deben ser modificados para el funcionamiento del sistema.
- Realizar un análisis comparativo de consumo de combustible antes y después de la instalación del sistema.
- Analizar las ventajas y desventajas que trae consigo la implementación del sistema de encendido mediante el pedal de aceleración.

## **1.6. METAS DEL PROYECTO**

- Realizar un sistema electrónico para disminuir el consumo de combustible y emisiones de gases contaminantes.
- Incentivar el uso de sistemas electrónicos en vehículos de baja tecnología para disminuir la contaminación del medio ambiente.
- Garantizar el ahorro por la adquisición de combustible.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

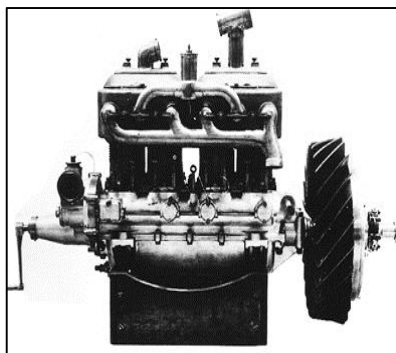
#### 2.1. GENERALIDADES DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

##### 2.1.1. RESEÑA HISTÓRICA DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

Los primeros prototipos de motores no constaban con la fase de compresión, la fase de succión terminaba tempranamente con el cierre de la válvula de admisión antes que el pistón llegase a la mitad de su carrera, lo que producía que la fuerza creada en el interior del cilindro fuese débil, y por consecuencia el funcionamiento de estos primeros motores era deficiente.

Fue la fase de compresión la que dio una eficiencia significativa al motor de combustión interna, que lograría el remplazo definitivo de los motores a vapor e impulsaría el desarrollo de los automóviles, por que lograba desarrollar una potencia igual o mayor en dimensiones considerablemente mucho más reducidas.

Durante el periodo del desarrollo de los motores de combustión interna las primeras aplicaciones fueron en motores fuera de borda.



**Figura 1: Motor a carburador**

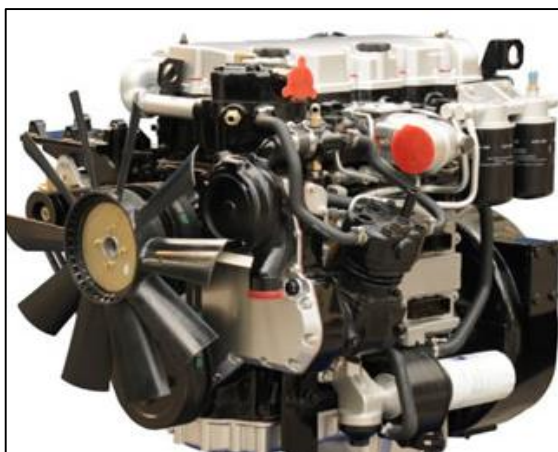
Fuente: <http://cochesmiticos.com/el-motor-otto-historia/>

### 2.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN

Los motores de combustión interna llamados así porque el combustible se quema en el interior del mismo, pueden ser de dos y cuatro tiempos, en gran parte los motores de cuatro tiempos son utilizados en vehículos por sus prestaciones.

Los motores de combustión interna utilizan una mezcla de aire y combustible que previamente ha sido preparada, para combustionar esta mezcla es necesario la presencia de una chispa eléctrica que inflamará la mezcla que se encuentre dentro del cilindro del motor, los procesos de admisión de la mezcla y expulsión de los gases quemados están controlados por válvulas.

La evolución tecnológica de la industria metalúrgica ha propiciado el desarrollo de nuevas aleaciones y el tratamiento adecuado de los materiales empleados en la fabricación de motores, haciéndolos más resistentes y ligeros. (Alonso, Tecnologías avanzadas del automóvil, 1995)



**Figura 2: Motor de combustión interna**

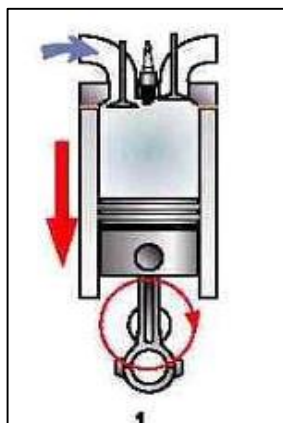
Fuente: <http://www.lovolengine.es/b1-common-rail-enginecochesmiticos.com>

### 2.1.3. CICLOS DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

Para el funcionamiento de un motor se debe cumplir con cuatro ciclos:

#### 2.1.3.1. ADMISIÓN

Al inicio del tiempo el pistón se encuentra en el PMS (Punto Muerto Superior), inicia su carrera descendente hacia el PMI (Punto Muerto Inferior), durante la carrera se crea un vacío dentro del cilindro que provoca el ingreso de la mezcla dosificada del carburador, durante el recorrido del pistón la válvula de admisión se mantiene completamente abierta mientras que la válvula de escape permanece cerrada.



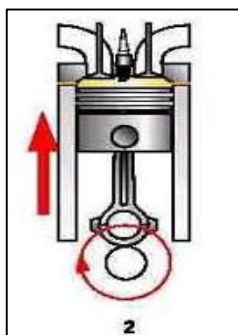
**Figura 3: Ciclo de admisión**

Fuente: <http://www.infomanejo.com/El-motor-Parte-3.html>

#### 2.1.3.2. COMPRESIÓN

Cuando el pistón termina su carrera descendente en el PMI (Punto Muerto Inferior) se cierra la válvula de admisión y la válvula de escape se encuentra cerrada durante el proceso, lo que provoca que el cilindro se cierre herméticamente, el pistón inicia la carrera ascendente hacia el PMS (Punto

Muerto Superior), comprimiendo la mezcla gasificada en la cámara de combustión que se forma entre la cabeza del pistón y el cabezote.

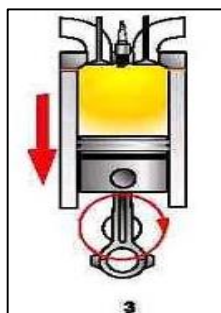


**Figura 4: Ciclo de compresión**

Fuente: <http://www.infomanejo.com/El-motor-Parte-3.htm>

### 2.1.3.3. EXPLOSIÓN / TRABAJO

Finalizada la carrera ascendente cuando el pistón llega al PMS (Punto Muerto Superior), con la mezcla gasificada comprimida y a una temperatura elevada, se produce el salto de una chispa eléctrica en la bujía la que combustiona la mezcla encerrada en la cámara de combustión, esta chispa produce la expansión de los gases ya quemados los cuales ejercen una fuerte presión sobre el pistón produciendo una carrera descendente, a medida que va descendiendo la presión en el interior del cilindro va descendiendo, durante el proceso la válvula de admisión y escape permanecen completamente cerradas.

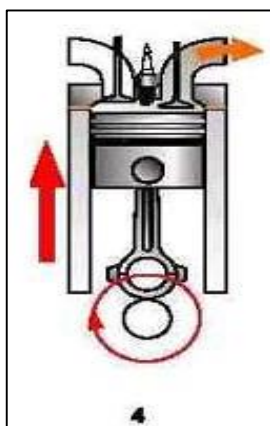


**Figura 5: Ciclo de explosión**

Fuente: <http://www.infomanejo.com/El-motor-Parte-3.html>

#### 2.1.3.4. ESCAPE

En este tiempo el pistón se encuentra en el PMI (Punto Muerto Inferior), empieza una carrera ascendente hacia el PMS (Punto Muerto Superior), durante este ciclo la válvula de escape se abre y la válvula de admisión se mantiene cerrada produciendo la expulsión de los gases quemados que se encuentran dentro del cilindro.



**Figura 6: Ciclo de escape**

Fuente: <http://www.infomanejo.com/El-motor-Parte-3.html>

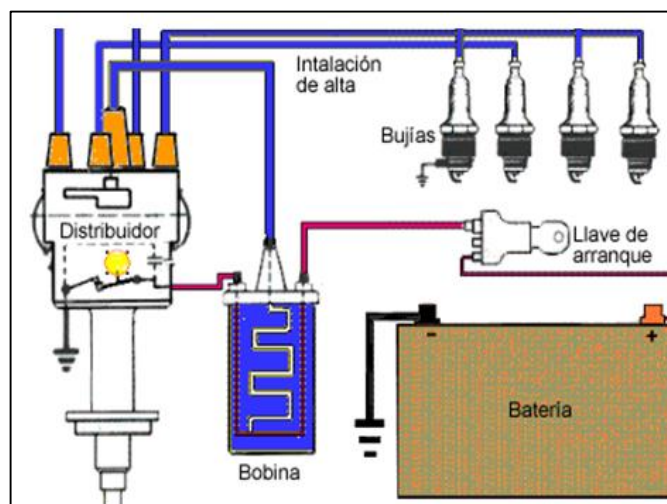
## 2.2. SISTEMA DE ENCENDIDO

### 2.2.1. FUNCIÓN DEL SISTEMA DE ENCENDIDO

Es el sistema encargado en generar la chispa eléctrica en el interior de los cilindros en el momento justo y con la potencia necesaria para producir la combustión de la mezcla aire-combustible que se encuentra comprimida en la cámara de combustión.

En la actualidad el encendido convencional mediante bobina ha sido perfeccionado considerablemente en muchos casos la tensión de encendido que necesita la bujía no puede proporcionarla en media suficiente, como ocurre por ejemplo en regímenes de rotación del motor elevados en los cuales

los platinos se abren y cierran con tal rapidez que ni siquiera llega a alcanzarse el valor máximo de la corriente primaria, que se lograría con unas maniobras más pausadas. (Alonso, Tecnologías avanzadas del automóvil, 1995)



**Figura 7: Sistema de encendido**

Fuente: <http://todomecanicaa.blogspot.com>

## 2.2.2. TIPOS DE ENCENDIDO

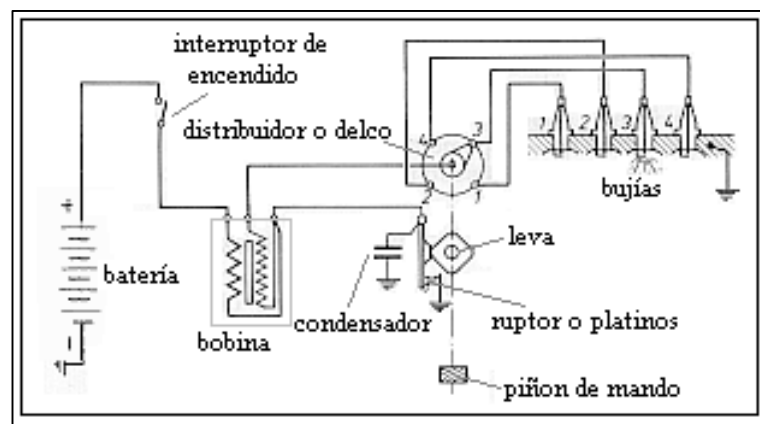
Todos los sistemas cumplen con la misma finalidad, pero se caracteriza por sus componentes:

- Encendido con ruptor transistorizado
- Encendido sin ruptor y sensor magnético
- Encendido sin ruptor y sensor Hall
- Encendido por descarga de condensador
- Encendido electrónico integral con distribución mecánica de encendido
- Encendido electrónico integral con bobina por cilindro. (Gil Martínez)

### 2.2.2.1. ENCENDIDO CON RUPTOR TRANSISTORIZADO

El ruptor transistorizado consiente en mejorar la optimización de la bobina, corriente primaria más elevada, mejor calentamiento de la bobina.

Es necesario que la corriente que pasa por los contactos tenga una intensidad suficiente para romper esta barrera y tener precaución igualmente de las otras agresiones posibles en los mismos contactos: humedad, vapor de aceite. (Gil Martínez)



**Figura 8: Encendido con raptor**

Fuente: <http://mecatronicapura2009.blogspot.com>

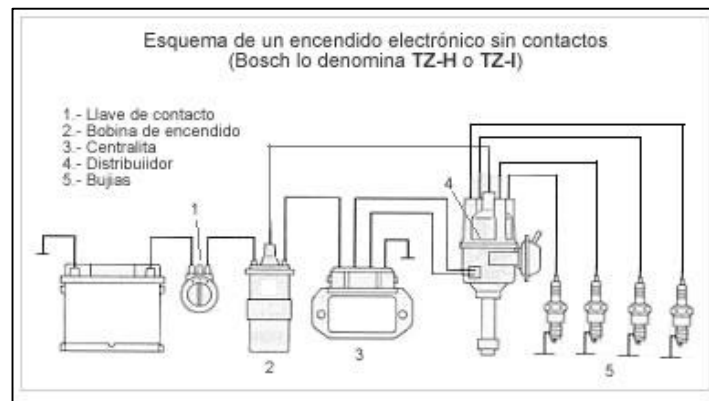
### 2.2.2.2. ENCENDIDO SIN RUPTOR Y SENSOR MAGNÉTICO

Suprime la presencia del raptor mecánico y elimina al mismo tiempo los inconvenientes inherentes a los contactos y a su modo de pilotaje.

Este tipo de encendido utiliza un sensor que lee un sector circular unido al eje del distribuidor generando una señal eléctrica capaz de poder ser utilizada posteriormente para comandar el transistor que pilota el primario.

El encendido llamando electrónico el que ha sido utilizado por los conductores de automóviles debido a su sencillez, prestaciones y finalidad. (Gil Martínez)





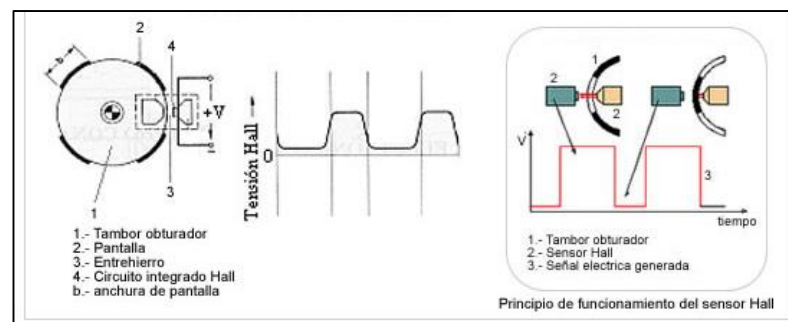
**Figura 9: Encendido sin ruptor**

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/encendido>

### 2.2.2.3. ENCENDIDO SIN RUPTOR Y SENSOR HALL

El efecto Hall se utiliza en los sistemas de encendido electrónico para generar la señal que produce el bloqueo del transistor de potencia.

En un encendido electrónico por efecto Hall se dispone una pantalla obturadora de material diamagnético, solidaria con el eje de distribución de encendido, con tantas ranuras como cilindros tenga el motor. La pantalla obturadora en su giro se interpone entre un cristal semiconductor alimentado por corriente continua y un electroimán, cuando la parte metálica de la pantalla se sitúa entre el semiconductor y el electroimán, el campo magnético de este último es desviado y cuando entre ambos se sitúa la ranura del semiconductor recibe el campo magnético del imán y se genera el efecto Hall. (Gil Martínez)

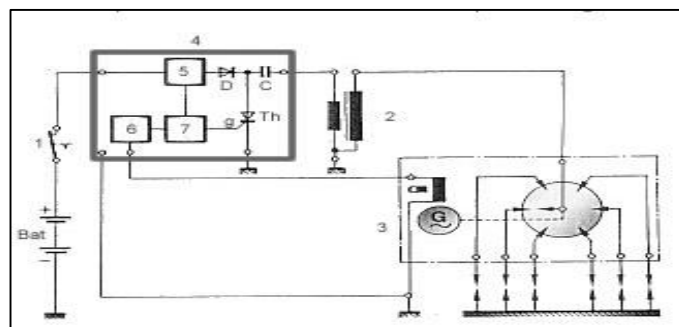


**Figura 10: Funcionamiento del sensor Hall**

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/encendido>

#### 2.2.2.4. ENCENDIDO POR DESCARGA DE CONDENSADOR

Con la finalidad de almacenar la cantidad de energía necesaria y permitir el funcionamiento a altos regímenes en motores de marcado carácter deportivo, se utiliza a menudo un tipo de encendido llamado a descarga de condensador, la energía es recopilada en un condensador de capacidad, el valor de la capacidad del condensador está limitada a 1 o 2 microfaradios a evidentes razones de dimensiones del condensador, intentado aumentar el nivel de energía almacenada y aplicando tensiones elevadas. (Gil Martínez)



**Figura 11: Esquema de encendido con descarga**

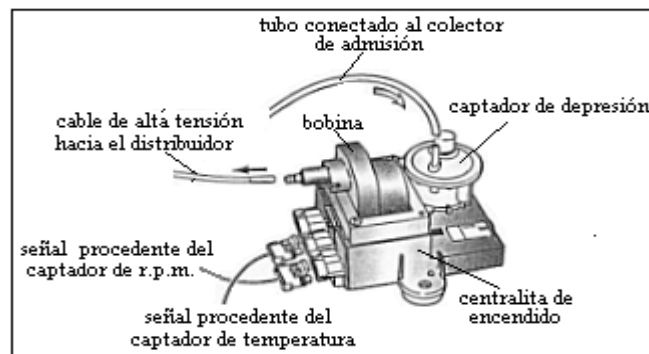
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/encendido-capacitivo.htm>

#### 2.2.2.5. ENCENDIDO ELECTRÓNICO INTEGRAL CON DISTRIBUCIÓN MECÁNICA DE ENCENDIDO

Un captador magnético de posición-régimen que detecta los impulsos generados por una corona dentada fijada en el volante motor, la corona dentada está compuesta por 44 dientes regularmente espaciados donde dos de ellos han sido suprimidos formando un ángulo de 180° permitiendo la detección del punto muerto superior e inferior.

Un captador de presión conectado al colector de admisión admite la detección de la carga del motor, una centralita electrónica que recibe las informaciones de régimen y presión de los captadores generando los avances de encendido, las señales de mando a la bobina para el salto de la chispa en

el momento preciso son igualmente tratadas por la central, se pueden realizar correcciones suplementarias teniendo en cuenta otros parámetros: la temperatura del líquido de refrigeración del motor, la temperatura del aire exterior. (Gil Martínez)

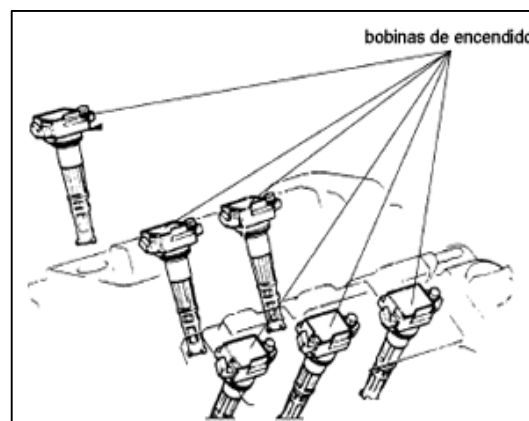


**Figura 12: Sistema de encendido anticipado**

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

#### 2.2.2.6. ENCENDIDO ELECTRÓNICO INTEGRAL CON BOBINA POR CILINDRO

El encendido SDI que equipa algunos motores Saab es a descarga capacitiva enteramente estático, con avance cartográfico y comando por microprocesador, con posicionamiento angular y régimen motor proporcionados por un sensor en el árbol de levas. (Gil Martínez)



**Figura 13: Encendido independiente**

Fuente: <http://www.dacarsa.net/basic/divulgacion/DIS.php>

## 2.2.3. ELEMENTOS DEL SISTEMA DE ENCENDIDO

### 2.2.3.1. BATERÍA

La misión de la batería en el automóvil es almacenar la energía eléctrica que produce el alternador, para enviarle a las diferentes partes del sistema eléctrico que la necesiten en el momento oportuno.

Las baterías utilizadas en los automóviles son las de arranque capaz de dar energía necesaria para el funcionamiento del motor de arranque, la batería es constantemente recargada por un generador llamado alternador.



**Figura 14: Batería**

Fuente: <http://www.dici.com.ec/>

### 2.2.3.2. SWITCH DE ENCENDIDO

El interruptor de encendido de un automóvil cumple con varias funciones tales como: permitir el control del poder de muchos de los accesorios del vehículo, puesto que sirve para prevenir que los accesorios que se alimentan por medio de la batería del auto consuman energía cuando el auto está aparcado durante un largo tiempo.

El interruptor de encendido también sirve para el propósito de conectar el motor de arranque a la batería, lo que admite que la batería envíe un poderoso

brote de energía eléctrica al motor de arranque cuando el vehículo sea encendido.



**Figura 15: Switch de enciendo**

Fuente: <http://electroaut.blogspot.com>

### 2.2.3.3. BOBINA

La bobina de inducción eleva los 12 voltios de la batería en alta tensión, necesaria para poder hacer saltar la chispa entre los electrodos de la bujía, para esto se requiere una tensión elevada, debido que mezcla aire-combustible que llena el espacio entre los electrodos ofrece mucha resistencia al paso de la corriente.

Está formada por un transformador-elevador de tensión compuesto de un núcleo magnético alrededor del cual están arrollados los bobinados primarios y secundarios. (Alonso, Sistemas auxiliares del motor, 2007)



**Figura 16: Bobina**

Fuente: <http://www.dici.com.ec/>

#### 2.2.3.4. DISTRIBUIDOR

Este elemento va acoplado al motor, del cual recibe movimiento para su operación y consta de dos partes principales: el circuito de baja tensión que incluye el platino o modulo electrónico, el condensador y el circuito de alta tensión compuesto por el distribuidor propiamente dicho.

El primer circuito realiza los cortes de corriente en el primario de la bobina, para obtener la alta tensión en el secundario mientras que el segundo circuito distribuye los impulsos de alta tensión a las bujías.

La corriente de alta tensión que envía la bobina hacia el distribuidor es repartida entre las diferentes bujías siguiendo el orden de encendido.



**Figura 17: Distribuidor**

Fuente: <http://www.dici.com.ec>

#### 2.2.3.5. TAPA DE DISTRIBUIDOR

La bobina envía la chispa al conector central de la tapa, y desde el conector el alto voltaje se distribuye entre la parte central de la tapa del distribuidor y el cilindro en el cual tiene que encender la mezcla.

La tapa del distribuidor cumple con la función de proporcionar el soporte para los cables de alta tensión, la misma que está rodeada de un número de conectores igual al número de cilindros del motor.

En el terminal de entrada de alta tensión se encuentran un carbón y un muelle cuya función es mantener un contacto flexible con el rotor.



**Figura 18: Tapa de distribuidor**

Fuente: <http://www.dici.com.ec/>

#### 2.2.3.6. RUPTOR

Son interruptores que se abren y cierran de manera alternada para enviar el flujo de corriente hacia el bobinado primario de la bobina de encendido al ritmo de las revoluciones del motor.



**Figura 19: Ruptor**

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

### 2.2.3.7. CONDENSADOR

Reduce el arco eléctrico que se produce entre los contactos del ruptor en el momento de apertura, si no se contara con el condensador dicho arco eléctrico ocasionaría la rápida destrucción de los contactos. (García, 2014)



**Figura 20: Condensador**

Fuente: <http://www.dici.com.ec/>

### 2.2.3.8. BUJÍAS

La bujía tiene la misión de suministrar la chispa para encender la mezcla de combustible-aire: las chispas saltan entre los electrodos de la bujía.

La bujía tiene que introducir bien aislada la tensión de encendido dentro de la cámara de combustión, las temperaturas de combustión son del orden de los 2.500 grados centígrados y las presiones de unos 60 bares, como consecuencia de esto se comprende que se planteen muy elevadas exigencias al aislador y a los electrodos. (Gil Martínez)





**Figura 21: Bujía**

Fuente: <http://www.ngk.com/Automotive-NGK-I1411.aspx>

### **2.2.3.9. CABLES DE BUJÍAS**

Los cables de bujías son los encargados de transmitir la energía eléctrica y el alto voltaje generado en la bobina de encendido al distribuidor y enviarla a las bujías de encendido, para garantizar un óptimo funcionamiento del motor es necesario que los cables no tengan fugas de corriente. (Cables para bujías profesionales, 2014)



**Figura 22: Cables de bujía**

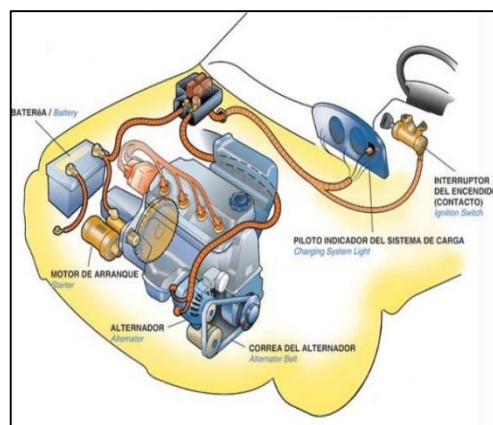
Fuente: <http://www.ngk.com/Automotive-NGK-I1411>.

## 2.3. SISTEMA DE CARGA

### 2.3.1. FUNCIONAMIENTO

El sistema de carga tiene como objetivo generar la corriente eléctrica requerida para alimentar los diferentes circuitos eléctricos del automóvil y recargar el acumulador.

El alternador es el elemento principal del sistema el cual transforma la energía mecánica en energía eléctrica con base en la formación de campos magnéticos que atraviesan los embobinados, induciendo de esta manera un voltaje y una corriente eléctrica de tipo alterna que posteriormente es rectificada a corriente directa por los diodos que se encuentran dentro del alternador.



**Figura 23: Sistema de carga**

Fuente: <http://www.ngk.com/Automotive-NGK-I1411>

### 2.3.2. ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CARGA

#### 2.3.2.1. ALTERNADOR

El alternador es un generador de corriente alterna, que entra en funcionamiento cuando el vehículo está encendido, la función se realiza por

medio de los diodos rectificadores que están dispuestos de manera apropiada formando un puente rectificador en el interior del alternador, el funcionamiento dependerá de factores como: la banda que lo hace girar tiene que estar correctamente tensada, los cables deben estar ajustados a los respectivos bornes y los pernos de soporte correctamente apretados.



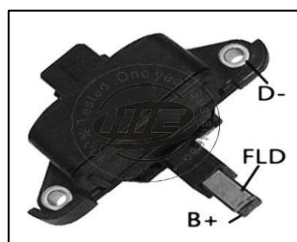
**Figura 24: Alternador**

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

### **2.3.2.2. REGULADOR DE VOLTAJE**

El regulador de voltaje de un vehículo puede ser de dos tipos: el regulador de voltaje conectado a tierra regula la cantidad de energía negativa que entra en el rotor, mientras el regulador de voltaje conectado a tierra de campo controla la cantidad de energía positiva que entra en él.

Ambas acciones cambian la cantidad de corriente directa creada por el alternador, que incrementa o disminuye la cantidad necesaria que pasa a la batería para mantener la cantidad de corriente a niveles seguros.

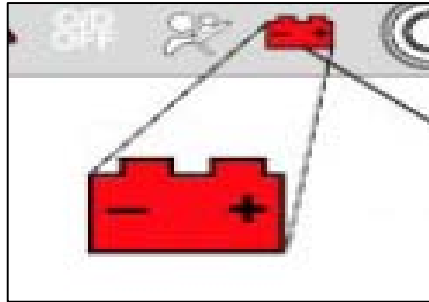


**Figura 25: Regulador de voltaje del alternador**

Fuente: <http://spanish.alibaba.com>

### 2.3.2.3. INDICADOR DE CARGA

El indicador de carga usualmente es una lámpara del tipo ON/OFF, cuando el sistema de carga esté operando, la luz indicadora permanece apagada.



**Figura 26: Indicador de carga**

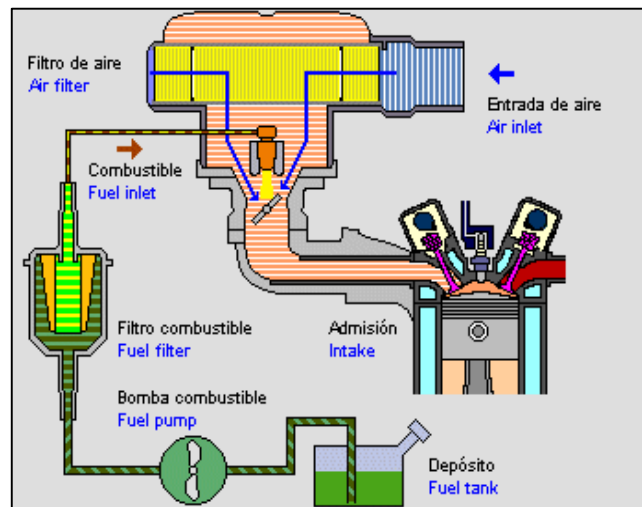
Fuente: <http://professionalautomotive.wordpress.com>

## 2.4. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE

### 2.4.1. FUNCIONAMIENTO

El sistema de alimentación comprende los órganos destinados a llevar la mezcla de aire y combustible hasta los cilindros, cuando el pistón comienza su descenso se produce una absorción de aire que llega a los cilindros a la vez arrastra gasolina, mediante un colector de admisión se une la entrada de combustible de cada cilindro con el carburador.

En algunos carburadores se incorpora en el circuito de ralentí un mecanismo obturador del mismo, capaz de introducir una aguja cónica en el calibre de ralentí, cortando el suministro de gasolina bruscamente cuando sea activado. (Alonso, Sistemas auxiliares del motor, 2007)



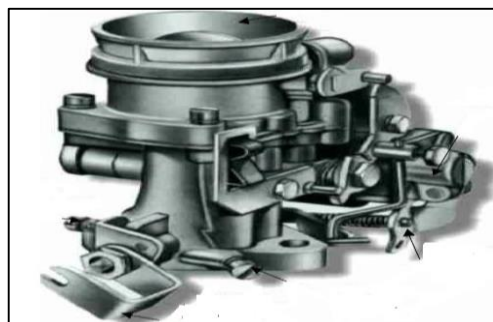
**Figura 27: Sistema de alimentación por carburador**

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

#### 2.4.2. CARBURADOR

El objetivo del carburador es conseguir la mezcla de aire-gasolina en la proporción adecuada según las condiciones de funcionamiento del automóvil.

El funcionamiento del carburador se basa en el efecto Venturi que provoca que toda corriente de aire que pasa por una canalización, genera una succión que se aprovecha para arrastrar el combustible proporcionado por el propio carburador, la depresión creada en el carburador dependerá de la velocidad de entrada del aire que será mayor cuanto menor sea la sección de paso de las canalizaciones.



**Figura 28: Carburador**

Fuente: <http://eduardojv.blogspot.com>

### 2.4.2.1. DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE

La función del depósito es contener y reservar el combustible del vehículo, para su construcción se analiza el volumen total de reserva, la resistencia mecánica, la ubicación es muy importante porque el contenido es altamente inflamable que puede ser afectado por impactos laterales y posteriores, el material de construcción no debe romperse con facilidad aunque se deforme por aplastamiento.



**Figura 29: Tanque de combustible**

Fuente: <http://eduardojv.blogspot.com>

### 2.4.2.2. LÍNEAS DE COMBUSTIBLE

Las líneas de combustible deben tener un tamaño adecuado para llevar un máximo de flujo de combustible requerido bajo todas las condiciones de operaciones del motor, y no deberán tener dobladuras muy ceñidos o subidas rápidas.



**Figura 30: Líneas de combustible**

Fuente: <http://eduardojv.blogspot.com>

### 2.4.2.3. FILTRO DE GASOLINA

La función del filtro es proteger el sistema de alimentación eliminando las impurezas del combustible cuando es dirigido hacia el carburador o inyectores.

La ubicación del filtro de gasolina está entre la bomba de combustible y los inyectores o de ser el caso del carburador bloqueando todas las partículas mayores de 8 micras.

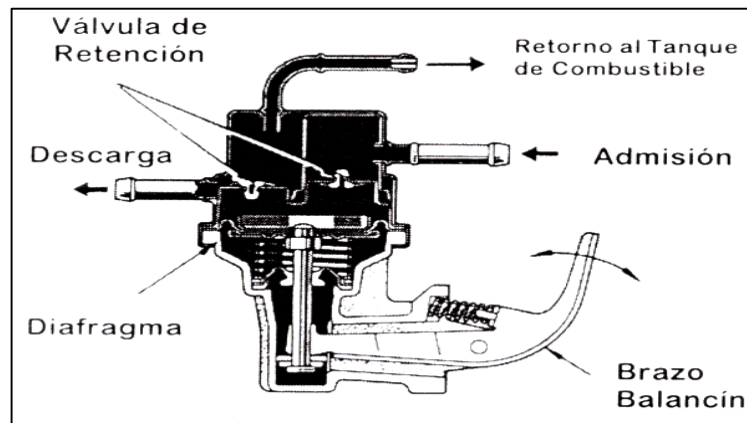


**Figura 31: Filtro de gasolina**

Fuente: <http://www.widman.biz/Productos/filtros-combustible.html>

### 2.4.2.4. BOMBA DE COMBUSTIBLE

Para llevar el combustible desde el depósito hasta el carburador o sistema de inyección, se utilizan las bombas de alimentación que generalmente son de tipo mecánico aunque también se emplean las eléctricas, fundamentalmente cuando el caudal que hay que suministrar es importante la bomba aspira el combustible de un depósito a través del filtro para impulsarlo al carburador utilizándose tubos de plástico o metálicos en la unión de los componentes. (Alonso, Sistemas auxiliares del motor, 2007)



**Figura 32: Bomba de gasolina**

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/alimentacion>

## 2.5. PANTALLA LCD TOUCH TFT

En la pantalla se visualiza los parámetros que están siendo medidos durante un proceso de funcionamiento, la interfaz de 4 bits proporciona el control de los parámetros que están en el proceso de evaluación, además consta con una interfaz de 8 bits para mejor comunicación con la tarjeta SD, en la que se almacena los diseños gráficos que se utiliza como mascarillas para las ventanas de control.



**Figura 33: Pantalla TFT**

Fuente: <http://electro-devices.com/view.php>



### 2.5.1. ARDUINO UNO R3

El Arduino es una placa electrónica basada en el microprocesador, cuenta con 14 pines digitales de entrada / salida de los cuales 6 pueden utilizarse para salidas PWM, 6 entradas analógicas, un resonador cerámico 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un header ICSP, y un botón de reinicio, contiene todo lo necesario para apoyar el microcontrolador.

El Arduino Uno puede ser alimentado a través de la conexión USB o con una fuente de alimentación externa, la fuente de alimentación es seleccionada de forma automática.

Puede venir con un adaptador de CA a CC o la batería, el adaptador se puede conectar enchufando un conector de 2,1 mm de centro positivo en el conector de alimentación de la placa, y los cables de una batería se pueden insertar en los encabezados de pin GND y Vin del conector de alimentación.

Una biblioteca Software Serial establece la comunicación en serie en cualquiera de los pines digitales, el software de Arduino incluye una librería Wire para simplificar el uso del bus I2C. (Download the Arduino Software, 2014) (Download the Arduino Software, 2014)

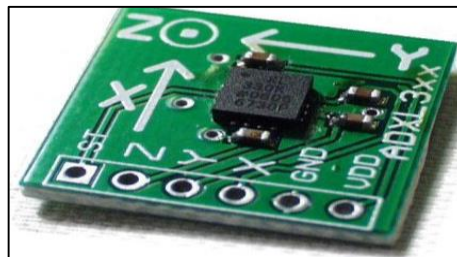


**Figura 34: Arduino**

Fuente: <http://electro-devices.com/view.php>

### 2.5.2. ACELERÓMETRO

Los acelerómetros o sensores de aceleración que están diseñados para realizar una medida de aceleración o vibración, proporcionando una señal eléctrica según la variación física, son muy precisos porque contiene 16 bits de analógico a hardware de conversión digital para cada canal, y captura la x, y, z y el canal al mismo tiempo. El sensor utiliza el I2C-bus para conectar con el Arduino. (Download the Arduino Software, 2014)



**Figura 35: Acelerómetro**

Fuente: <http://arduino.cc/en/main/software>

### 2.5.3. RELÉ AUTOMOTRIZ 12V

El relé es un conector electromecánico que funciona como un interruptor, controlado por un circuito eléctrico en el cual el electroimán interno hace bascular la armadura al ser excitada, cerrando los contactos dependiendo de si es normalmente abierto o normalmente cerrado, cuando se aplica un voltaje a la bobina se genera un campo magnético, que provoca que los contactos hagan una conexión.

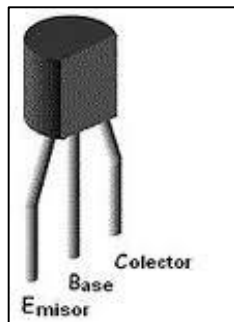


**Figura 36: Relé 12V**

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

#### 2.5.4. TRANSISTOR 2N3904

El transistor 2N3904 es uno de los más frecuentes transistores NPN generalmente usado para amplificación, está diseñado para operar a bajas intensidades, bajas potencias, tensiones medias, y puede operar a velocidades razonablemente altas, el transistor posee tres terminales llamadas emisor, base y colector. El emisor y el colector son los terminales principales del transistor, dependiendo de la configuración del circuito, la masa o el equivalente de masa puede conectarse ya sea al emisor o al colector. (Valdivieso)



**Figura 37: Transistor**

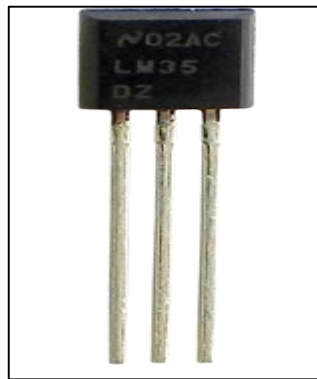
Fuente: <http://electro-devices.com/view.php>

#### 2.5.5. LM 35

El LM35 es un sensor de temperatura con una precisión calibrada de  $1^{\circ}\text{C}$ , el rango de medición abarca desde  $-55^{\circ}\text{C}$  hasta  $150^{\circ}\text{C}$ , y la salida es lineal y cada grado centígrado equivale a  $10\text{mV}$ .

El LM35 no requiere de circuitos adicionales para calibrarlo externamente, la baja impedancia de salida, su salida lineal y su precisa calibración hace posible que esté integrado sea instalado fácilmente en un circuito de control.

Debido a su baja corriente de alimentación se produce un efecto de auto calentamiento muy reducido.



**Figura 38: LM 35.**

Fuente: <http://electro-devices.com/view.php>

### 2.5.6. BORNERA PCB

Es un elemento de alimentación para una placa electrónica, por lo general se encuentra borneras de dos entradas, una entrada corresponde a positivo y la otra a negativo, existen borneras con tres entradas que tiene un polo positivo, un neutro y un polo negativo dependientemente del tipo de aplicación que se requiera.



**Figura 39: Bornera**

Fuente: <http://electro-devices.com/view>.

### 2.5.7. CONDENSADOR TIPO LENTEJA

Los condensadores son dispositivos capaces de almacenar una determinada cantidad de electricidad. Se compone de dos superficies

conductoras, llamadas armaduras puestas frente a frente y aisladas entre sí por un material aislante que se llama dieléctrico, la capacidad de almacenamiento es proporcional directamente a la superficie enfrentada. (López)

Posee una serie de características como capacidad, tensión de trabajo, tolerancia polaridad.



**Figura 40: Condensador tipo lenteja**

Fuente: <http://electro-devices.com/view>.

### 2.5.1. CONDENSADORES ELECTROLÍTICOS

Posee el dieléctrico formado por papel impregnado en electrolito, siempre tienen polaridad, y una capacidad superior a 1  $\mu\text{F}$ .

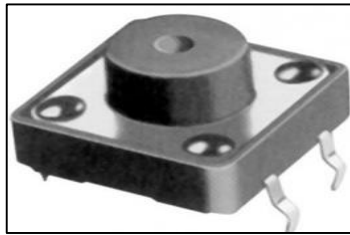


**Figura 41: Condensadores electrolíticos**

Fuente: <http://electro-devices.com/view>.

### 2.5.8. PULSADORES DE TACTO

Son interruptores que activan o desactivan el flujo de corriente, en su interior tiene dos contactos que al ser pulsados son activados dependiendo del tipo de pulsador que se posea, el pulsador puede ser normalmente abierto o normalmente cerrado.



**Figura 42: Pulsador**

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

### 2.5.9. RESISTENCIA ELÉCTRICA

La resistencia es aquel componente que opone cierta dificultad al paso de la corriente eléctrica en los más variados valores según el tipo de componentes de modo que pueden cumplir diversas funciones como: la polarización de carga, limitadores de tensión.

Las resistencias son los elementos que más abundan en los circuitos electrónicos, cuando se destapa cualquier caja que contiene semiconductores se puede verlas con abundancia. (López)

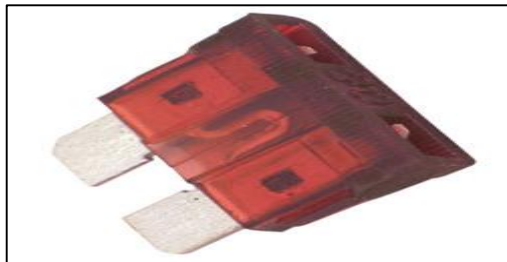


**Figura 43: Resistencia**

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

### 2.5.10. FUSIBLES

Los fusibles en un vehículo actúan como interruptores de circuitos para proteger los sistemas eléctricos. Cada componente del vehículo utiliza electricidad descansa sobre un fusible como un puente entre sí mismo y la fuente de poder, la mayoría de los fusibles manejan la carga de muchos objetos eléctricos. Un fusible puede dirigir energía al radio, las luces de emergencia y las luces de freno. Todos los fusibles están clasificados por un amperaje específico y no puede enviar más que esa cantidad de energía. (Mike, 2014)



**Figura 44: Fusible**

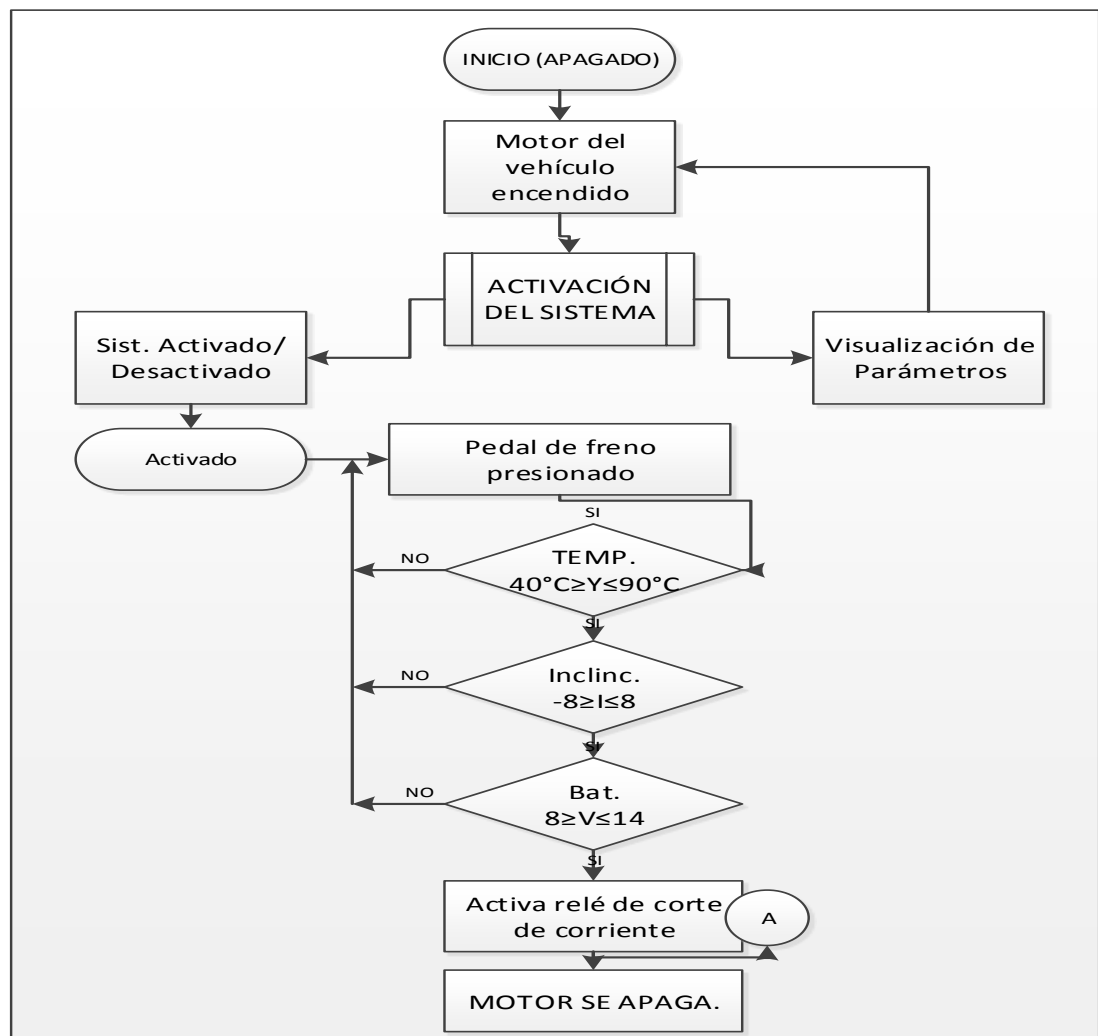
Fuente: <http://www.electronicabf.com>

## CAPÍTULO III

### 3. DISEÑO ELECTRÓNICO

#### 3.1. DIAGRAMA GENERAL DE DISEÑO DE SEÑALES DE ENTRADA Y SALIDA DEL SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO.

Para el diseño electrónico se inicia con un flujograma donde se establece las condiciones que debe cumplir para que el motor se apague y se encienda.

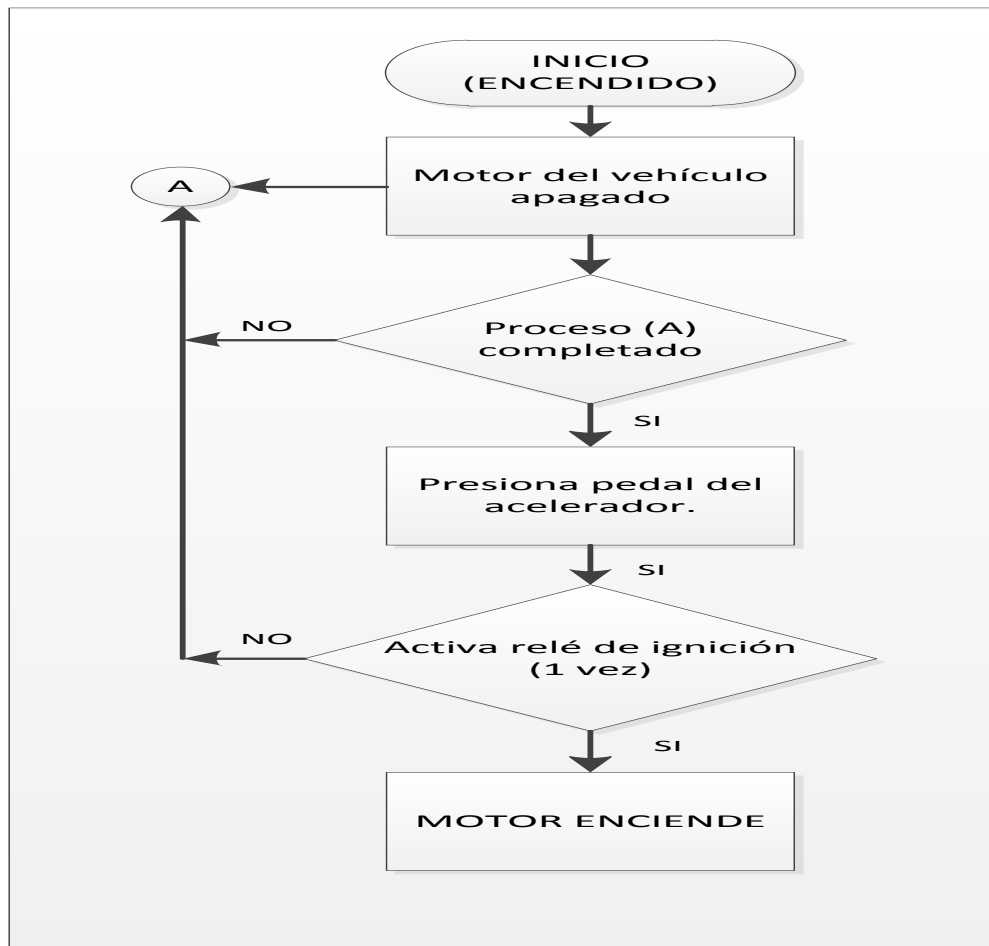


**Figura 45: Flujograma para el apagado del motor**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.



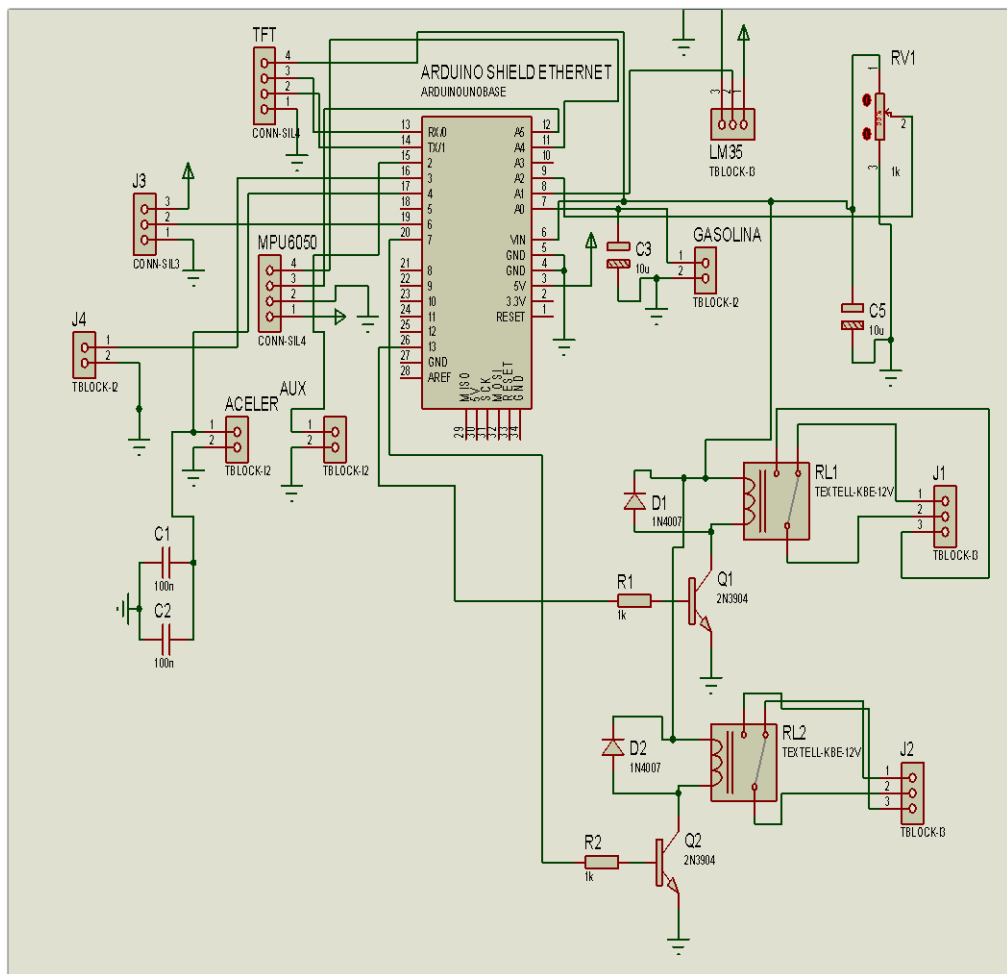
Se realiza un flujograma estableciendo los parámetros que debe cumplir para que el motor se encienda nuevamente.



**Figura 46: Flujograma para el encendido del motor**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

En el diagrama de la figura 47 se observa de una manera general del diseño electrónico del sistema de encendido.



**Figura 47: Diagrama general de diseño de señales de entrada y salida del sistema de encendido electrónico**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

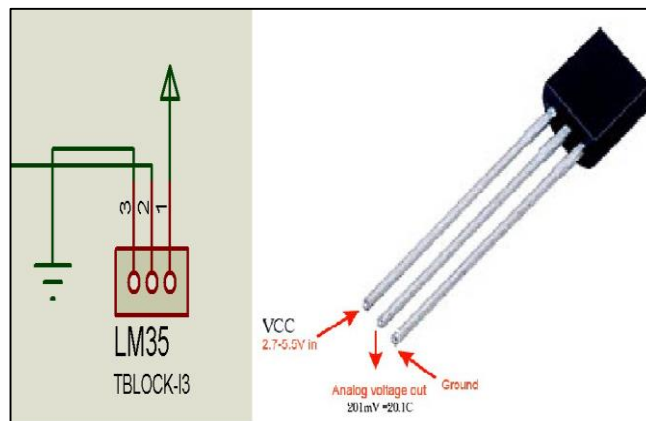
El diseño del sistema electrónico de encendido faculta:

- Apagar el motor del vehículo cuando el uso del mismo no sea necesario, cumpliendo con varios parámetros para que la operación entre en funcionamiento.
- Encender el motor del vehículo cuando se presione el pedal de aceleración.

- Visualizar los parámetros (temperatura del motor, voltaje de batería, nivel de gasolina, inclinación del vehículo).
- Controlar la variación de parámetros de temperatura del motor, inclinación del vehículo, carga de la batería.

### 3.1.1. BLOQUE DE CONEXIÓN PARA EL LM35

La conexión del medidor de temperatura se realiza en una bornera con 3 puntos de conexión, designados para el voltaje de entrada, el voltaje de salida y masa.

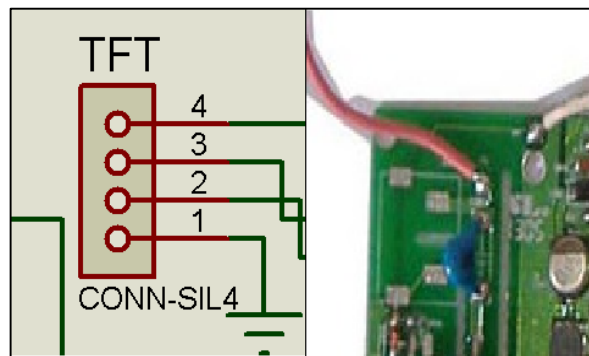


**Figura 48: Bloque de conexión para LM35**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

### 3.1.2. BLOQUE DE CONEXIÓN PARA LA VISUALIZACIÓN DE PARÁMETROS DEL VEHÍCULO

Para la visualización es necesario un bloque de cuatro puntos de conexión, asignados para el voltaje de entrada, el voltaje de salida, voltaje de señal y masa respectivamente.

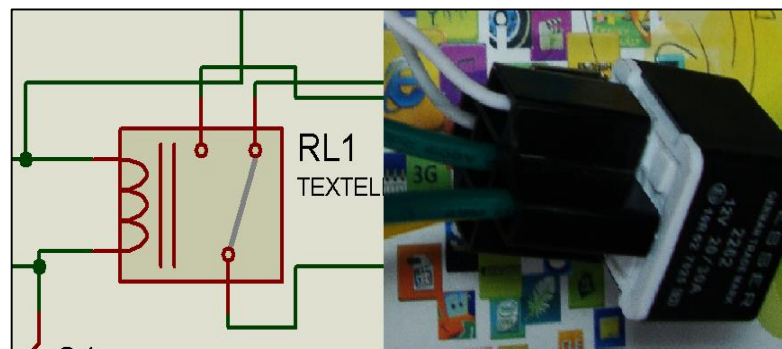


**Figura 49: Bloque de conexión para TFT**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

### 3.1.3. CONEXIÓN DE RELÉ PARA EL ENCENDIDO DEL MOTOR DEL VEHÍCULO

El relé entra en funcionamiento cuando la placa de Arduino envía la señal de salida para proceder con el encendido del motor del vehículo, el relé se encuentra en la posición de normalmente abierto.

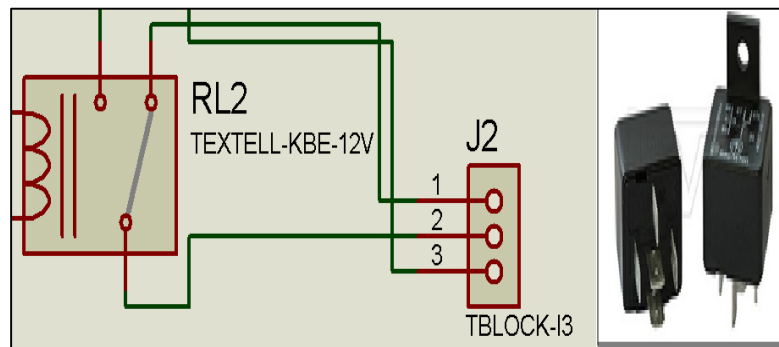


**Figura 50: Relé para el encendido.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

### 3.1.4. CONEXIÓN DE RELÉ PARA EL ENCENDIDO DEL MOTOR DEL VEHÍCULO

El relé corta el paso de corriente que va desde la batería hacia los fusibles activándose cuando se acciona el pedal de freno, para proceder con el apagado del motor.

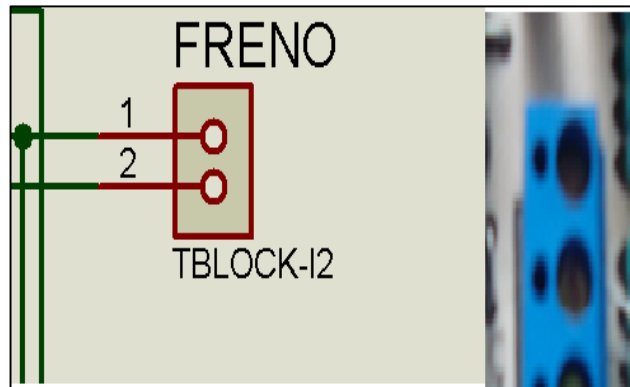


**Figura 51: Relé para el apagado del motor.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

### 3.1.5. CONEXIÓN PARA EL PULSADOR DEL PEDAL DE FRENO

Se establece la conexión con el pulsador para obtener las señales de entrada hacia el sistema, y que pueda ejecutarse el proceso lógico de la programación para el encendido y apagado del motor.



**Figura 52: Bloque de conexión para el pedal de freno.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

### 3.1.6. CONEXIÓN PARA EL PULSADOR DEL PEDAL DE ACELERADOR

Realiza la conexión con el pulsador ubicado en el pedal del acelerador, el cual envía las señales de entrada hacia la placa de Arduino.

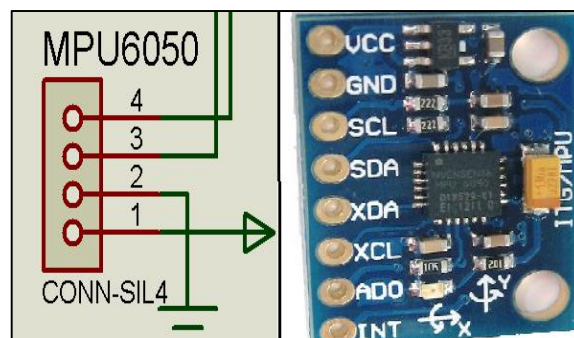


**Figura 53: Bloque de conexión para el pedal del acelerador.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

### 3.1.7. CONEXIÓN PARA EL MPU 6050

La conexión con el acelerómetro indica la inclinación del vehículo, y consta de cuatro cables de conexión para la placa de Arduino.



**Figura 54: Bloque de conexión para el MPU 6050.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

## 3.2. PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO

Para el correcto funcionamiento del sistema de encendido mediante el pedal de aceleración es necesario que la placa de Arduino reciba los siguientes datos: temperatura del motor, inclinación del vehículo, nivel de carga de la batería, el tiempo que se mantenga el vehículo detenido, éstas señales son enviadas al Arduino para analizar y comparar los valores que se

encuentra dentro de la programación y determinar si el motor del vehículo debe apagarse o mantenerse encendiendo.

El indicador de temperatura está ubicado en la parte central del motor para captar la temperatura promedio entre el motor y el medio ambiente.

El acelerómetro indica la inclinación del vehículo, y se encuentra ubicado dentro del vehículo.

El sistema de enciendo tiene un fusible tipo uña que está ubicado al inicio de la toma de corriente para la placa.



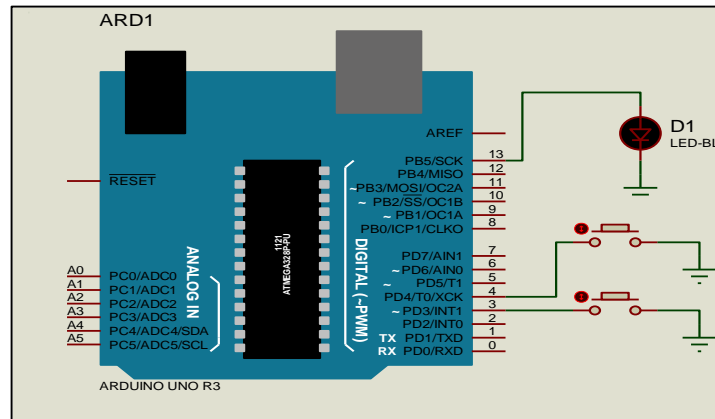
**Figura 55: Fusiblera del vehículo**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

### **3.3. TARJETA ELECTRÓNICA PARA PROGRAMACIÓN**

Para la programación del control electrónico se utiliza una placa Arduino y se estable los parámetros de funcionamiento, y es la encargada de recibir los valores y señales de los diferentes actuadores que se encuentran instalados en el vehículo.

Según el pulsador que sea presionado la placa de Arduino recibe una señal que aprueba su activación, para que se encargue de comparar los datos previamente programados con los datos enviados por los actuadores.



**Figura 56: Arduino Uno**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C. (ISIS PROTEUS 8.0)

### 3.4. PROGRAMACIÓN DE ARDUINO UNO PARA LA EJECUCIÓN DEL SISTEMA

La programación en Arduino se inicia estableciendo las variables de afirmaciones para proceder con los procesos de comparación de valores para que se puede ejecutar el sistema de encendido. Estas variables son activadas cuando los pulsadores del freno y del acelerador sea accionados durante los tiempos que se estable en la programación.

Como entrada de datos para el Arduino se ubica dos pulsadores en el pedal de freno y el pedal de aceleración respectivamente, el pulsador de freno envía primera señal que inicia en alto, cuando el pulsador del freno está presionando durante el tiempo establecido envía la señal para que el Arduino analice y envíe la orden a los relés para que activen y desactiven el paso de energía al sistema de encendido.

Las líneas de programación se ven en el anexo A.



### **3.5. PROGRAMACIÓN DEL PULSADOR Y ACTUADOR PARA EL APAGADO DEL MOTOR DEL VEHÍCULO**

Para proceder con el apagado del motor se deben cumplir con los valores establecidos en la programación.

El pulsador de freno es activado cuando ha cumplido el tiempo programado para su ejecución, enviando la señal al módulo para proporcionar la orden al relé el mismo proceda a la apertura de sus contactos, dejando por un determinado tiempo al motor sin ningún tipo de alimentación eléctrica.

### **3.6. PROGRAMACIÓN DEL PULSADOR Y ACTUADOR PARA EL ENCENDIDO DEL MOTOR DEL VEHÍCULO**

El proceso de encendido entra en funcionamiento cuando el pulsador del acelerador es presionado, activando el sistema que analiza si el proceso de apagado concluyó para que se pueda seguir con el encendido, caso contrario el pulsador no tendrá efecto, cuando el proceso de apagado haya concluido su período, el pulsador del acelerador da la señal para que el Arduino envíe la señal al relé que está ubicado en los contactos del switch de enciendo, se procede a cerrar y abrir los contactos, durante el tiempo de activación del relé el motor procede a encenderse, cuando el motor esté enciendo el pulsador del acelerador no envía ninguna señal al Arduino hasta que se vuelva a cumplir nuevamente con el proceso de frenado.

### **3.7. CONTROL DE ACTIVACIÓN Y DESACTIVACIÓN DEL SISTEMA**

La pantalla TFT contiene un icono de inicio que al ser presionado activa o desactiva el sistema según sea el requerimiento, la pantalla continúa indicando los valores censados cuando el sistema se encuentra desactivado.



**Figura 57: Pantalla TFT**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

### **3.8. PROGRAMACIÓN DE SEÑALES DE BATERÍA**

Para obtener la visualización del valor de carga de la batería se realiza la programación que es almacenada en Arduino y la conexión directa a los bornes de la batería.

Las líneas de programación se ven en el anexo A.

### **3.9. PROGRAMACIÓN DE SEÑALES DE TEMPERATURA**

La programación para la señales de temperatura se inicia con la declaración de variables en Arduino que tiene valores establecidos y son comparados con los valores de entrada.

Las líneas de programación se ven en el anexo A.

### **3.10. PROGRAMACIÓN DE INCLINACIÓN DEL VEHÍCULO**

La programación del acelerómetro se inicia definiendo una variable que es comparada con los valores de entrada.

Las líneas de programación se ven en el anexo A.

### 3.11. PROGRAMACIÓN DE INDICADOR DE COMBUSTIBLE

Es una señal analógica que determina el nivel de combustible mediante un valor de voltaje.

Las líneas de programación se ven en el anexo A.

### 3.12. CONECTORES

Arduino utiliza diferentes pines de conexión para su ejecución, y son designados al inicio de la programación, escogiendo los pines de entrada y salida de las señales que se requiera para que el programa puede iniciar su funcionamiento.

**Tabla 1**  
**Asignación de pines para la placa Arduino.**

PIN	DESCRIPCIÓN
<b>RX/0</b>	TFT
<b>TX/1</b>	TFT
<b>2</b>	AUX
<b>3</b>	Fr.
<b>4</b>	Ac.
<b>6</b>	J3
<b>7</b>	Fr.
<b>13</b>	Fr.
<b>A0-7</b>	Ga
<b>A1-8</b>	LM35
<b>A2-9</b>	C5
<b>A4-11</b>	MPU
<b>A5-12</b>	MPU
<b>VIN-6</b>	TFT
<b>GND-5</b>	GND
<b>GND-4</b>	GND
<b>5V-3</b>	ALIM.

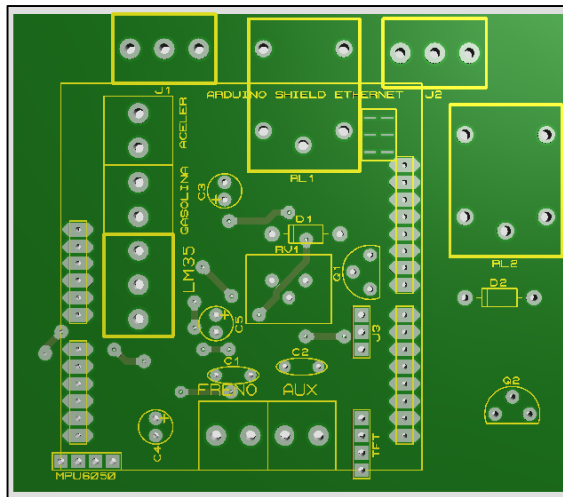
Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

- **RX/0 TX/1:** Recibe y envía datos analizados durante el proceso de ejecución del programa almacenado en Arduino.

- **VIN-6:** Señales de información digital hacia la pantalla.
- **A11-A11,-A0-7, A1-8:** Pines seriales

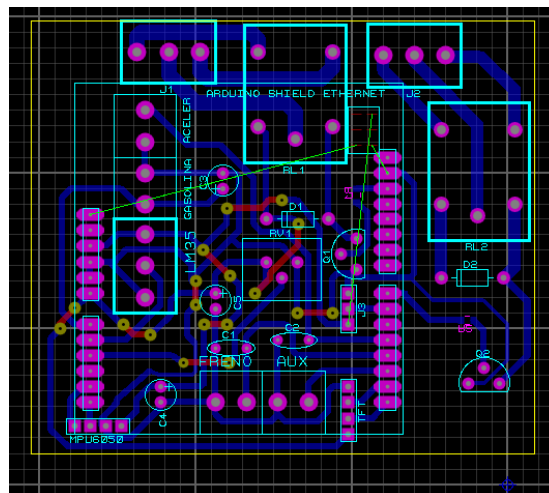
### 3.13. RUTEADO DE LA PLACA.

El ruteado de la placa contenedora de elementos electrónicos se realiza con la ayuda del programa Ares, que se observa en la figura 58.



**Figura 58: Diseño de la placa para comunicación con Arduino**

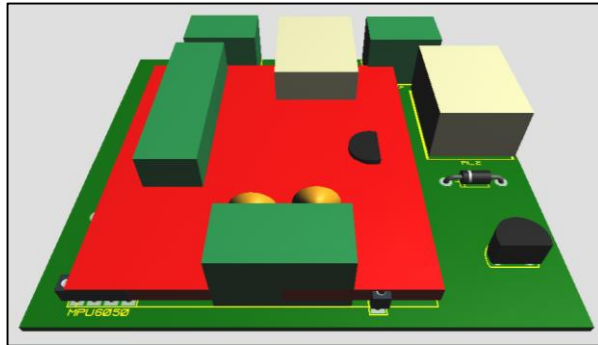
Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.



**Figura 59: Ruteado de la placa para comunicación con Arduino**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

El programa Ares proporciona una visualización en 3D de la placa, como se muestra en la figura 60.



**Figura 60: 3D de la placa electrónica**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

### 3.14. VISUALIZACIÓN Y CONTROL DE SEÑALES EN ARDUINO

#### 3.14.1. ¿QUÉ ES ARDUINO?

Es una placa de programación con un hardware libre, basado en un microcontrolador y un entorno de desarrollo para crear proyectos multidisciplinarios.

El hardware está compuesto por un microcontrolador Atmega328 y sus diferentes puertos de entrada y salida.

```

sketch_nov14a | Arduino 1.0.6
Archivo Editar Sketch Herramientas Ayuda
sketch_nov14a $
// Short example sketch
// By Arduino user JohnChi
// August 12, 2014.
// public domain

#define ACCELEROMETER_SENSITIVITY 6192.0
#define GYROSCOPE_SENSITIVITY 65.536
#define R_PI 3.14159265359
#define dt 0.01
#include<Wire.h>

const int GyroA=0x68; // I2C address of the MPU-6050
float AccX,AccY,AccZ,Temp,GyX,GyY,GyZ;
int acc_axes[3];
int gyro_axes[3];
float *p=0;
float *E=0;
float volatile pp, EE;
2|-----
170 Arduino Uno on COM3
  
```

**Figura 61: Pantalla de programación**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

El lenguaje de programación y las herramientas derivan en último término de C, uno de los lenguajes más extendidos se añaden elementos de Processing/Wiring para hacerlo lo más sencillo posible, mediante el lenguaje se describe el comportamiento de la placa Arduino, los ficheros que contienen el texto del programa se denominan Sketchs. (Lajara Vizcaíno & Peligrí Sebastián, 2014)

**Tabla 2**

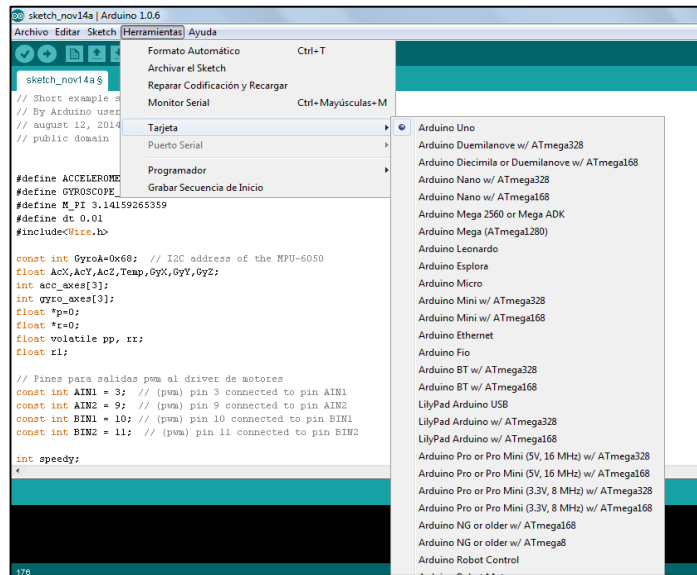
**Asignación de pines para la placa Arduino.**

ATmega328	
<b>Voltaje operativo</b>	5 V
<b>Voltaje de entrada recomendado</b>	7-12 V
<b>Voltaje de entrada límite</b>	6-20 V
<b>Contactos de entrada y salida digital</b>	14 (6 proporcionan PWM)
<b>Contactos de entrada analógica</b>	6
<b>Intensidad de corriente</b>	40 mA
<b>Memoria Flash</b>	32KB (2KB reservados para el bootloader)
<b>SRAM</b>	2 KB
<b>EEPROM</b>	1 KB
<b>Frecuencia de reloj</b>	16 MHz
<b>Interfaz de programación</b>	USB vía Atmega 16U2

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

### 3.14.2. COMUNICACIÓN DE ARDUINO

Para almacenar la programación en Arduino se debe tener una comunicación directa con la placa física, para lo cual se conecta la placa al ordenador como un dispositivo de almacenamiento común, mediante la pestaña de Herramientas se elige la opción tabla que inmediatamente despliega la lista de las placas existentes, se procede a seleccionar la placa correspondiente y automáticamente se genera la conexión con el programa Sketch Nov Arduino. (Valle, 2014)

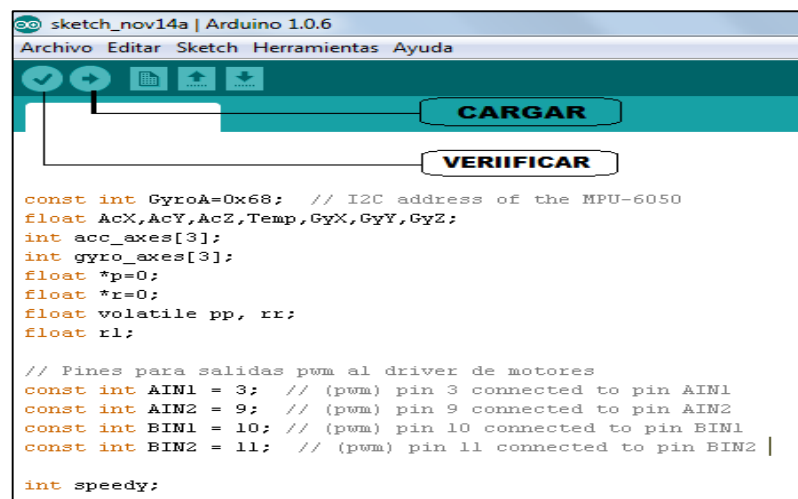


**Figura 62: Conexión de la placa física al ordenador.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

### 3.14.3. CONTROLES DEL PROGRAMA

En la pantalla del programa Sketch Nov Arduino se localiza los iconos de verificación de programación y de almacenamiento del programa.



**Figura 63: Iconos principales del programador.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

### 3.14.4. FUNCIONES

Arduino basa su programación en el lenguaje C y ciertas funciones del C++, como se indica en la tabla:

**Tabla 3**  
**Funciones lógicas.**

Delimitadores	;	{}
Comentarios	//,/**/	
Cabeceras	#define, #include	
Operadores aritméticos	+, -, *, /, %	
Asignación	=	
Operadores de comparación	&&,   , !=, <, >, <=, >=	
Operadores Booleanos	&&,   , !	
Operadores. de acceso a punteros	*, &	
Operadores de bits	&,  , ^, ~, <<, >>	
Incr. y decremento de variables	++, --	
Asignación y operación	+=, -=, *=, /=, &=,  =	

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

### 3.14.5. ESTRUCTURA DE CONTROL

**Tabla 4**  
**Estructura de control.**

Condicionales	if, if..else, switch case
Bucles	for, While, do...while
Bifurcaciones y saltos	break, continue, return, goto

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

### 3.14.6. CONSTANTES

**Tabla 5**  
**Constantes de programa**

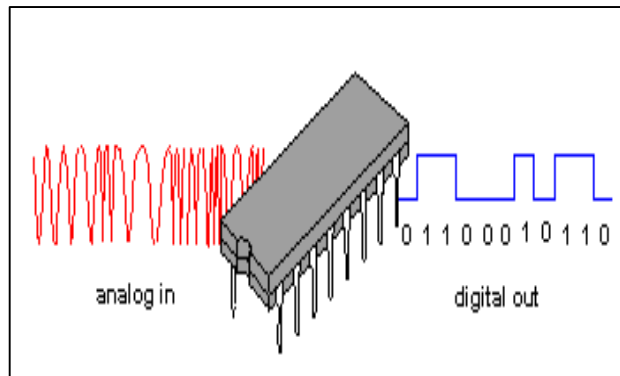
HIGH/LOW	Niveles alto y bajo de las señales de entrada y salida
INPUT/OUTPUT	Entrada y salida
false(falso)	Representa la señal del cero lógico
true(verdadero)	Numero diferente de cero

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.



### 3.14.7. CONVERSIÓN ENTRE TIPOS

Estas funciones reciben como argumento una variable de cualquier tipo para ser convertida en el tipo de lectura deseada mediante los siguientes comandos: `char()`, `byte()`, `int()`, `word ()`, `long()`, `float()`.

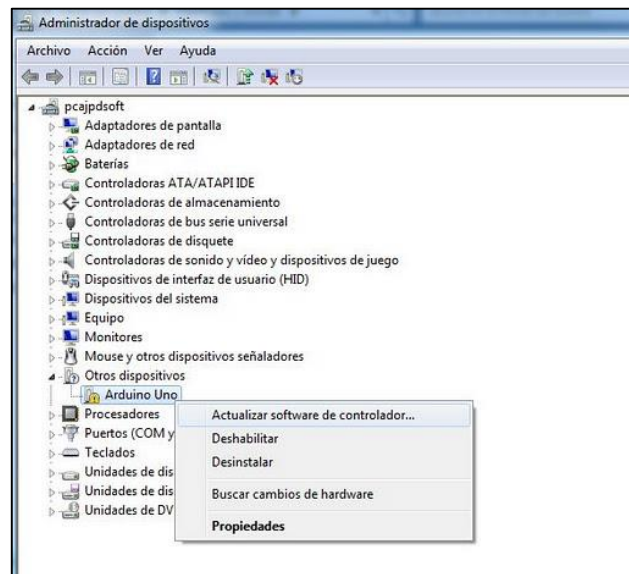


**Figura 64: Conversión de señal analógica a digital**

Fuente: <http://playground.arduino.cc/ArduinoNotebookTraduccion>

### 3.14.8. ADMINISTRACIÓN DE PUERTOS AL ORDENADOR

La conexión con el puerto del ordenador es igual que una memoria de almacenamiento, Arduino manipula los puertos mediante AVR, para una transferencia de información mucho más rápida que la de un dispositivo de almacenamiento.



**Figura 65: Actualización de dispositivo.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

### 3.14.9. MANIPULACIÓN DE PUERTOS

Los registros de puertos admiten la manipulación a más bajo nivel y de forma más rápida de los contactos de entrada/salida del microcontrolador de las placas Arduino. Los contactos eléctricos de las placas Arduino están repartidos entre los registros B (0-7), C (analógicos) y D (8-13). (Valle, 2014)

Un circuito comparador proporciona la entrada de voltajes analógicos y proporciona una salida digital que indica cuando una entrada es menor que o mayor que la segunda.

La salida de una señal digital que permanece a un nivel alto de voltaje cuando la entrada no inversora (+) es mayor que el voltaje en la entrada inversora (-) y cambia a un nivel de voltaje más bajo cuando el voltaje de la entrada no inversora se reduce por debajo del voltaje de la entrada inversora. (Boylestad & Nashelsky, 2009)

- a. **DDR[B/C/D]**: Data Direction Register (dirección del registro de datos), del puerto B,C ó D. Es una variable de lectura/escritura que sirve para especificar cuáles contactos serán usados como entrada y salida
- b. **PORT[B/C/D]**: Data Register (registro de datos) del puerto B,C ó D. Es una variable de lectura/escritura.
- c. **PIN[B/C/D]**: Input Pins Register (registro de pines de entrada) del puerto B,C ó D. Variable solo de lectura.

## CAPÍTULO IV

### 4. CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL ENCENDIDO Y PAGADO DE UN VEHÍCULO SUZUKI FORZA 1 POR INTERMEDIO DEL ACELERADOR.

#### 4.1. PARÁMETROS DEL VEHÍCULO

El vehículo Suzuki Forza 1 del año 88, posee las características que se describe en la tabla 6.

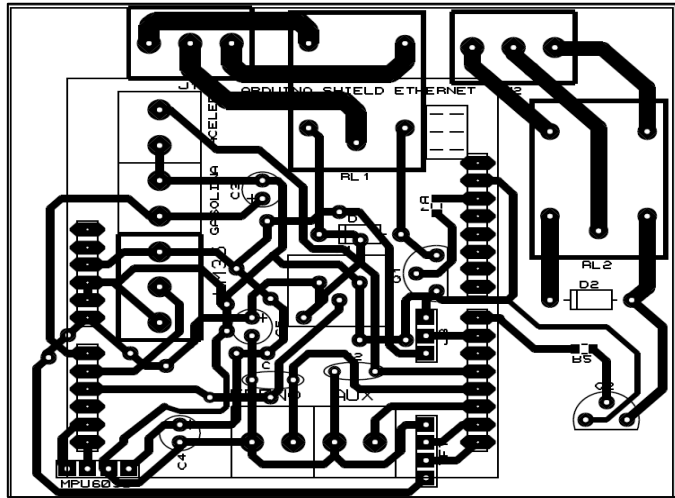
**Tabla 6**  
**Parámetros del vehículo Suzuki Forza 1**

<b>Tipo</b>	<b>SOHC 3 cilindros en línea cuatro tiempos</b>
<b>Material</b>	Aluminio bloque cabezote admisión
<b>Peso</b>	60.1 Kg (134.5 lbs) / completamente armado
<b>Cilindrada</b>	993 CM3
<b>Diámetro x carrera</b>	74 x 77 (mm) / 2.91 x 3.03 (in)
<b>Relación de compresión</b>	8.8:1
<b>Potencia</b>	48 Hp @ 5100 rpm
<b>Torque</b>	57 lbs-ft @ 3200 rpm
<b>Carburador</b>	Carburador un cuerpo
<b>Alimentación de combustible</b>	Bomba mecánica
<b>Presión de alimentación</b>	0,2-0,3 bar
<b>Capacidad de combustible</b>	8.3 galones
<b>Tipo de combustible</b>	Gasolina extra 82 octanos
<b>Sistema de escape</b>	Simple
<b>Sistema de encendido</b>	Electrónico
<b>Bujías</b>	NGK
<b>Orden de encendido</b>	1-3-2
<b>Sistema de refrigeración</b>	Circulación forzada de agua por bomba
<b>Capacidad refrigerante</b>	4.1 litros
<b>Tensión de alimentación bobina</b>	12 V
<b>Apertura termostato</b>	82°C

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

#### 4.2. CONSTRUCCIÓN DE LA PLACA ELECTRÓNICA

Para la construcción de la placa se imprime las pistas del circuito a escala real, el proceso se realiza mediante el programa ARES.



**Figura 66: Impresión del circuito en la hoja térmica**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

Se procede a cortar la baquelita de acuerdo a la medida de la placa con la ayuda de una cierra de hierro.



**Figura 67: Corte de baquelita**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

Seguido se pule la placa con una lija fina para evitar el desprendimiento de las pistas de la placa.



**Figura 68: Lijado de baquelita**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

En la placa de baquelita se ubica la hoja térmica de impresión del circuito en la superficie lijada y sobre ello una hoja de papel bond con la finalidad que no existan partículas durante la impresión de la placa.



**Figura 69: Centrado de la hoja termina de impresión en la placa de baquelita**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

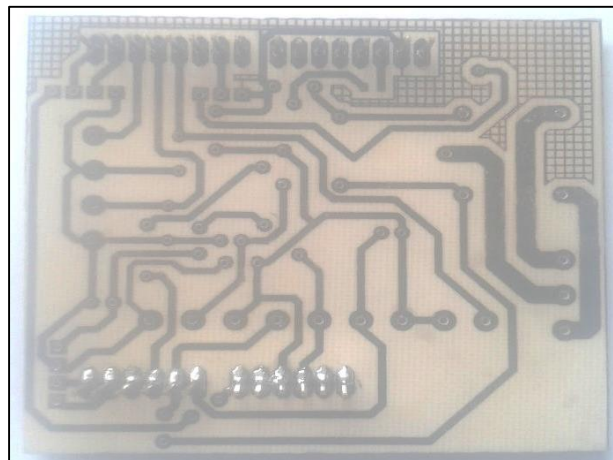
Para la impresión se coloca un paño húmedo sobre la hoja de papel bond, inmediatamente con una plancha a temperatura alta se procede a desplazar todo el área de impresión.



**Figura 70: Impresión de la placa**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

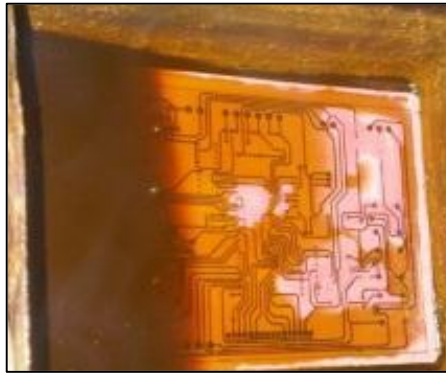
Terminado con el proceso de impresión se retira el paño húmedo, la hoja de papel bond y la hoja térmica con mucho cuidado para conocer el resultado final de la impresión del circuito.



**Figura 71: Circuito correctamente copiado**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

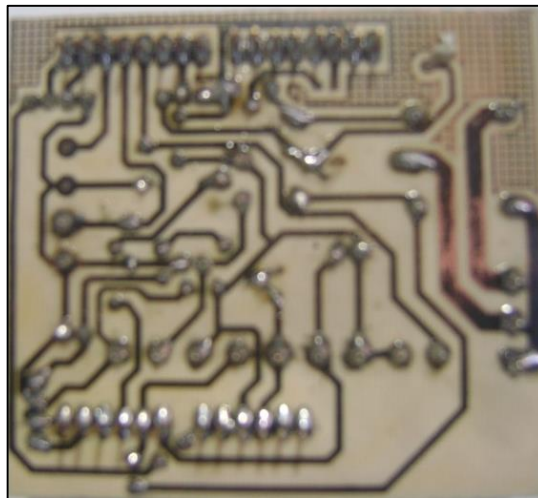
Se mezcla una funda y media de ácido con agua caliente en un depósito para introducir la placa de baquelita, y retirar el exceso del material en las pistas del circuito.



**Figura 72: Baquelita sumergida en acido**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

Para que las pistas del circuito no tengan ningún tipo de corto se realiza un pequeño lijado, dejando la placa completamente libre de impurezas que puedan generar fallas en el funcionamiento.



**Figura 73: Baquelita pulida**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

Finalizado la impresión de la placa, se procede a la perforación de los orificios con una broca 3/16.





**Figura 74: Perforación de la placa**

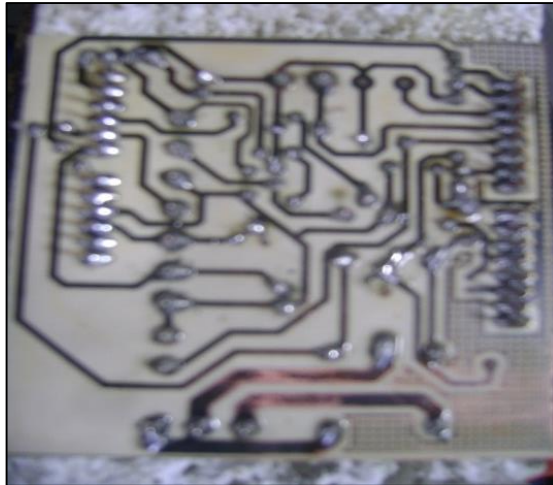
Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

Terminado de preformar se procede a soldar los elementos en la placa con mucho cuidado para no dañar las pistas del circuito



**Figura 75: Soldadura de elementos**

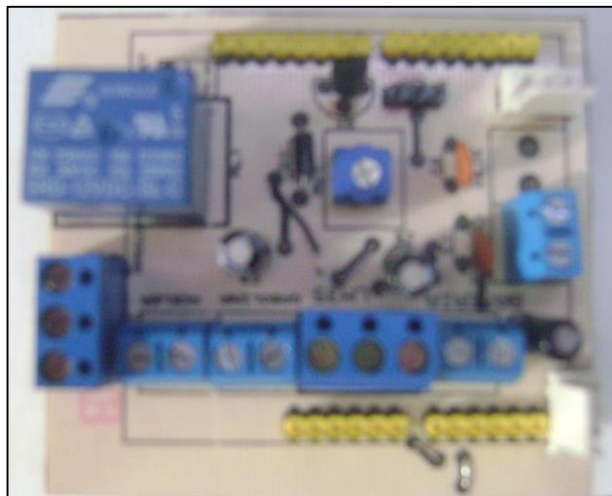
Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.



**Figura 76: Pines soldados**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

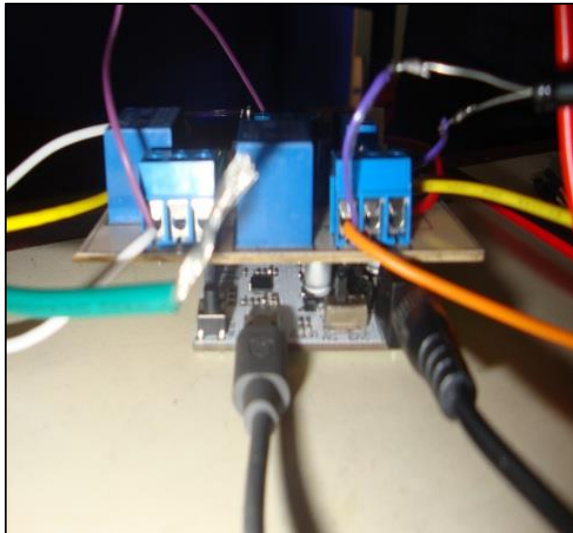
Realizado los orificios y soldado todos los elementos se conectan todos los cables que servirán de entrada y salida para la placa.



**Figura 77: Placa de relés finalizada**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

Con la placa terminada se coloca en el Arduino, para verificar la comunicación entre las ellas.



**Figura 78: Placa montada en Arduino.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

Finalmente se realiza la conexión con la pantalla TFT.



**Figura 79: Comunicación de Arduino con la pantalla TFT.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

#### **4.3. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA EN EL VEHÍCULO**

Para la implantación del sistema en el vehículo se modifica varios parámetros originales del vehículo.

#### 4.3.1. CAJA DE FUSIBLES

Se utiliza los fusibles de paso de energía hacia el switch de encendido, se realiza una extensión que sirve para alimentación del relé que desconecta el paso de energía al motor.

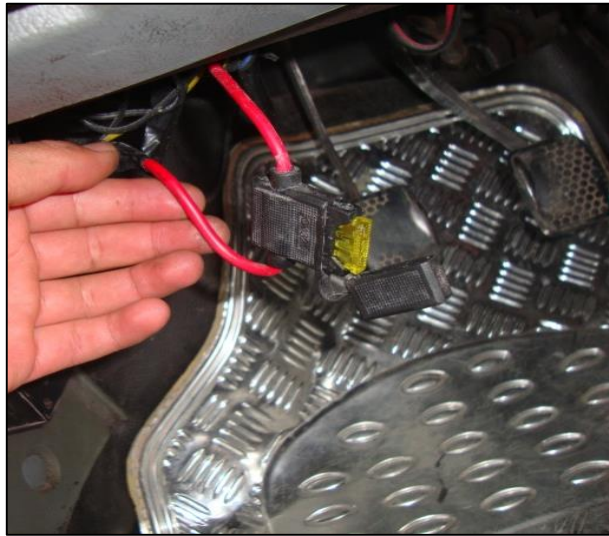


**Figura 80: Pines de fusible**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

#### 4.3.2. TOMA DE CORRIENTE PARA ALIMENTACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

El sistema electrónico funciona con una alimentación de 12V, esta fuente se toma antes de la caja original de fusibles para que no exista interrupciones con los sistemas propios del vehículo, la alimentación de energía se produce únicamente cuando el vehículo se encuentra en contacto, como seguridad se coloca un fusible de 15 Amperios.



**Figura 81: Toma de corriente para el sistema**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

#### **4.3.3. CONTACTOS DE SWITCH DE ENCENDIDO**

Se desmonta la tapa protectora del switch para identificar los contactos que producen el encendido para sacar una extensión que va conectada al relé de contacto que abrirá y cerrará el paso de corriente para encender el motor del vehículo.



**Figura 82: Contactos del switch de encendido**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.



#### 4.3.4. IMPLEMENTACIÓN DEL PULSADOR EN EL PEDAL DE FRENO

El pulsador se encuentra debajo del pedal de freno el mismo que se activa cuando el pedal se mantiene presionado en su totalidad, el pulsador es de tipo normalmente abierto.



**Figura 83: Pulsador de freno**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

#### 4.3.5. IMPLEMENTACIÓN DEL PULSADOR EN EL PEDAL DE ACELERACIÓN

Se ubica en la parte central del pedal de aceleración, al momento de presionar el pedal de aceleración enviará la señal de entrada para proceder con el encendido, el pulsador es normalmente abierto.



**Figura 84: Pulsador de aceleración**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

#### 4.3.6. INSTALACIÓN DEL INDICADOR DE TEMPERATURA LM35

El LM35 se encuentra ubicado en la parte frontal del motor para obtener un valor de medición real, la ubicación evita posibles interferencias de medición con otros elementos del motor.

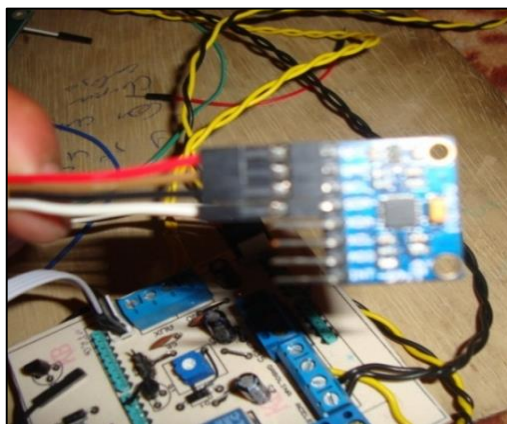


**Figura 85: Ubicación del LM35**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

#### 4.3.7. INSTALACIÓN DEL ACELERÓMETRO

El acelerómetro se coloca en una parte nivelada del vehículo puesto que determina su inclinación, y está instalado debajo del sistema de calefacción del vehículo.

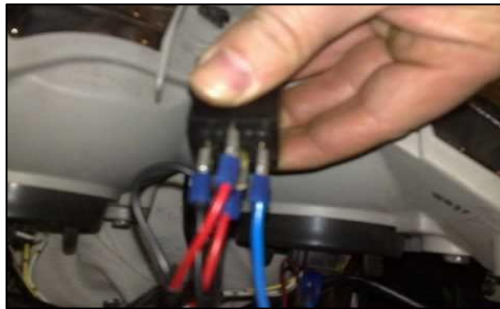


**Figura 86: Ubicación del acelerómetro**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

#### 4.3.8. INSTALACIÓN DE RELÉS

La ubicación de los relés de freno y aceleración, son colocados en la parte interior de la cabina debajo del tablero indicador del vehículo, estos relés están fijados a una superficie firme para evitar daños internos por golpes producidos por el vehículo.



**Figura 87: Instalación de relés**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

#### 4.3.9. INDICADOR DE NIVEL DE COMBUSTIBLE

Para obtener el nivel del combustible en la pantalla se utiliza el cable de color amarillo que va desde el tanque hasta el tablero del vehículo.



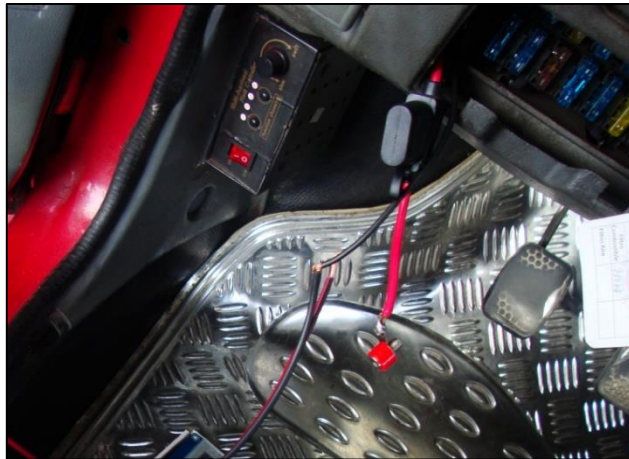
**Figura 88: Instalación de relés**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.



#### 4.4. INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO EN EL VEHÍCULO

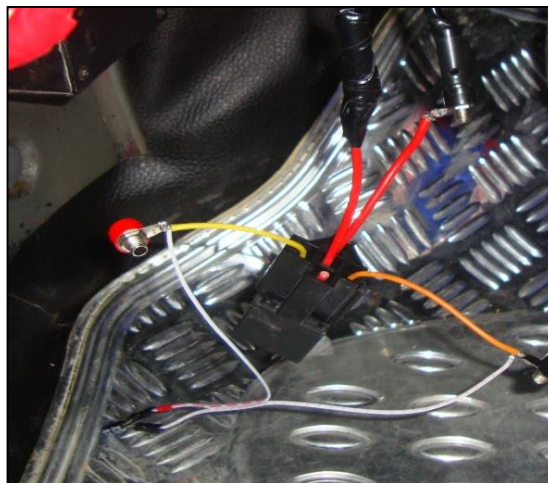
Se conecta la placa Arduino con la alimentación de 12V, generada por el vehículo, alimentando el sistema y la pantalla TFT, y a la placa de Arduino.



**Figura 89: Alimentación del sistema electrónico**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

Se realiza la conexión de los relés con la placa para enviar y recibir la orden de conectar y desconectar los contactos, dependiente de las señales de entrada y salida enviadas al Arduino.



**Figura 90: Relés de activación**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

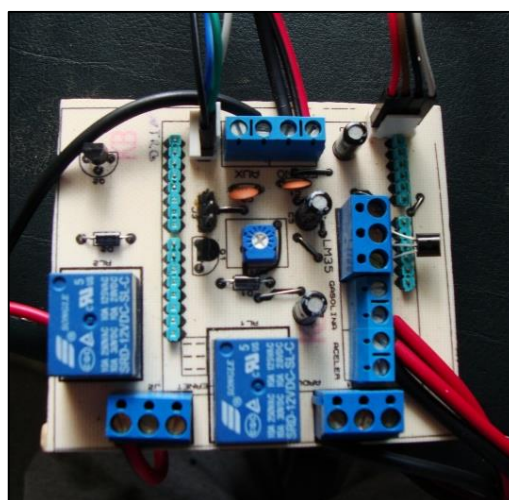
Se conecta el relé correspondiente al switch de encendido para encender nuevamente el vehículo de una forma automática sin la necesidad de las llaves.



**Figura 91: Relés de activación**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

El circuito del sistema eléctrico se encuentra ubicado en la parte central de la cabina del vehículo, en la parte posterior de la consola para que no tenga obstrucción con el cableado original del vehículo.



**Figura 92: Ubicación de la placa en el vehículo.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

La pantalla se ubica en la parte delantera de la consola del vehículo, y se verifica que no existan posibilidades de impacto.



**Figura 93: Ubicación de la pantalla en el vehículo.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

## CAPÍTULO V

### 5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ENCENDIDO DEL VEHÍCULO MEDIANTE EL PEDAL DE ACELERACIÓN Y ANÁLISIS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

#### 5.1. MODIFICACIONES DEL VEHÍCULO PARA REALIZAR LAS PRUEBAS DE RUTA

En la prueba de ruta se determina el consumo de combustible antes y después de la instalación del sistema de encendido para lo cual se realiza los siguientes pasos:

##### 5.1.1. DESCONEXIÓN DE LAS VÍAS DE COMBUSTIBLE DEL TANQUE DE GASOLINA

Para proceder con las pruebas de consumo se suspende el tanque de gasolina, posteriormente se procede a la instalación de un tanque provisional para determinar el consumo del combustible.

Se desconecta la línea de alimentación del combustible que va desde el tanque hacia la bomba y la otra línea de combustible que es de retorno hacia el tanque, estas dos vías son taponadas para evitar salpicaduras del combustible durante el recorrido de prueba.



**Figura 94: Líneas de combustible del vehículo.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

### 5.1.2. CONEXIÓN DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE PROVISIONAL

El tanque provisional consta con la medida de nivel, el mismo que consta con un filtro que impedirá el paso de impurezas que son introducidas durante la manipulación de la gasolina, el tanque cuenta con dos vías de combustible una de entrada y una de retorno respectivamente, se acopla las mangueras en la bomba de combustible asegurando con abrazaderas para evitar fugas.



**Figura 95: Ajuste de abrazaderas.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

### 5.1.3. VERIFICACIÓN DE FUGAS DE COMBUSTIBLE

Terminado con la instalación del tanque provisional, es necesario verificar que no existan fugas de gasolina en la bomba de combustible, la comprobación se la realiza con el vehículo encendido.



**Figura 96: Ajuste de abrazaderas para provisional.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

#### **5.1.4. NORMAS DE SEGURIDAD**

Es importante poseer un equipo de protección en nuestro caso se utiliza un extintor tipo PQS, puesto que la manipulación de gasolina dentro y fuera del vehículo es constante.



**Figura 97. Extintor tipo PQS.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

#### **5.1.5. INICIO DE PRUEBAS**

El proceso de instalación del tanque provisional es igual para la prueba con el sistema de encendido electrónico mediante el pedal del acelerador y



sin él, se coloca el tanque provisional en una parte que no tenga mayor movimiento durante el transcurso de la ruta.

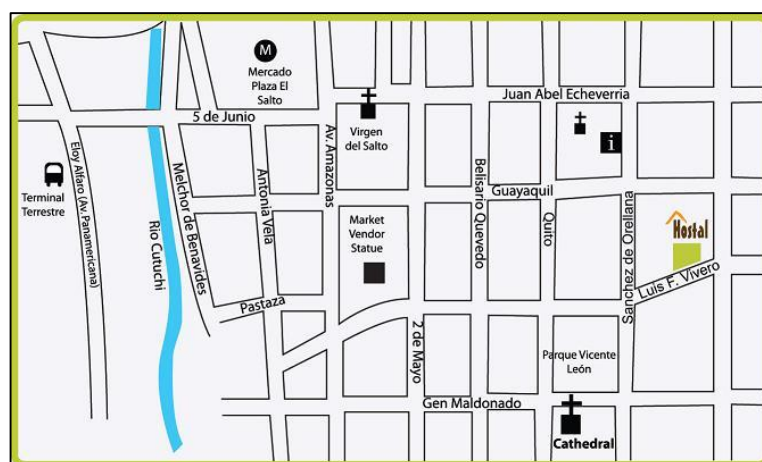


**Figura 98: Ubicación del tanque provisional en el vehículo.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

#### 5.1.6. PRUEBAS DE RUTA

Las pruebas de consumo de combustible se realiza en la ciudad de Latacunga, utilizando las vías Av. Belisario Quevedo, Av. Cinco de Junio, Av. Amazonas, Av. 2 de Mayo, que son vías de mayor congestión vehicular durante las horas pico.



**Figura 99: Vías principales de la ciudad.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

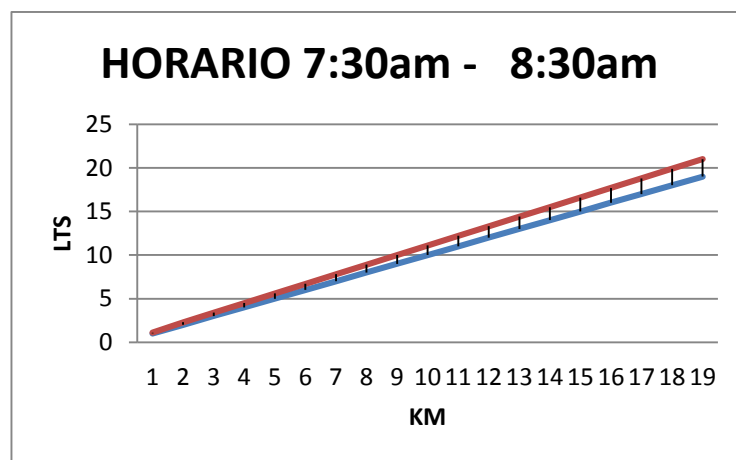
## 5.2. ANÁLISIS DE RESULTADO CON PARÁMETROS NORMALES DEL VEHÍCULO

Las pruebas de consumo de combustible se realiza en los horarios de 7:30am – 8:30 am, 12:30pm – 13:30 pm y 16:00pm – 17:30 pm, durante estas horas se produce la mayor congestión vehicular en la ciudad de Latacunga.

### 5.2.1. PRUEBA 1 DE RUTA, HORA 7:30 – 8:30 Am

Durante la prueba se recorre una distancia de 19 Km, con un consumo de combustible de 2 litros equivalente a 0.52 galones.

El consumo de combustible es proporcional a la distancia recorrida en todas las pruebas realizadas.



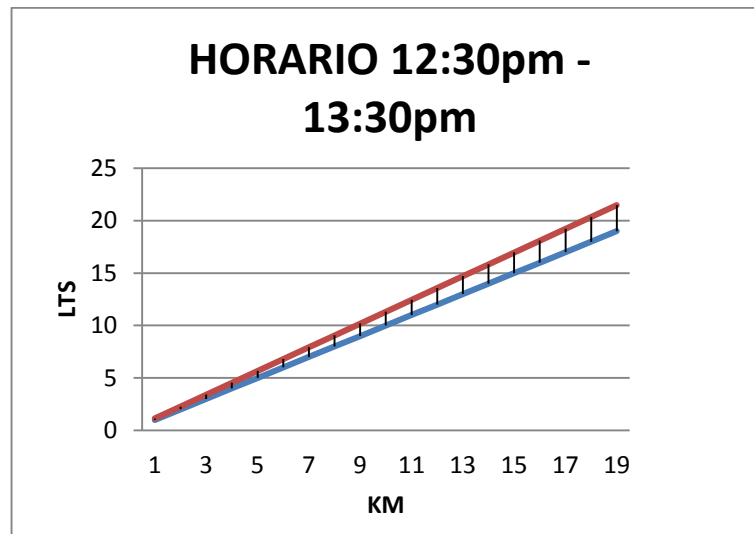
**Figura 100: Consumo de combustible en horas de la mañana.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

### 5.2.2. PRUEBA 2 DE RUTA, HORA 12:30 – 13:30 pm

Durante la prueba en la hora determinada se recorre la misma distancia de 19 Km, con un consumo de 2.5 litros equivalente a 0.66 galones.



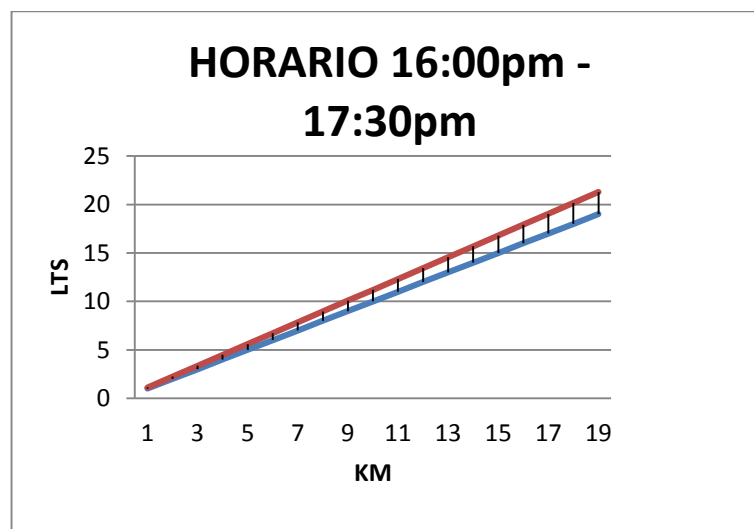


**Figura 101: Consumo de combustible en horas del mediodía.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

### 5.2.3. PRUEBA 3 DE RUTA, HORA 16:00 – 17:30 pm

Con las mismas condiciones de recorrido pero diferente hora se realiza la prueba obteniendo como resultado un consumo de 2.28 litros equivalente a 0.60 galones.



**Figura 102: Consumo de combustible en horas de la tarde.**

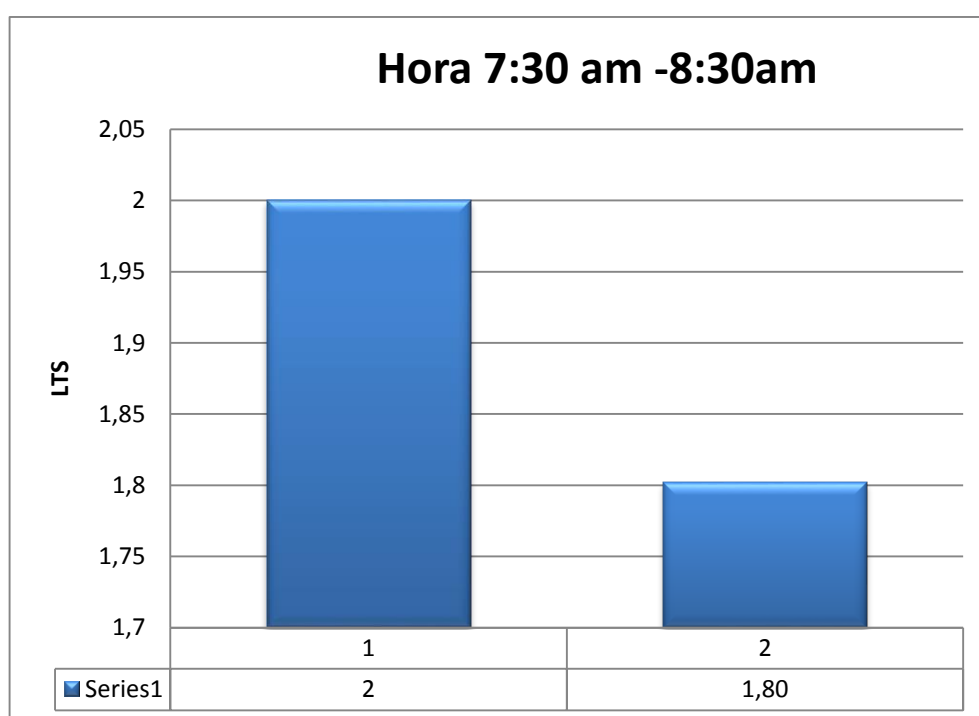
Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

### 5.3. ANÁLISIS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE CON EL SISTEMA DE ENCENDIDO Y APAGADO DEL MOTOR MEDIANTE EL PEDAL DE ACELERACIÓN INSTALADO

Mediante el análisis se establece un valor promedio de ahorro en la compra del combustible que se obtiene con la instalación del sistema de encendido y apagado electrónico en el automóvil.

#### 5.3.1. ANÁLISIS DE AHORRO, HORA 7:30AM – 8:30 AM

El gráfico muestra la diferencia de consumo de combustible con la instalación del sistema de encendido y apagado electrónico, obteniendo como resultado un consumo 1,80 litros equivalente a 0,47 galones, en una trayectoria de aproximadamente 19 Km.

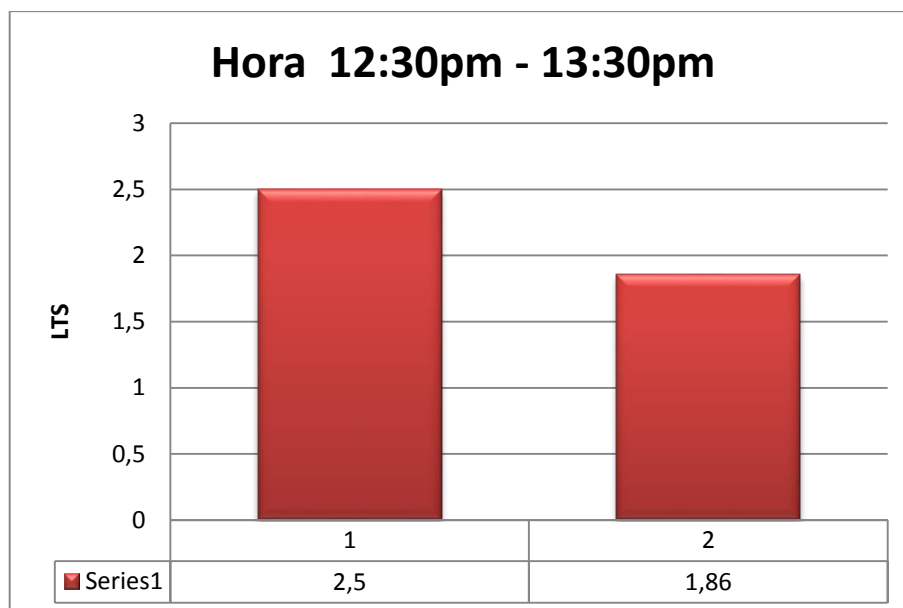


**Figura 103: Diferencia de consumo de combustible hora 7:30am – 8:30 am.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

### 5.3.2. ANÁLISIS DE AHORRO, HORA 12:30am – 13:30 am

Con las condiciones descritas anteriormente en el primer análisis, pero con diferente hora se determina un consumo de 1,86 litros equivalente a 0,49 galones con una trayectoria de aproximadamente 19 Km.

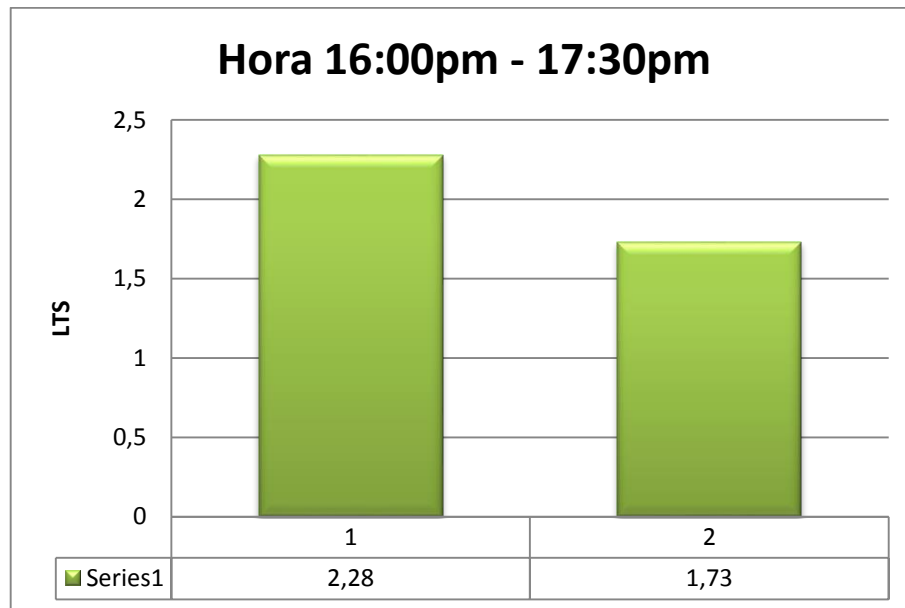


**Figura 104: Diferencia de consumo de combustible,  
hora 7:30am – 8:30 am.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

### 5.3.3. ANÁLISIS DE AHORRO, HORA 16:00pm – 17:30 pm

En condiciones iguales al primer análisis, pero con diferente hora se determina un consumo de 1,73 litros equivalente a 0,45 galones, en una trayectoria de aproximadamente 19 Km.

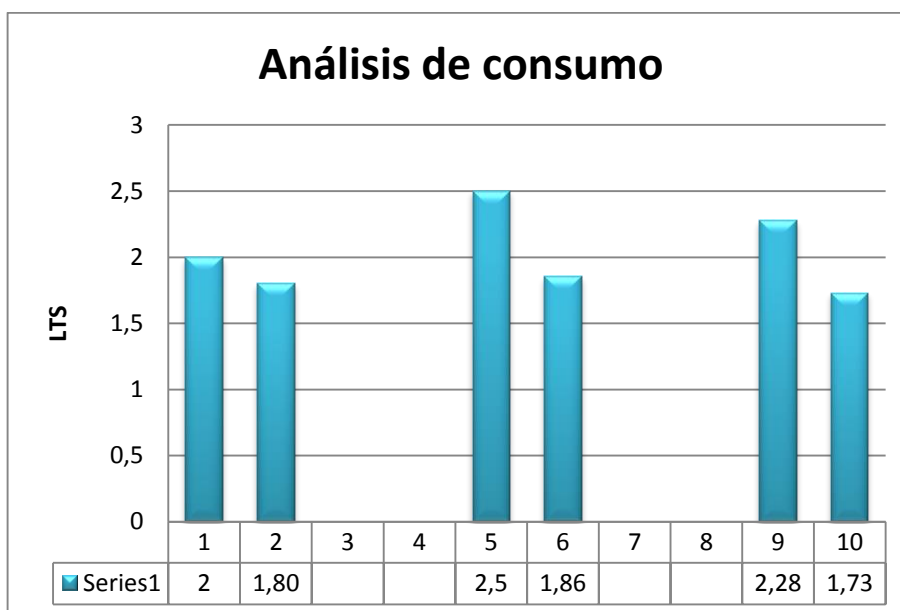


**Figura 105: Diferencia de consumo de combustible,  
hora 7:30am – 8:30 am.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

#### 5.3.4. ANÁLISIS GENERAL

El gráfico muestra la diferencia de consumo de combustible cuando el vehículo circula en condiciones normales y en condiciones modificadas, se observa que el consumo de combustible disminuye considerablemente con la implementación del sistema, mediante las diferentes pruebas realizadas por la ciudad de Latacunga durante las horas de mayor congestión vehicular, determinando que el mayor consumo de combustible se da en horas del mediodía.



**Figura 106: Comparación de consumo de combustible.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

### 5.3.5. ANÁLISIS DE CONSUMO RESPECTO AL VALOR DE COMPRA POR GALÓN DE GASOLINA.

Para el análisis de ahorro económico con respecto al consumo de combustible, se establece un recorrido promedio de 57Km, durante cinco días laborables, ésta distancia recorrida en condiciones normales del vehículo consume un valor de 6,78 litros equivalente a 1,79 galones.

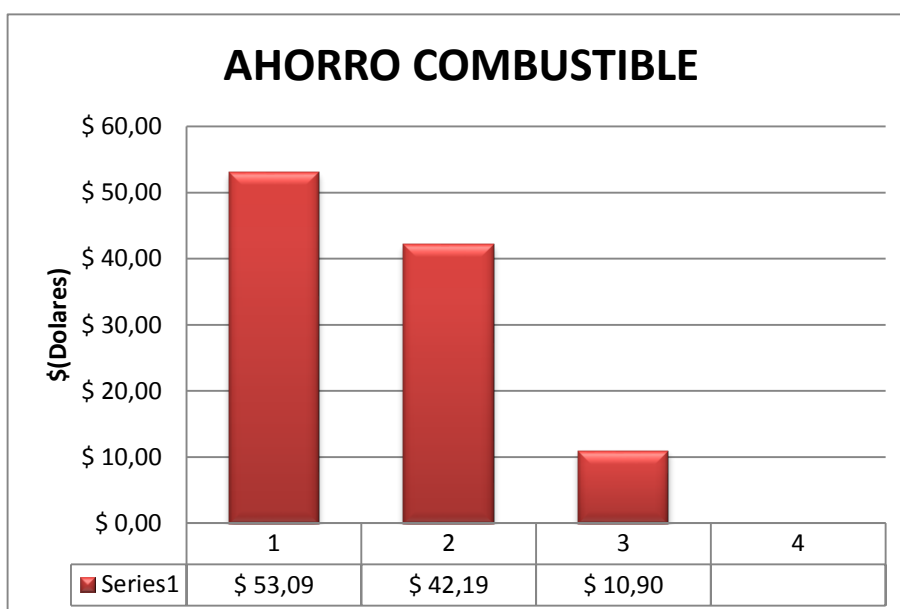
En las mismas condiciones pero con el sistema de encendido y apagado del vehículo electrónico ya instalado en el vehículo se produce un consumo promedio de 5,39 litros equivalente 1,42 galones.

El vehículo recorre una distancia promedio de 57 Km al día, con un consumo de combustible de 5,39 litros equivalente 1,42 galones diarios con el sistema electrónico instalado en el vehículo, considerando que la mayor congestión vehicular se da en los días laborables de lunes a viernes, se realiza el siguiente cálculo:  $5,39_{Lts} * 240 = 1293,7 \text{ lts}$ , equivalente a  $342,24 \text{ galones}$ , donde  $5,39 \text{ lts}$  representa el consumo diario de combustible y

el valor de 240 son los días que circula el vehículo durante un año, el resultado del cálculo se multiplica por el precio del galón de gasolina que es de \$1,48 dólares, y se obtiene \$506,51 dólares por la adquisición de combustible anualmente.

Con los datos obtenidos del vehículo en condiciones normales y el mismo proceso de cálculo se obtiene el valor de \$637,08 dólares.

La diferencia entre los dos valores calculados es de \$ 130,57 dólares, lo que representa el ahorro anual por la adquisición de combustible.



**Figura 107: Comparación de consumo de combustible.**

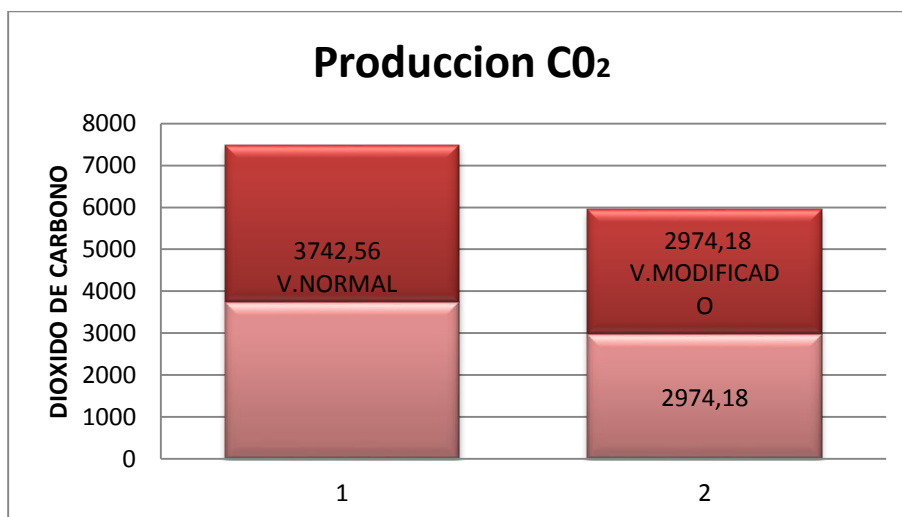
Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

### 5.3.6. ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO.

Para el análisis y cálculo de producción de dióxido de carbono se utiliza el valor de 2,3 KgCO<sub>2</sub>/lt, valor emitido por United States Environmental Protection Agency (EPA) de U.S.

Durante las pruebas se determina que el consumo anual de combustible promedio es de 1627,2 litros con parámetros normales del vehículo, y para obtener el valor de producción de dióxido de carbono se multiplica por la constante de 2.3, proporcionando como resultado una producción de 3742,56 Kg  $CO_2$  por año.

Con el mismo proceso pero con los datos del vehículo modificado se establece una producción anual de 2974,176 Kg  $CO_2$ , la diferencia entre los valores calculados es de 768,384 Kg  $CO_2$ , que representa la disminución de producción de dióxido de carbono.

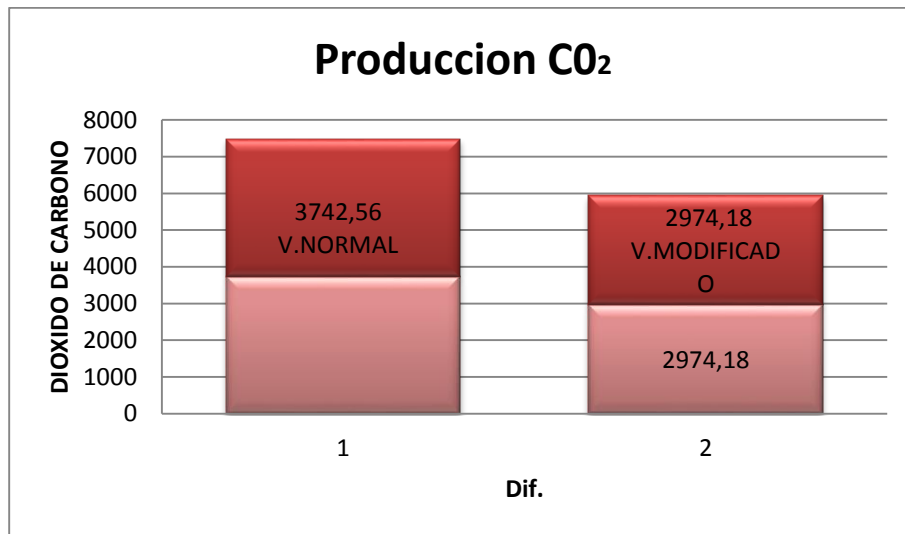


**Figura 108: Producción de  $CO_2$  .**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

### 5.3.7. ANÁLISIS PORCENTUAL

Con el valor determinado se establece una disminución del 20,53 % sobre la producción de dióxido de carbono durante el periodo de un año con el sistema de encendido y apagado del vehículo mediante el pedal de aceleración instalado en el vehículo



**Figura 109: Valor porcentual de producción de CO<sub>2</sub> .**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

#### 5.4. ANÁLISIS DE COMPONENTES DEL MOTOR DEL VEHÍCULO.

Se efectúa una verificación para comprobar el comportamiento del motor del vehículo para establecer las ventajas y desventajas sobre la instalación del sistema de encendido y apagado del motor por intermedio del acelerador.



**Figura 110: Motor del vehículo.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C



#### 5.4.1. REVISIÓN DE ESTADO DE LAS BUJÍAS

La revisión de las bujías se realiza antes y después de la instalación del sistema en el vehículo. Terminado los ciclos de conducción se desmonta las bujías para verificar si presenta algún tipo de alteración en sus electrodos o en su base, durante las pruebas realizadas las bujías no tuvieron ninguna alteración, antes de volver a colorar las bujías es necesario limpiarlas para eliminar la presencia de carbón alrededor del roscado de la bujía.



**Figura 111: Motor del vehículo.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

#### 5.4.2. REVISIÓN DE FUGAS

Se efectúa una inspección de posibles fugas de aceite en el roscado del filtro de aceite y los empaques del cárter, debido a que el motor está encendiéndose y apagándose constantemente la presión de aceite dentro del motor puede ocasionar fugas.

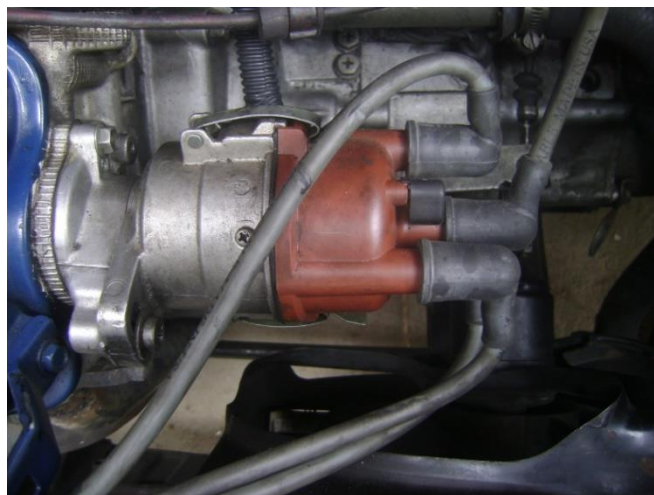


**Figura 112: Empaque de cárter, filtro de combustible.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

#### **5.4.3. REVISIÓN DEL DISTRIBUIDOR**

Se verifica el estado del distribuidor, revisando si existe o no desgaste de sus contactos en la parte de la tapa distribuidora, durante las pruebas no se presenta ningún tipo de desgaste, para volver a montar la tapa del distribuidor se limpia con un limpiador de contactos.

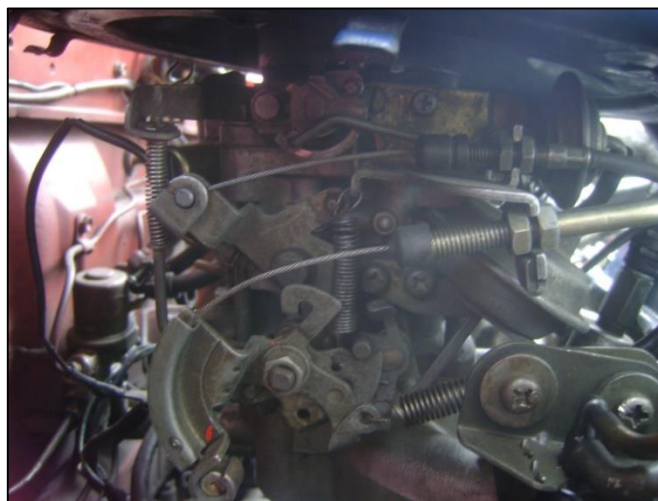


**Figura 113: Distribuidor del vehículo.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

#### 5.4.4. REVISIÓN EN EL CUERPO DE ACELERACIÓN

El cuerpo de aceleración está constituido por una serie de resortes que controla el paso de combustible a medida que se presione el pedal de aceleración, se examina el estado de todos los resortes y se comprueba que no existe ninguna posibilidad de deformación de los resortes constituyentes del cuerpo de aceleración.



**Figura 114: Cuerpo de aceleración.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

#### 5.4.5. REVISIÓN DE LA BOBINA

Se aprecia que no existe ningún tipo de anomalía, para las pruebas y el funcionamiento general los bornes de la bobina deben estar correctamente ajustados.

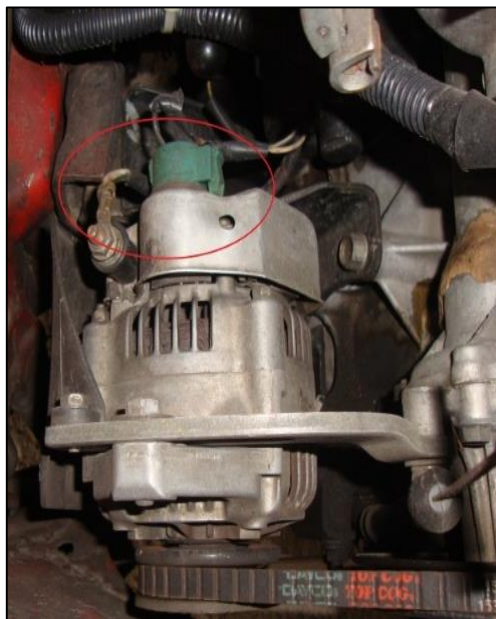


**Figura 115: Bobina de encendido.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

#### **5.4.6. REVISIÓN DEL ALTERNADOR**

Con la ayuda de un multímetro se verifica que el alternador genere corriente que mantenga cargada a la batería, además se revisa que los bornes de conexión estén correctamente ajustados.



**Figura 116: Alternador.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

#### 5.4.7. REVISIÓN DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE

Es necesario revisar el estado de los empaques de la bomba de gasolina para verificar que no existan posibles fugas, porque se manipulación fue constante.



**Figura 117: Bomba de alimentación de combustible.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C.

#### 5.4.8. REVISIÓN DEL VOLTAJE DE LA BATERÍA

Con un multímetro se mide la carga de la batería para verificar si se produjo un consumo fuera de lo normal durante las pruebas de carretera, el valor no tuvo ninguna variación debido a que el sistema de carga del vehículo está en perfectas condiciones de funcionamiento.





**Figura 118: Voltaje de la batería.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

#### **5.4.9. REVISIÓN DEL DEPURADOR**

Después de cada prueba de ruta se examina que no existan anomalías dentro del depurador, porque el motor está encendiéndose y apagándose constantemente.



**Figura 119. Depurador.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

#### **5.4.10. ANÁLISIS GENERAL DEL COMPORTAMIENTO DEL MOTOR**

Durante el desarrollo de las diversas pruebas de carretera se observa que los diferentes sistemas y elementos que constituyen el motor

mantuvieron su funcionamiento normal antes y después de la instalación del sistema de encendido y apagado del vehículo mediante el pedal de aceleración, tanto en la parte electrónica como en la parte mecánica no se observó desgastes de sus componentes.



**Figura 120: Suzuki Forza 1.**

Elaborado por: Tenorio A, Ulcuango C

## CAPÍTULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. CONCLUSIONES

- La modificación de los parámetros en el vehículo no afecta el desgaste de los elementos electrónicos.
- El encendido y apagado constante produce un desgaste mayor al normal del motor de arranque.
- El proyecto realizado es de mucha factibilidad y utilidad para vehículos que transitan por vías de alto congestionamiento vehicular, porque reduce consumo de combustible.
- Los componentes eléctricos y electrónicos para la construcción de la placa del circuito, están al alcance de los interesados.
- La instalación del sistema electrónico en el vehículo disminuye la producción de dióxido de carbono produciendo una menor contaminación del medio ambiente.
- El sistema electrónico puede ser instalado en todos los vehículos ya que no interfiere con el módulo de control electrónico propio del vehículo.
- El sistema electrónico puede ir ubicado en cualquier parte dentro del vehículo ya que no afecta a los sistemas originales del vehículo.
- El tiempo de apagado del motor puede ser modificado de acuerdo a las condiciones de uso desde un ordenador.



- Con la realización de las pruebas de carretera se establece que el consumo de combustible disminuye en un 20% con respecto al consumo cuando el vehículo se encuentra en condiciones normales.
- Mediante las pruebas de carretera establecimos el tiempo promedio para el apagado del motor, y el mismo utilizar en la programación.
- No es necesario realizar modificaciones en los sistemas electrónicos originales del vehículo para la instalación del sistema de encendido.
- El motor no presenta elevación de temperatura durante las pruebas.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

- Para la construcción del circuito utilizar elementos que sea fáciles de adquirir.
- Para la impresión del circuito en la placa es necesario verificar que no exista ninguna posibilidad de un corto.
- Durante el proceso de impresión de la placa se debe tener en cuenta el tiempo correcto que se debe utilizar para cada proceso ya que de no hacerlo las pistas para la soldadura se desprenderán con facilidad.
- Para la soldadura de los elementos en la placa es importante que la pistola de cautín tenga la temperatura adecuada para no producir soldaduras entre varias pistas.
- Para la instalación del acelerómetro se debe colocar el vehículo en una superficie nivelada para obtener el punto cero.

- Ubicar los relés de encendido y apagado en una parte fija y de fácil accesibilidad.
- Aislar con una cinta adhesiva correctamente todos los cables conductores de corriente para evitar cortos.
- Para la alimentación de la placa es necesario instalar un fusible para evitar sobrecargas.
- Para las pruebas de carretera es conveniente plantearnos normas de seguridad como el tener un extintor ya que para las pruebas se utilizó gasolina.
- Durante las pruebas es recomendable apagar sistemas adicionales de vehículo como el radio porque existirá una variación de corriente.
- La tabulación de datos debe ser con valores promedios ya que las condiciones de manejo diarias no son iguales
- Con la ayuda de un multímetro verificar la carga de la batería previa al inicio de las pruebas.
- Revisar que las abrazaderas de las mangueras de la gasolina estén correctamente apretadas.
- No utilizar el sistema de enciendo y apagado electrónico cuando se circule por vías rápidas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, J. M. (1995). *Tecnologías avanzadas del automóvil*. Madrid: Paraninfo.
- Alonso, J. M. (2007). *Sistemas auxiliares del motor*. Madrid: Paraninfo.
- Boylestad, R., & Nashelsky, L. (2009). *Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. México.
- Cables para bujías profesionales*. (22 de Junio de 2014). Obtenido de <http://www.cartek.com.mx/cables-para-bujias.php>
- Download the Arduino Software*. (22 de Noviembre de 2014). Obtenido de <http://arduino.cc/en/main/software>
- García, W. (25 de Junio de 2014). *Partes del Distribuidor*. Obtenido de <http://www.buenastareas.com/ensayos/Partes-Del-Distribuidor/6678962.html>
- Gil Martínez, H. (s.f.). *Manual Del Automóvil Reparación y Mantenimiento*. España: Cultural S.A.
- Lajara Vizcaíno, J. r., & Peligrí Sebastiá, J. (2014). *Sistemas integrados con Arduino*. México: Alfaomega Grupo Editor.
- López, A. (s.f.). *Manual de electrónica aplicada*. España: Cultural S.A.
- Mike, P. (22 de Junio de 2014). *Acerca de los fusibles de coches*. Obtenido de [http://www.ehowenespanol.com/about-car-fuses-sobre\\_76622/](http://www.ehowenespanol.com/about-car-fuses-sobre_76622/)
- Valdivieso, D. (s.f.). *Construcción de un controlador de temperatura ambiental y humedad del suelo en un invernadero de tomate de riñón orgánico utilizando microcontrolador*.
- Valle, A. (25 de Julio de 2014). *Arduino*. Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/241128744/Arduino#scribd>

## NETGRAFÍA

- ARBOLIZA XXI S.L.  
<http://arboliza.es/compensar-co2/calculo-co2.html> [Citado el 16/09/2014]
- Aficionado A La Mecánica  
<http://www.aficionadosalamecanica.net/encendido> [Citado el 16/06/2014]
- ALIBABA  
<http://spanish.alibaba.com/> [Citado el 14/07/2014]
- Arduino. SOFTWARE  
[http://arduino.cc/en/main/software:](http://arduino.cc/en/main/software) [Citado el 25/07/2014]
- CADduino. PRUEBA DEL ARDUINO BUONO.  
<https://cadduino.wordpress.com/2013/11/18/testing-the-arduino-buono/>  
 [Citado el 27/07/2014]
- Coches míticos. EL MOTOR OTTO, HISTORIA  
<http://cochesmiticos.com/el-motor-otto-historia/> [Citado el 14/06/2014]
- DICI.  
<http://www.dici.com.ec/> [Citado el 14/06/2014]
- Eduardo Muñoz  
<http://eduardojv.blogspot.com> [Citado el 14/06/2014]
- Electrodevices. SENSORES LM35  
<http://electro-devices.com/view.php?id=721901235&NumCat=72> :  
 [Citado el 27/07/2014]
- Electricidad automotriz  
<http://electroaut.blogspot.com/2012/01/como-instalar-un-rele-universal-de-5.html> [Citado el 03/08/2014]
- Electrónica Proteus.  
[https://sites.google.com/site/chichielecrtonica/home/visualizacion-pcb-3d-y-tracepartsonline:](https://sites.google.com/site/chichielecrtonica/home/visualizacion-pcb-3d-y-tracepartsonline) [Citado el 03/08/2014]
- Electronicabf  
<http://www.electronicabf.com/> [Citado el 03/08/2014]
- El motor  
<http://www.infomanejo.com/El-motor-Parte-3.html> [Citado el 03/05/2014]

- Fierros Clásicos.  
<http://www.fierrosclasicos.com> [Citado el 03/08/2014]
- Gopixpic. DOCUMENTALES  
[http://www.gopixpic.com/category?category\\_id=3](http://www.gopixpic.com/category?category_id=3) [Citado el 07/05/2014]
- Mecánica Automotriz  
<http://todomecanicaa.blogspot.com> [Citado el 03/05/2014]
- Mecatronica Y Electricidad  
<http://mecatronicapura2009.blogspot.com> [Citado el 09/05/2014]
- MotorFull. Relación entre consumo y emisiones de CO2.  
[http://motorfull.com/2007/03/relacion-entre-consumo-y-emisiones-de-co2:](http://motorfull.com/2007/03/relacion-entre-consumo-y-emisiones-de-co2)  
[Citado el 29/09/2014]
- Motores OE  
<http://www.lovolengine.es/b1-common-rail-enginecochesmiticos.com>  
[Citado el 27/06/2014]
- MIAC. EL APOYO TECNOLÓGICO  
<http://www.dacarsa.net/basic/divulgacion/DIS.php> [Citado el 28/04/2014]
- NGK. BUJÍAS/AUTOMOTIVE  
<http://www.ngk.com> [Citado el 28/06/2014]
- Professional Automotive  
<http://professionalautomotive.wordpress.com> [Citado el 25/05/2014]
- Wi ride it  
<http://www.wwag.com> [Citado el 27/07/2014]
- Widman  
<http://www.widman.biz/Productos/filtros-combustible.html> [Citado el  
25/07/2014]

# ANEXOS

## ANEXOS A

### PROGRAMACIÓN DE ARDUINO

```
// Short example sketch
// By Arduino user JohnChi
// august 12, 2014.
// public domain

#define ACCELEROMETER_SENSITIVITY 8192.0
#define GYROSCOPE_SENSITIVITY 65.536
#define M_PI 3.14159265359
#define dt 0.01
#include<Wire.h>

const int GyroA=0x68; // I2C address of the MPU-6050
float AcX,AcY,AcZ,Temp,GyX,GyY,GyZ;
int acc_axes[3];
int gyro_axes[3];
float *p=0;
float *r=0;
float volatile pp, rr;
float rl;

// Pines para salidas pwm al driver de motores
const int AIN1 = 3; // (pwm) pin 3 connected to pin AIN1
const int AIN2 = 9; // (pwm) pin 9 connected to pin AIN2
const int BIN1 = 10; // (pwm) pin 10 connected to pin BIN1
const int BIN2 = 11; // (pwm) pin 11 connected to pin BIN2

int speedy;
float CurrentAngle;
// PID
```

```

const float Kp = 4;
const float Ki = 1;
const float Kd = 1;
float pTerm, iTerm, dTerm, integrated_error, last_error, error;
const float K = 1.9*1.12;
#define GUARD_GAIN 10.0
/*Carogal*/
// Pines a usar
int freno = 3;
int acelerador = 4;
int rele_apagar = 13;
int rele_prender = 7;
int analog_gasos = A0;
int analog_temp = A1;
int pin_battery = A2;
// Def. variables
int sensor_gasos;
int sensor_temp;
int sensor_bat;
int grados;//grados celcius
float battery;
int bandera_freno;
int banace=0;
/*Carogal*/
void setup(){
  /*Carogal*/
  pinMode(freno, INPUT);
  pinMode(acelerador, INPUT);
  digitalWrite(freno, HIGH); // activada resistencia pull_up para pedal de
freno
  digitalWrite(acelerador, HIGH); // activada resistencia pull_up para pedal
de acelerador
  pinMode(rele_apagar, OUTPUT);

```



```

pinMode(rele_prender, OUTPUT);
digitalWrite(rele_apagar, LOW);
digitalWrite(rele_prender, LOW);

Serial.begin(9600);
/*Carogal*/
Wire.begin();
Wire.beginTransmission(GyroA);
Wire.write(0x6B); // MPU6050_PWR_MGMT_1 register
Wire.write(0); // set to zero (wakes up the MPU-6050)
Wire.endTransmission(true);

Serial.begin(9600);
Serial.println(F("Control del sistema de ignición"));
banace=0;
bandera_freno = 0;
}
int i=0;
int j=0;
void loop(){
  /*CAROGAL*/
  //Serial.println(F(""));
  digitalWrite(rele_apagar, LOW); // se abre el rele porque está conectado
como normalmente cerrado
  digitalWrite(rele_prender, LOW); // se abre el rele porque está conectado
como normalmente cerrado
  sensor_temp = analogRead(analog_temp);
  grados = (sensor_temp * 150) / 308; //en °C, donde: 150 es la máx T° del
lm35 con 1.5V de salida
  Serial.print("T");
  Serial.println(grados);
  sensor_bat = analogRead(pin_batery);
  batery = sensor_bat * 0.0163;

```

```

Serial.print("B ");
Serial.println(battery);
  sensor_gasos = analogRead(analog_gasos);
sensor_gasos = (sensor_gasos * 150) / 300;
Serial.print("G");
Serial.println(sensor_gasos);

//if (rl >= -10 && rl <= 10){//condición de inclinación
  while(digitalRead(freno)==0 && bandera_freno == 0){
    bandera_freno=1;
    delay(1);
    j++;
    if(j==4000){// al mantener presionado el pedal freno durante 4 segundos
      j=0;
      Serial.print("f");
      digitalWrite(rele_apagar, HIGH); // se abre el rele porque esta conectado
como normalmente cerrado
      delay(2000);//tiempo de contacto en el pulsador del freno
      digitalWrite(rele_apagar, LOW); // se abre el rele porque esta conectado
como normalmente cerrado
      banace=1;
    }
  }
//}

  if(digitalRead(accelerador)==0 && banace==1){
Serial.print("a");
digitalWrite(rele_prender, HIGH);
delay(500);// tiempo de ignición
digitalWrite(rele_prender, LOW);
delay(500);
banace=0;
bandera_freno=0;
  }

```

```

    Wire.beginTransaction(GyroA);
    Wire.write(0x3B);          // starting with register 0x3B
    (MPU6050_ACCEL_XOUT_H)
    Wire.endTransmission(false);
    Wire.requestFrom(GyroA,14,true); // read a total of 14 registers
    acc_axes[0]=Wire.read()*256+Wire.read();          // 0x3B
    (MPU6050_ACCEL_XOUT_H) & 0x3C (MPU6050_ACCEL_XOUT_L)
    acc_axes[1]=Wire.read()*256+Wire.read();          // 0x3D
    (MPU6050_ACCEL_YOUT_H) & 0x3E (MPU6050_ACCEL_YOUT_L)
    acc_axes[2]=Wire.read()*256+Wire.read();          // 0x3F
    (MPU6050_ACCEL_ZOUT_H) & 0x40 (MPU6050_ACCEL_ZOUT_L)
    //Temp=(Wire.read()*256+Wire.read())/340.00+36.53;          // 0x41
    (MPU6050_TEMP_OUT_H) & 0x42 (MPU6050_TEMP_OUT_L)
    gyro_axes[0]=Wire.read()*256+Wire.read();          // 0x43
    (MPU6050_GYRO_XOUT_H) & 0x44 (MPU6050_GYRO_XOUT_L)
    gyro_axes[1]=Wire.read()*256+Wire.read();          // 0x45
    (MPU6050_GYRO_YOUT_H) & 0x46 (MPU6050_GYRO_YOUT_L)
    gyro_axes[2]=Wire.read()*256+Wire.read();          // 0x47
    (MPU6050_GYRO_ZOUT_H) & 0x48 (MPU6050_GYRO_ZOUT_L)
    for (int k=0; k<=10; k++){
        ComplementaryFilter(acc_axes, gyro_axes);
    }
    rl=map(rr, -90, 90, 90, -90);
    //Serial.print(" pitch with filter = "); Serial.print(pp); Serial.print(", ");
    Serial.print("M"); Serial.println(rl);
    //Serial.print("\r\n");
}

```

```

void ComplementaryFilter(int accData[3], int gyrData[3])
{
    float pitchAcc, rollAcc;
    int roffset=0;

```

```

// Integrate the gyroscope data -> int(angularSpeed) = angle
pp += ((float)gyrData[0] / GYROSCOPE_SENSITIVITY) * dt; // Angle around
the X-axis
rr -= (((float)gyrData[1] / GYROSCOPE_SENSITIVITY) * dt)-roffset; //
Angle around the Y-axis

// Compensate for drift with accelerometer data if !bullshit
// Sensitivity = -2 to 2 G at 16Bit -> 2G = 32768 && 0.5G = 8192
int forceMagnitudeApprox = abs(accData[0]) + abs(accData[1]) +
abs(accData[2]);
if (forceMagnitudeApprox > 8192 && forceMagnitudeApprox < 32768)
{
// Turning around the X axis results in a vector on the Y-axis
pitchAcc = atan2((float)accData[1], (float)accData[2]) * 180 / M_PI;
pp = pp * 0.98 + pitchAcc * 0.02;

// Turning around the Y axis results in a vector on the X-axis
rollAcc = atan2((float)accData[0], (float)accData[2]) * 180 / M_PI;
rr = (rr * 0.98 + rollAcc * 0.02)-roffset;
}
}

```

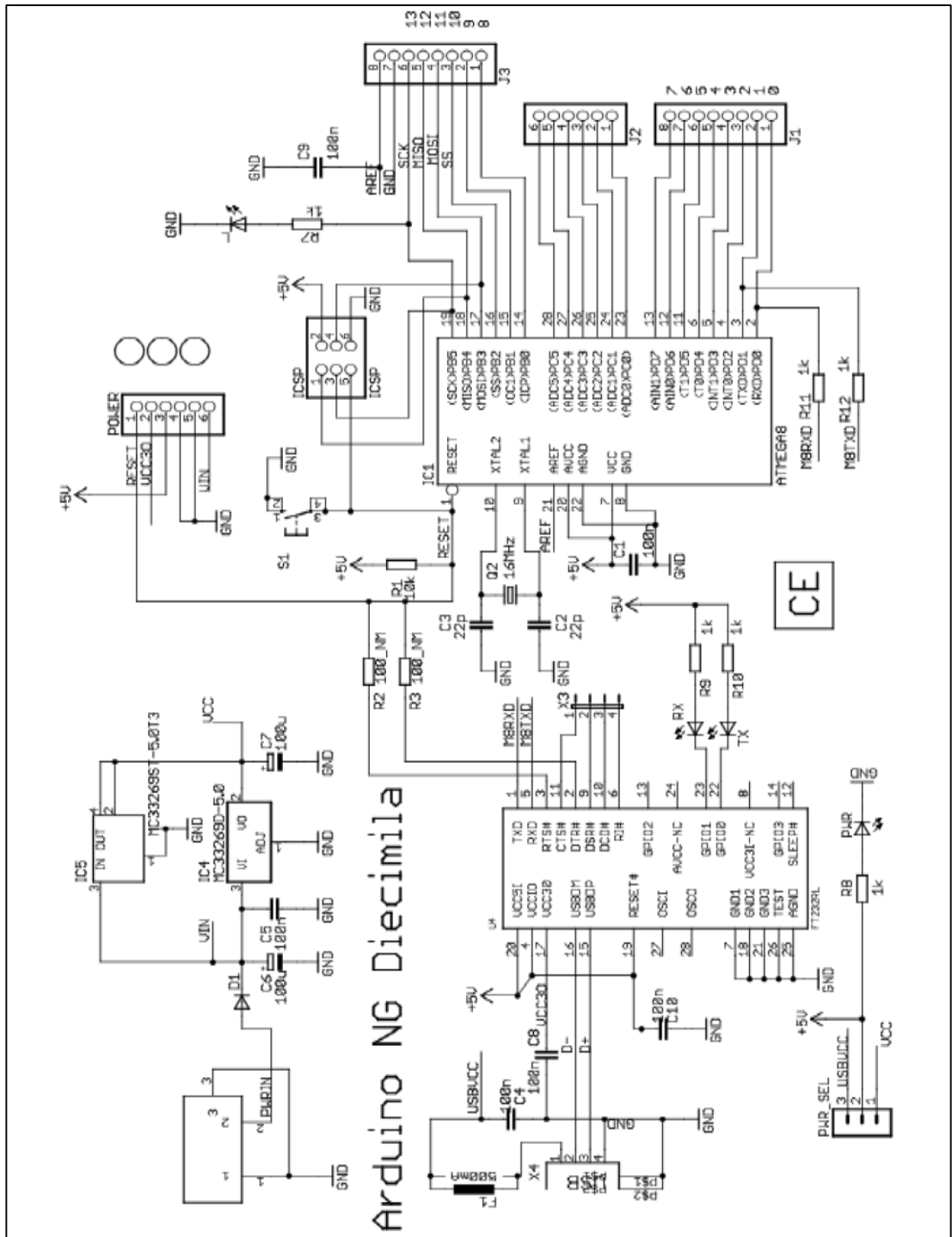
# ANEXO B

ARTÍCULO CIENTÍFICO

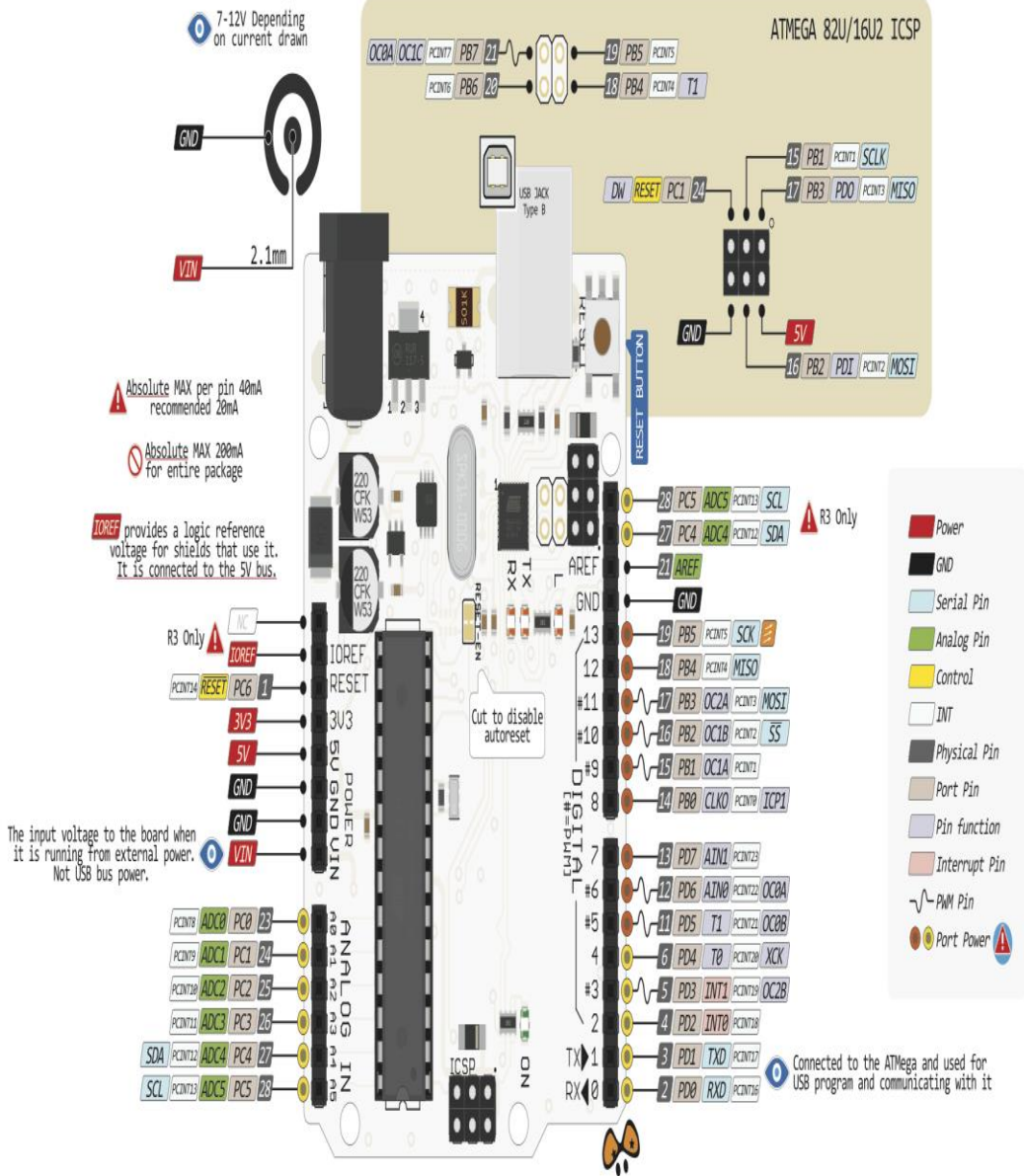
# ANEXO C

PLACAS DE ARDUINO.

# ESQUEMA DE ARDUINO



# UNO PINOUT



0 7-12V Depending on current draw

⚠ Absolute MAX per pin 40mA recommended 20mA

⚠ Absolute MAX 200mA for entire package

IOREF provides a logic reference voltage for shields that use it. It is connected to the 5V bus.

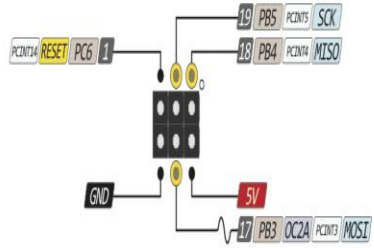
The input voltage to the board when it is running from external power. Not USB bus power.

⚠ R3 Only

- Power
- GND
- Serial Pin
- Analog Pin
- Control
- INT
- Physical Pin
- Port Pin
- Pin function
- Interrupt Pin
- PWM Pin
- Port Power

0 Connected to the ATmega and used for USB program and communicating with it

⚠ The power sum for each pin's group should not exceed 100mA





# ANEXO D

TABLAS EXCEL.

# UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

## CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

### CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por los señores: Tenorio Taípe Ángel Rubén Ulcuango Moreno y Carlos Stalin bajo mi supervisión.

Latacunga, Enero 2015

---

Ing. Castro Clavijo, Juan  
DIRECTOR DEL PROYECTO

---

Ing. Reinoso Villamarín, Sixto  
CODIRECTOR DEL PROYECTO

---

Ing. Castro Clavijo, Juan  
DIRECTOR DE LA CARRERA

---

Dr. Jaramillo Checa, Freddy  
SECRETARIO ACADÉMICO