

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE UN MODULO DIDÁCTICO PARA
SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE MOTOCICLETAS 4 TIEMPOS

LUISA FERNANDA CAÑAVERAL JARAMILLO
ROBINSON DE JESÚS ZAPATA TANGARIFE

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD MECÁNICA Y AFINES
MEDELLÍN (Ant)
2013

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE UN MODULO DIDÁCTICO
PARA SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE MOTOCICLETAS 4
TIEMPOS

LUISA FERNANDA CAÑAVERAL JARAMILLO
ROBINSON DE JESÚS ZAPATA TANGARIFE

Trabajo de Grado

Asesor de grado:
Christian González Salazar

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD MECÁNICA Y AFINES
MEDELLÍN (Ant)
2013

Nota de aceptación:

Firma del jurado (Asesor de grado)

Medellín (Ant), 2013

AGRADECIMIENTO

Damos gracias a Dios que nos permite culminar con este proyecto una etapa en nuestra vida.

A nuestra familia por el apoyo incondicional durante nuestra etapa lectiva.

A Incolmotos-Yamaha S.A por la ayuda brindada en el ámbito económico y técnico.

A la Institución Universitaria Pascual Bravo por la formación profesional integral brindada.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	8
INTRODUCCIÓN	9
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	10
2. JUSTIFICACIÓN	11
3. OBJETIVOS	12
3.1 OBJETIVO GENERAL	12
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
4. MARCO TEÓRICO	13
4.1 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN	14
4.2 OPERACIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE Y LUZ INDICADORA DE ADVERTENCIA DE PROBLEMAS CON EL MOTOR	17
4.2.1 Modo de diagnóstico	17
5. ANTECEDENTES	22
5.1 INICIOS DE LA INYECCIÓN MECÁNICA DE COMBUSTIBLE	22
5.2 EL NACIMIENTO DE LA INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE	23
5.3 HISTORIA DE LA INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE EN LA MOTOCICLETA	24
6. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO	28
6.1. IDENTIFICAR LAS VARIABLES DEL TABLERO DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA	28
6.2 PEDIR LOS ELEMENTOS IDENTIFICADOS EN EL PÁRRAFO 6.1.	28
6.3 CONSTRUIR EL TABLERO DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA	29
6.4 EVALUAR EL TABLERO DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA	38
6.5 ELABORAR MANUAL DE PRACTICAS	39
7. METODOLOGÍA	40
8. RECURSOS	41
9. PRESUPUESTO	42
10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	44
11. GLOSARIO	45
12. BIBLIOGRAFÍA	46

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Operación del sistema de inyección.	17
Tabla 2. Códigos de diagnóstico.	20
Tabla 3. Códigos de falla.	21
Tabla 4. Distribución de recursos.	41
Tabla 5. Relación de costos de las partes compradas por fuera.	42
Tabla 6. Relación de costos de las partes del sistema de inyección.	43
Tabla 7. Cronograma de actividades.	44

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Distribución de los elementos del sistema de inyección de una motocicleta YZF-R15.	14
Figura 2. Funcionamiento del sistema de inyección.	15
Figura 3. Luz de advertencia de averías.	17
Figura 4. Conexión del Diagnostic Tool en la motocicleta.	18
Figura 5. Pantalla del Diagnostic Tool.	19
Figura 6. Las primeras motocicletas con sistema de inyección.	25
Figura 7. Pasta del manual de servicio de la motocicleta YZF-R15 V2.	28
Figura 8. Elementos del sistema de inyección electrónica de la motocicleta YZF-R15 V2.	29
Figura 9. Esquema de distribución Opción 1.	30
Figura 10. Esquema de distribución Opción 2.	30
Figura 11. Esquema de distribución Opción 3.	31
Figura 12. Propuesta elaborada para la fabricación del mueble.	32
Figura 13. Elementos del sistema ubicados en el mueble.	33
Figura 14. Plano guarda del ventilador.	34
Figura 15. Plano guarda de la volante.	34
Figura 16. Esquema realizado en Microsoft PowerPoint	35
Figura 17. Ilustración de calcomanías.	35
Figura 18. Instalación de elementos y accesorios en el tablero.	36
Figura 19. Bosquejo de la caja de fallas.	37
Figura 20. Caja de fallas.	37
Figura 21. Conexión de caja de fallas con el cableado del sistema.	38
Figura 22. Evaluación práctica del funcionamiento del tablero.	38
Figura 23. Pasta del manual de practicas del tablero.	39

ABSTRACT

In this project, the reader will find the methodology of design, construction and evaluation of a didactical prototype of a Fuel Injection work bench in order to make fault diagnosis in electronic injection systems for 4-stroke motorcycles.

The prototype is called on this job “*Didactic Motorcycle fuel injection board*”, it allows to technicians in motorcycle maintenance area of Incolmotos – Yamaha S.A service network and Yamaha Technical Institute Students, to study thoroughly and practice about system of electronic fuel injection.

The importance of this project lies in the implementation of a practical learning system, where the student can easily compare the theory and will result in human resources able to face the problems of a booming technology and that will generate welfare for motorcycle riders and they will receive more effective and reliable solutions to the technical problems of mobility when they arise.

Initially this prototype was designed to motorcycle with low and medium engines cylinder capacity because they are the most sold in Colombia, but it can be extrapolated to fuel injection systems on big models motorcycles.

INTRODUCCIÓN

En este proyecto, el lector encontrará la metodología de diseño, construcción y evaluación de un prototipo didáctico para un banco de pruebas con el fin de realizar diagnósticos de averías en sistemas de inyección electrónica de las motocicletas de 4 tiempos.

El prototipo denominado en este trabajo **Tablero didáctico de inyección electrónica de motocicletas**, permitirá a la red de técnicos del área de mantenimiento de motocicletas de la empresa Incolmotos Yamaha y a los estudiantes del Instituto Técnico Yamaha, poder estudiar a fondo y de manera práctica un sistema de inyección electrónica de combustible.

La importancia de este proyecto radica en la implementación de un sistema de aprendizaje práctico, que el estudiante fácilmente podrá comparar con la teoría y los resultados redundarán en recurso humano capaz de enfrentar los problemas de una tecnología en apogeo y generará a su vez bienestar para los usuarios de motocicletas, quienes recibirán soluciones más efectivas y confiables a los inconvenientes técnicos de movilidad cuando estos se presenten.

Inicialmente este prototipo ha sido diseñado para motocicletas de bajo y mediano cilindraje debido a que son las más vendidas en Colombia, pero se puede extrapolar a sistemas de inyección de motocicletas de alto cilindraje.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Para capacitar 1000 personas que conforman la red de técnicos de Incolmotos Yamaha se cuenta con un moderno edificio de capacitación donde se reúne personal de todo el país para entrenarse en los sistemas que se implementan dentro de esta organización.

Físicamente se tiene incorporado dentro de sus planes de entrenamiento una infraestructura dotada de herramientas didácticas y de información, este proyecto es una oportunidad para afianzar el conocimiento de manera práctica, en este edificio no se tiene un banco de pruebas para motocicletas de bajo y mediano cilindraje que explique el sistema de inyección electrónica, permita identificar sus partes, y su funcionamiento, simular fallas del sistema de inyección electrónica de combustible.

Es una necesidad creada por un cambio externo, como lo es el cambio en la normatividad ambiental que piensan implementar en Colombia a partir del año 2015, esta normativa es denominada EURO 3 obliga a las ensambladoras a mantener unos estándares de control de emisiones atmosféricas los cuales hacen necesarios que se implementen sistemas de inyección electrónica de combustible, este es un proceso más limpio que la carburación, por lo cual esta empresa ya empezó a ensamblar estos modelos y en un futuro se van a masificar lo que hace necesario que los técnicos conozcan el sistema completo y sepan hacer las respectivas reparaciones.

2. JUSTIFICACIÓN

La capacitación de la red de técnicos de Incolmos Yamaha S.A, produce un beneficio que se mide adentro y afuera de la organización a través de indicadores de gestión, que miden la capacidad que la empresa tiene para garantizar la calidad del servicio, la rentabilidad, la seguridad industrial y salud ocupacional; y lo más importante el cuidado del medio ambiente.

La implementación de capacitaciones en sistemas de inyección electrónica de combustible permite a la empresa tener recurso humano capaz de enfrentar los problemas de una tecnología en apogeo, lo cual redundara en bienestar para los usuarios de motocicletas quienes recibirán soluciones más efectivas y confiables a los inconvenientes técnicos de movilidad cuando estos se presenten.

Los beneficios se ven reflejados en:

- Incolmos Yamaha S.A, porque la pondrá en vanguardia del conocimiento de la inyección electrónica, en busca de un mejoramiento del índice del porcentaje de satisfacción de sus clientes; donde ellos tienen preferencia por el servicio técnico que prestan la empresa y esto se logra gracias a la formación que se le brinda al personal interno de la empresa. Formación que actualmente no es la misma con la tecnología a masificar. Además de sumarle la responsabilidad social, civil y penal que la empresa tiene con el medio ambiente y con las normas existentes y venideras del gobierno Nacional.

- En el cliente que con seguridad si sabe que se cuenta con personal capacitado, van a tener más confianza al adquirir una motocicleta con sistema de inyección, además los problemas que se puedan presentar, se van a solucionar de manera rápida y eficiente.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Capacitar la red de técnicos de Incolmotos Yamaha S.A a través del diseño, construcción y evaluación de un módulo didáctico para sistemas de inyección electrónica.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar las variables del tablero de inyección electrónica.
- Establecer las fallas que se van a generar en el tablero de inyección electrónica.
- Construir el tablero de inyección electrónica.
- Realizar pruebas de funcionamiento y puesta a punto del sistema de inyección.
- Evaluar en campo con los estudiantes el tablero de inyección electrónica.
- Elaborar un manual de operación del tablero.
- Explicar el procedimiento para el manejo de la herramienta especial que se utiliza para entrar al sistema de inyección electrónica denominada Diagnostic Tools.

4. MARCO TEORICO

La principal función de un sistema de suministro de combustible es brindar combustible a la cámara de combustión en la proporción óptima de aire-combustible de acuerdo con las condiciones de operación del motor y la temperatura atmosférica. En el sistema convencional de carburador, la proporción de aire-combustible de la mezcla que es suministrada a la cámara de combustión es creada por el volumen de la admisión de aire y el combustible que es medido por el surtidor utilizado en el respectivo carburador.

A pesar del mismo volumen de aire de la admisión, el requerimiento de volumen de combustible varía según las condiciones de operación del motor, como la aceleración, la desaceleración, o la operación bajo una carga pesada.

Los carburadores que miden el combustible con el uso de jets o inyectores están provistos con varios dispositivos auxiliares, para poder lograr una proporción óptima de aire-combustible para acomodarse a los cambios constantes en las condiciones de funcionamiento del motor.

A medida que los requerimientos para que el motor entregue un mayor desempeño y gases de escape más limpios aumentan, se hace necesario controlar la proporción de aire-combustible de una manera más precisa y finamente ajustada. Para acomodarse a esta necesidad, este modelo ha adoptado un sistema de inyección de combustible electrónicamente controlado, en lugar del sistema convencional de carburador. Este sistema puede lograr la proporción óptima de aire-combustible requerida por el motor en todo momento utilizando un microprocesador que regula el volumen de inyección según las condiciones de operación del motor detectadas por varios sensores.

La adopción del sistema de inyección electrónica ha tenido como resultado un suministro de combustible sumamente preciso, una mejor respuesta del motor, mayor economía de combustible, y menores emisiones.

A continuación se ilustra en la figura 1 la distribución de los elementos del sistema de inyección de la motocicleta modelo de este proyecto:

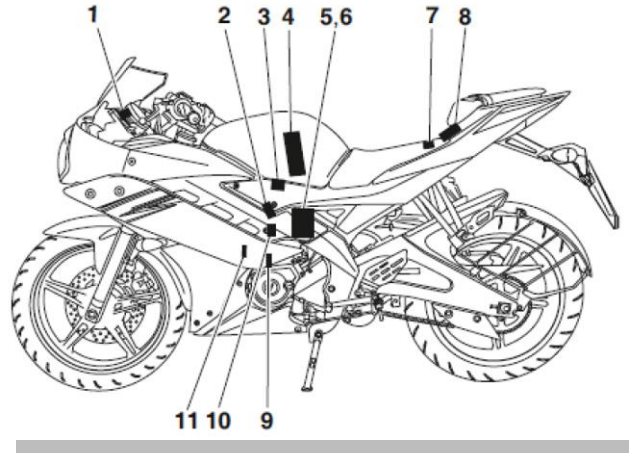


Figura 1. Distribución de los elementos del sistema de inyección de una motocicleta YZF-R15.

1. Luz de advertencia de averías del motor
2. Bujía
3. Bobina de encendido
4. Bomba de combustible
5. FID (solenoide de ralentí)
6. Ensamble del sensor del cuerpo del acelerador (que incluye el sensor de posición del acelerador, sensor de presión de la admisión, sensor de temperatura del aire de admisión)
7. Sensor del ángulo de inclinación
8. ECU (unidad de control de motor)
9. Sensor de posición de cigüeñal
10. inyector de combustible
11. Sensor de temperatura del líquido refrigerante

4.1 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN

La bomba de combustible suministra combustible al inyector a través del filtro de gasolina. El regulador de presión mantiene la presión de combustible que se aplica

al inyector en 250 kPa (2,50 kg/cm² 36,3 psi). Por consiguiente, cuando la señal energizante de la ECU alimenta el inyector de combustible, el paso de combustible se abre, haciendo que el combustible sea inyectado en el colector de admisión sólo durante el tiempo que el paso está abierto. Por lo tanto, cuanto más largo el tiempo en que el inyector de combustible esté energizado (duración de inyección), mayor será el volumen de combustible suministrado. A la inversa, cuanto menor sea el tiempo en que el inyector de combustible esté energizado (duración de inyección), menor será el volumen de combustible suministrado.

La duración de inyección y los intervalos de inyección son controlados por la ECU. Las señales que son ingresadas del sensor de posición del acelerador, el sensor de posición del cigüeñal, el sensor de presión de la admisión, el sensor de temperatura del aire de admisión, el sensor del ángulo de inclinación y el sensor de temperatura de líquido refrigerante le permiten a la ECU determinar la duración de inyección. Los intervalos de inyección son determinados por las señales del sensor de posición de cigüeñal. Como resultado, el volumen de combustible que es requerido por el motor puede ser suministrado en todo momento de acuerdo con las condiciones de conducción.

En la figura 2 se visualiza un esquema del funcionamiento del sistema de inyección electrónica.

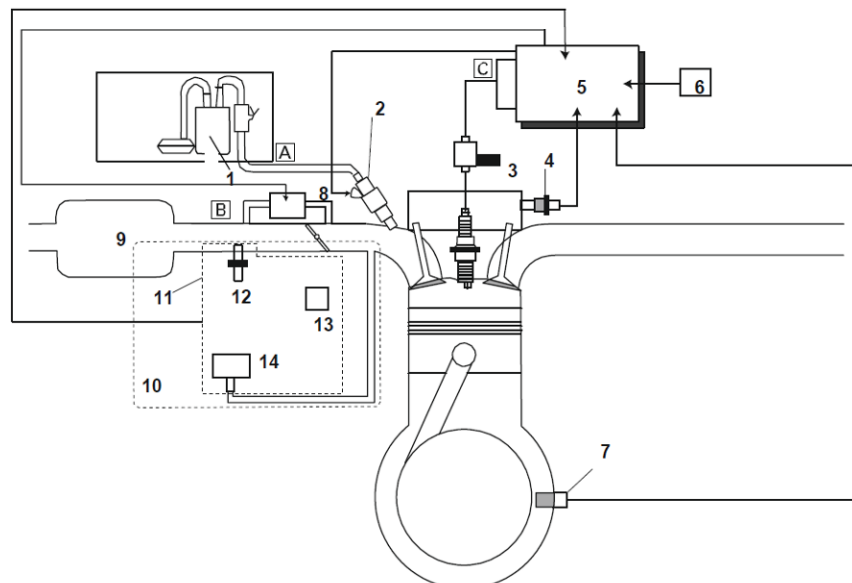


Figura 2. Funcionamiento del sistema de inyección.

- | | |
|---|---|
| 1. Bomba de combustible | 9. Carcasa del filtro de aire |
| 2. Inyector de combustible | 10. Cuerpo del acelerador |
| 3. Bobina de encendido | 11. Ensamble del sensor del cuerpo del acelerador |
| 4. Sensor de temperatura del líquido refrigerante | 12. Sensor de temperatura del aire de admisión |
| 5. ECU (unidad de control de motor) | 13. Sensor de la posición del acelerador |
| 6. Sensor del ángulo de inclinación | 14. Sensor de presión del aire de admisión |
| 7. Sensor de posición de cigüeñal | A. Sistema de combustible; B. Sistema de |
| 8. FID (solenoide de ralentí) | aire; C. Sistema de control |

La ECU está equipada con una función de autodiagnóstico para poder garantizar que el sistema de inyección esté operando normalmente. Si esta función detecta un mal funcionamiento en el sistema, inmediatamente opera el motor bajo características sustitutas e ilumina la luz de advertencia de problemas del motor para alertar al conductor que ha ocurrido un mal funcionamiento en el sistema. Una vez se ha detectado un mal funcionamiento, se almacena un código de falla en la memoria de la ECU.

- Para informarle al piloto que el sistema de inyección de combustible no está funcionando, la luz de advertencia de problemas del motor parpadea cuando se está presionando el interruptor de arranque para arrancar el motor.
- Si se detecta un mal funcionamiento en el sistema por parte de la función de auto-diagnóstico, la ECU suministra una operación sustituta adecuada, y alerta al conductor sobre el mal funcionamiento detectado iluminando la luz de advertencia de problemas de motor.
- Después de que el motor se ha detenido, el número de código de falla más bajo se indica en la luz de advertencia de problemas de motor (o aparece en la herramienta de diagnóstico de FI) Este permanece almacenado en la memoria del ECU hasta que se borra.

En la figura 3 se ilustra el tablero de la motocicleta, en este componente se puede visualizar la luz de advertencia de averías

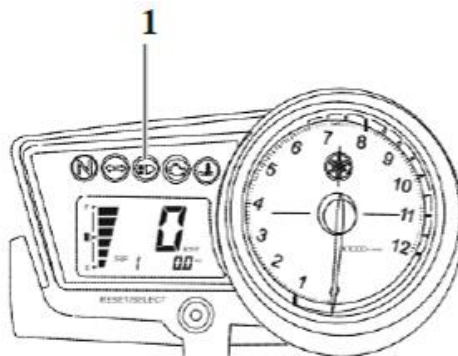


Figura 3. Luz de advertencia de averías.

4.2 OPERACIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE Y LUZ INDICADORA DE ADVERTENCIA DE PROBLEMAS CON EL MOTOR

En la tabla 1 se indica la acción de la luz de advertencia y la manera de proceder según el caso.

Indicación de la luz de advertencia	Operación ECU	Operación de inyección de combustible	Operación del vehículo
Parpadeo	Advertencia cuando no se puede arrancar el motor	Operación detenida	No se puede operar
Se queda encendida	Mal funcionamiento detectado	Opera con características sustitutas de acuerdo con la descripción del mal funcionamiento	Se puede o no se puede operar dependiendo del código de falla

Tabla 1. Operación del sistema de inyección.

4.2.1 Modo de diagnóstico

Es posible monitorear los datos de salida del sensor o verificar la activación de los actuadores con la herramienta de diagnóstico de inyección de combustible (FI) conectada al vehículo y ajustar al modo normal o al modo de monitoreo de diagnóstico.

Ajuste del modo normal

TIP _____ La velocidad del motor, la temperatura del refrigerante, y el código de falla, si se detectan, se pueden mostrar en la pantalla

LCD de la herramienta de diagnóstico de FI cuando está conectada al vehículo y ajustada en el modo normal.

1. Ponga el interruptor principal en "OFF" y el interruptor de parada del motor en " ".
2. Desconecte el conector de la señal de autodiagnóstico "1", y luego conecte la herramienta de diagnóstico de FI "2" como se muestra.
3. Ponga el interruptor principal en "ON" y arranque el motor.

En la figura 4 se representa de manera gráfica la ubicación del Diagnostic Tool en la motocicleta.

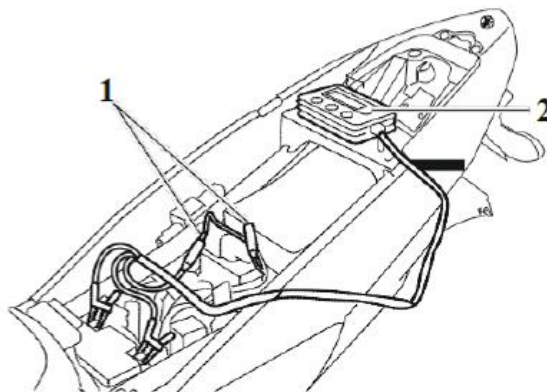


Figura 4. Conexión del Diagnostic Tool en la motocicleta.

TIP _____

- La temperatura del refrigerante y la velocidad del motor aparecen en la pantalla LCD de la herramienta de diagnóstico de FI.
- El LED "POWER" (verde) se enciende.
- Si se detecta una falla en el sistema, la luz LED "WARNING" (naranja) se enciende.

4. Detenga el motor.

TIP _____

Si se detecta una falla en el sistema, el código de falla aparece en la pantalla LCD de la herramienta de diagnóstico FI, y la luz LED "WARNING" (naranja) se enciende.

En la figura 5 hay una imagen de la pantalla del Diagnostic Tool

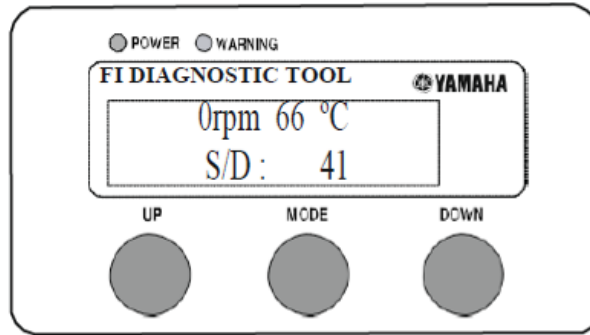


Figura 5. Pantalla del Diagnostic Tool.

5. Ponga el interruptor principal en "OFF" para cancelar el modo normal.
6. Desconecte la herramienta de diagnóstico de FI y ponga el conector de señal de autodiagnóstico en su lugar.

Ajuste del modo de diagnóstico

1. Ponga el interruptor principal en "OFF" y el interruptor de parada del motor en " ”.
2. Desconecte el conector de la señal de autodiagnóstico "1", y luego conecte la herramienta de diagnóstico de FI "2" como se muestra.
3. Desconecte el acople de la bomba de gasolina.
4. Mientras presiona el botón "MODE", gire el interruptor principal a "ON".

TIP

- "DIAG" aparecerá en la pantalla LCD de la herramienta de diagnóstico del FI (IC).
 - El LED "POWER" (verde) se enciende.
5. Apriete el botón "UP" "4" para seleccionar el modo de ajuste "CO" o el modo de diagnóstico "DIAG".
 6. Después de seleccionar "DIAG", presione el botón "MODE"
 7. Seleccione el número de código de diagnóstico correspondiente al número del código de la falla presionando los botones "UP" (arriba) y "DOWN" (abajo).

TIP

- El número del código de diagnóstico aparece en la LCD (01-70).
- Para disminuir el número del código de diagnóstico seleccionado, presione el botón "DOWN". Presiona el botón "DOWN" por un segundo o más para reducir automáticamente los números de código de diagnóstico.

- Para aumentar el número del código de diagnóstico seleccionado, presione el botón "UP". Presiona el botón "UP" por un segundo o más para aumentar automáticamente los números de código de diagnóstico.

8. Revise el funcionamiento del sensor o actuador.

- Funcionamiento del sensor

Los datos que representan las condiciones de operación del sensor aparecen en la LCD.

- Funcionamiento del actuador.

Presione el botón "MODE".

9. Ponga el interruptor principal en "OFF" para cancelar el modo de diagnóstico.

10. Conecte el acople de la bomba de gasolina.

11. Desconecte la herramienta de diagnóstico de FI y ponga el conector de señal de autodiagnóstico en su lugar.

No. código de diagnóstico	Ítem	Pantalla de la herramienta de diagnóstico de FI	Método de verificación
1	Ángulo del acelerador	14-20 97-107	Verifique si hay cambios en los valores que aparecen mientras se abre y se cierra el acelerador
	Posición totalmente cerrada Posición totalmente cerrada abierta		
3	Presión del aire de admisión	Muestra la presión de aire de admisión	Ponga el interruptor de parada de motor en, luego opere el acelerador mientras presiona el interruptor de arranque (Si el valor que se muestra cambia, el funcionamiento está OK.)
5	Temperatura del aire de admisión	Muestra la temperatura del aire de admisión	Compare la temperatura del aire medida directamente con el valor en la pantalla
6	Temperatura del líquido refrigerante	Muestra la temperatura del refrigerante	Compare la temperatura del refrigerante medida directamente contra el valor en el medidor
7	Pulso de velocidad del vehículo	0-254	Revise que el número aumenta cuando se rota la rueda delantera. El número es acumulativo y no se reinicia cada vez que se detiene la rueda
8	Sensor del ángulo de inclinación	0,1-1,4 3,7-4,4	Quite el sensor de ángulo de inclinación e inclínelo más de 65 grados
	Derecha Exceso en el giro		
9	Voltaje del sistema de combustible (voltaje de batería)	0-18,6 Aproximadamente 12,0	Compare contra el voltaje de la batería medido directamente. (Si el voltaje de la batería es menor, recargue.)
60	Aparece código de falla de EEPROM	0 01: Se detecta el valor de ajuste de CO	—
	• No hay historial • Hay historial		
61	Código de historia de fallas	0 Código de fallas 12-50 • (Si se detecta más de un número de código, la pantalla alterna cada dos segundos para mostrar los números de código detectados. Cuando se hayan mostrado todos los números, la pantalla repite el mismo proceso.)	—
	• No hay historial • Hay historial		
62	Borrado de código de historias fallas	0 Hasta 16 códigos de fallas	— Para borrar el historial como presión el botón "MODE" de la herramienta de diagnóstico de FI
	• No hay historial • Hay historial		
70	Número de control	00-254	—

Tabla 2. Códigos de diagnóstico.

En la tabla 2 se tienen información de los códigos de diagnóstico con el respectivo método de verificación y en la tabla 3 se tienen información de los códigos de falla.

Código de Falla	Sintoma	Causa probable de la falla	No. código de diagnóstico
12	No se reciben señales normales del sensor de posición del cigüeñal	Un circuito abierto o cortocircuito en el arnés de cables	—
		Sensor de posición del cigüeñal defectuoso	
		Fallas en el rotor del magneto AC	
		Sensor mal instalado	
13	Sensor de presión de aire de admisión: circuito abierto o cortocircuito	Fallas en la ECU	3
		Un circuito abierto o cortocircuito en el arnés de cables. Sensor de presión del aire de admisión defectuoso	
14	Sensor de presión de aire de admisión: falla del sistema (agujero tapado)	Fallas en la ECU	3
		El agujero del sensor de presión de aire de admisión está tapado	
15	Sensor de posición del acelerador: circuito abierto o cortocircuito detectado	Un circuito abierto o cortocircuito en el arnés de cables.	1
		Sensor de posición del acelerador defectuoso	
		Fallas en la ECU.	
16	El sensor de posición del acelerador está trabado	Sensor de posición del acelerador atascado	1
		Fallas en la ECU	
19	Se detectó una de las luces azules/verdes del ECU dañada o	Un circuito abierto o cortocircuito en el arnés de cables (Acople del ECU)	20
		Fallas en la ECU	
21	Sensor de temperatura del refrigerante: circuito abierto o cortocircuito detectado	Un circuito abierto o cortocircuito en el arnés de cables	6
		Sensor de temperatura del líquido refrigerante defectuoso	
		Fallas en la ECU	
22	Sensor de temperatura del aire de admisión: circuito	Sensor de temperatura del refrigerante mal instalado	5
		Un circuito abierto o cortocircuito en el arnés de cables Sensor de temperatura de aire de admisión defectuoso.	
30	No se recibe señal normal del sensor de ángulo de inclinación.	Exceso de giro	8
		Fallas en la ECU	
		Sensor del ángulo de inclinación defectuoso	
		Sensor de ángulo de inclinación mal instalado	
33	Contacto principal de la bobina de encendido: circuito abierto detectado	Un circuito abierto en el arnés de cables	30
		Fallas en la bobina de encendido.	
		Fallas en un componente del sistema del circuito de corte de encendido	
		Fallas en la ECU	
39	Inyector de combustible: circuito abierto o corto circuito	Un circuito abierto o cortocircuito en el arnés de cables	36
		Inyector de combustible defectuoso	
		Inyector de combustible mal instalado	
		Fallas en la ECU	
41	Sensor del ángulo de inclinación: circuito abierto o cortocircuito detectado	Un circuito abierto o cortocircuito en el arnés de cables	8
		Sensor del ángulo de inclinación defectuoso	
		Fallas en la ECU	
42	No se recibe señal normal del sensor de velocidad	Un circuito abierto o cortocircuito en el arnés de cables	7
		Sensor de velocidad defectuoso	
		Se detecta una falla en el sensor de velocidad	
		Fallas en la ECU	
44	Se detectó un error en la lectura o escritura de la memoria EEPROM	Fallas en la ECU. (El valor de ajuste del CO no está escrito adecuadamente o no se lee bien de la memoria interna)	60

Tabla 3. Códigos de falla.

5. ANTECEDENTES

5.1 INICIOS DE LA INYECCIÓN MECÁNICA DE COMBUSTIBLE

Cuando el motor de combustión interna se usó para los aeroplanos y automóviles a principios de los años 20, los motores estaban provistos principalmente con un carburador. Sin embargo, los sistemas de carburador con una cámara de flotador tienen problemas para el uso en aeroplanos, ya que la posición de un aeroplano no sólo es horizontal sino que se mueve en tres dimensiones. Además. La temperatura tan baja de las altitudes congelará el combustible. El sistema de inyección de combustible se desarrolló basado en la tecnología de las bombas de inyección de los motores diésel.

Después de la segunda guerra mundial, se adoptaron muchas tecnologías de los aeroplanos a los motores de los automóviles y debido a esto, la inyección de combustible, también se adoptó. Sin embargo, era muy complicada y costosa comparada con el sistema de carburador. Debido a esto, el sistema de inyección de combustible se aplicó primero a los automóviles de carreras. Los automóviles de carreras requieren un alto desempeño y buena respuesta y utilizaban un sistema de multi-carburadores. Los multi-carburadores son difíciles de controlar y ocupan mucho espacio. Por tal motivo, la inyección de combustible es muy popular en los automóviles de carreras, aun cuando el costo es alto. Por esos días se usaba principalmente un sistema de inyección de combustible de alta presión tipo Lucas, que era controlado por la velocidad del motor y una leva medidora.

Los automóviles de carreras lograron buenos resultados y buen desempeño con la inyección de combustible, debido a las mejoras del sistema de admisión. Así que muchas compañías automovilísticas empezaron su desarrollo.

Compañías como Goliat y Gutbrod en Alemania desarrollaron sistemas de inyección de combustible para motores de 2-tiempos. Benz empezó a vender el 300SL con un motor con inyección de combustible mecánica en 1957. Esta

tecnología se adoptó de un tipo de bomba de inyección tipo émbolo, basada en motores diesel. Benz lanzó el modelo 200SE en 1958, y este automóvil utilizó un sistema de inyección mecánico pero con un múltiple y un sistema de inyección de grupo en lugar del sistema de inyección directa de los 300SL. Sin embargo, estaba provisto con un sistema de arranque para aumentar el aire y el combustible. Este sistema estaba provisto de una válvula de arranque, un temporizador y un suiche para controlar la temperatura. También tenía un sistema para compensar la temperatura del aire de la admisión y la presión atmosférica. Así que éste, era un sistema de inyección mecánico, pero tenía casi el mismo concepto que los motores modernos con inyección electrónica.¹

5.2 EL NACIMIENTO DE LA INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE

La inyección de combustible permite una buena distribución del sistema de admisión para aumentar la potencia en los motores de automóviles multi-cilíndricos. Debido al mejoramiento de los sistemas de admisión, los sistemas de inyección de combustible tienen ventajas para los motores de los automóviles, ya que suministran una mejor entrega de la mezcla y permiten un diseño más simple de la culata. Pero esas tecnologías basadas en los sistemas de inyección de los aeroplanos necesitan grandes modificaciones para ser aplicadas a los motores de los automóviles, especialmente en el manejo de la bomba de combustible de alta presión. Se requerían muchos cambios y componentes para los automóviles y por esto, no muchas compañías adoptaron la inyección electrónica en sus comienzos.

Por esos días, la inyección de combustible electrónica se desarrolló basada en la avanzada tecnología del transistor. El primer sistema de inyección electrónica fue lanzado por Bendix de los Estados Unidos en 1957. Este sistema de inyección de combustible se llamó Electrojector.

Este diseño era de fácil aplicación para los motores de los automóviles, pero no controlaba con precisión la combustión como los motores modernos lo hacen.

¹ Párrafo tomado de las pág. 3 y 4 del manual de inyección suministrado por Incolmotos Yamaha S.A

La característica principal era un óptimo sistema de admisión y una fácil aplicación. Más tarde, la confiabilidad de este dispositivo electrónico fue mejorada con el uso del transistor de silicio, en remplazo del transistor de germanio. Con esto se lograron grandes progresos en la confiabilidad, especialmente en lo relacionado con los problemas de calentamiento. Esto hizo que se incrementara el desarrollo de los sistemas de inyección de combustible electrónica.

Bosch lanzó un sistema de inyección de combustible en 1967, llamado “D-Jetronic”, después del lanzamiento del “Electrojector” de Bendix en 1957. Esta tendencia se originó debido a la introducción de los controles de emisiones en Estados Unidos en los años 60’s.

D-Jetronic detecta la presión negativa de la admisión y calcula el volumen del aire de la admisión. Después, basado en este volumen de aire de la admisión, decide el volumen de la inyección y controla la relación de aire / combustible.²

5.3 HISTORIA DE LA INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE EN LA MOTOCICLETA

Durante la implementación del control de las emisiones, las motocicletas fueron consideradas como una porción muy pequeña del total de las emisiones. Por consiguiente, los controles de emisiones no eran aplicados o sólo se hacía de una manera muy lenta y el sistema de inyección de combustible no se requería para el control de emisiones en la motocicleta.

Acerca del rendimiento, el sistema de inyección de combustible suministraba mejor rendimiento en los motores de los automóviles pero la mayoría de los motores multi-cilíndricos de las motocicletas tenían sistemas de carburadores múltiples independientes, que operaban con buen rendimiento. Por lo tanto, los motores de las motocicletas no necesitaban sistemas de inyección de combustible. Además, las motocicletas son pequeñas y no tienen espacio suficiente para colocar los componentes de la inyección de combustible como un sistema medidor del flujo de

² Texto tomado de la pág. 5 del manual de inyección suministrado por Incolmotos Yamaha S.A

aire, además, los costos eran muy altos, por esto, la inyección de combustible no era popular en las motocicletas.

Pero debido al desarrollo de la inyección de combustible para los automóviles, los fabricantes de motocicletas comenzaron a desarrollar la inyección de combustible a principios de los 80's.

En 1982, Yamaha desarrolló la XJ750D, la cual usaba un sistema de inyección de combustible tipo flujo de masa, con un medidor de flujo de aire tipo alambre caliente. Honda desarrolló la CX500 Turbo, la cual utilizaba un sistema de inyección tipo D-Jetronic, el cual detectaba el volumen del flujo de aire por medio de la presión negativa de la admisión. Kawasaki desarrolló la Z750GP, la cual usaba un sistema de velocidad de aceleración.

Yamaha utilizó el sistema de flujo de masa que había sido probado en los motores de los automóviles. Este sistema puede lograr un carácter transitorio óptimo, desde las rpm bajas, hasta las rpm altas. Honda tomó el tipo D-Jetronic, el cual había evolucionado del reciente PGMF-1 (el nombre comercial registrado por Honda para su sistema inyección electrónica de combustible). Este sistema PGMF-1 puede responder a los cambios de presión de la admisión causados por el sistema del turbo cargador. Kawasaki utilizó el sistema de velocidad de aceleración, el cual tenía una buena respuesta.



Figura 6. Las primeras motocicletas con sistema de inyección.

El sistema de inyección de combustible de Yamaha tenía el mismo carácter de rendimiento y aceleración, comparado con el sistema de carburadores, pero todavía el carburador era el sistema más popular en ese momento y por este motivo, los costos eran altos debido a la baja producción. Así que en ese momento, el sistema de inyección de combustible para los motores de las motocicletas no podía ser desarrollado.

Honda utilizó el sistema de presión de admisión, pero con este sistema, era difícil alcanzar una buena respuesta en la conducción de la motocicleta, debido al manejo del motor y a los retrasos del turbo. Por este motivo, la manejabilidad no era lo suficientemente buena. Además de eso, el turbo no podía llegar a ser un buen dispositivo para incrementar la potencia comparado con el gran desplazamiento (altas cilindradas). Por lo tanto, el sistema de inyección de combustible de Honda desapareció junto con el sistema de turbo.

Kawasaki tomó el sistema de velocidad de aceleración pero se notó que era difícil detectar el aire de admisión desde el ángulo de aceleración solamente, porque la relación entre el ángulo de aceleración y el volumen del aire de la admisión es muy complicada, especialmente a velocidades bajas del motor y no se puede obtener un buen carácter transitorio con este sistema solamente, por lo tanto, la evaluación del mercado no fue suficientemente buena.

Mas tarde, el control de las emisiones se fue volviendo cada vez más y más estricto, y como resultado, la participación de las emisiones de las motocicletas aumentó.

La EU comenzó con el control de las emisiones, seguido por otros países. Actualmente, las motocicletas necesitan cada vez más mejores emisiones.

Con los sistemas de inyección electrónica de combustible se obtienen buenas emisiones y esta es la clave tecnológica para reducir las emisiones dañinas y para mantener limpio nuestro medio ambiente.

Por esta razón, la inyección electrónica de combustible es aplicada a muchas motocicletas, no sólo a las motocicletas grandes, sino también, a pequeños scooters y ciclomotores.³

³ Texto tomado de las pág. 6 y 7 del manual de inyección suministrado por Incolmos Yamaha S.A

6. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

6.1. IDENTIFICAR LAS VARIABLES DEL TABLERO DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA

Se estudia cada uno de los elementos que componen el sistema de inyección electrónica de combustible, sus nombres, sus referencias, se investiga el costo de cada elemento y la existencia en el stock de repuestos de Incolmotos Yamaha S.A. Para el desarrollo de esta actividad se utilizó el manual de servicio de la motocicleta YZF-R15 V2 que es el modelo prototipo de este trabajo. En la figura 7 se tiene una fotografía de la pasta del manual.



Figura 7. Pasta del manual de servicio de la motocicleta YZF-R15 V2.

6.2 PEDIR LOS ELEMENTOS IDENTIFICADOS EN EL PÁRRAFO 6.1.

Se realiza una solicitud al almacén de Incolmotos Yamaha S.A mediante un correo electrónico donde se adjunta un archivo elaborado en Microsoft Excel donde se mencionan los elementos que se incluyen en la tabla 6, de la sección 9

“PRESUPUESTO”.

Después de hacer la solicitud de pedido se realiza el respectivo seguimiento del hasta obtener los elementos en el taller.

Posteriormente los elementos son recibidos y revisados. En la figura 8 se visualiza el instante en que se recolectan los elementos y se verifican con la lista emitida al almacén.



Figura 8. Elementos del sistema de inyección electrónica de la motocicleta YZF-R15 V2.

6.3 CONSTRUIR EL TABLERO DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA

a. Definir el material y el diseño del mueble. Para definir la estructura del tablero se evaluaron las 3 siguientes opciones:

- Opción 1. Ubicar los elementos del Sistema de Inyección Electrónica en una motocicleta, con esta idea se pretende mantener la realidad de la ubicación de los elementos. Se anula esta opción, queda espacio sin utilizar y la distribución de los elementos no es uniforme.

En la figura 9 se ilustra un esquema de la práctica que permite descartar esta opción.

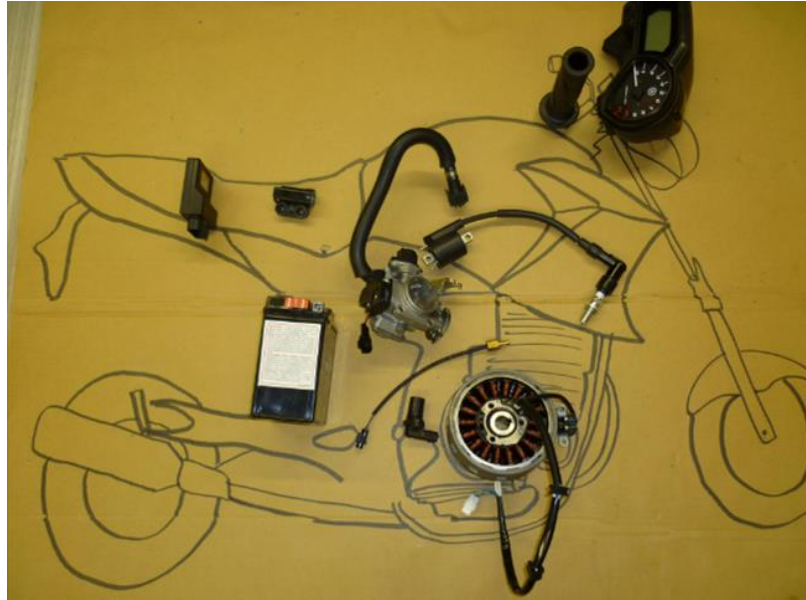


Figura 9. Esquema de distribución Opción 1.

- Opción 2. Ubicar los elementos del Sistema de Inyección Electrónica en una motocicleta con recorte en la parte trasera con el fin de señalar las partes que involucran el conjunto a estudiar. Por estética se anula esta opción, no parece verse bien unas partes de la motocicleta y las otras no. En la figura 10 se ilustra un esquema de la práctica que permite descartar esta opción.

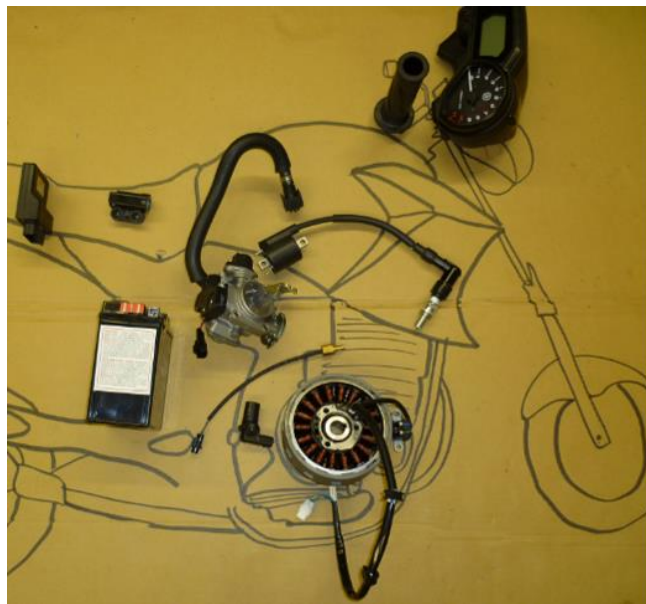


Figura 10. Esquema de distribución Opción 2.

- Opción 3. Ubicar los elementos del Sistema de Inyección Electrónica en un mueble. Aunque la distribución no es real, se tiene la facilidad de ubicar los elementos de una manera adecuada. Esta opción es la elegida y se ilustra en la figura 11.



Figura 11. Esquema de distribución Opción 3.

- b. De acuerdo al esquema elegido en el punto a se procede a cotizar la respectiva fabricación del mueble, este proceso se realizó con 2 proveedores, Soluciones Dimaglo Ltda. y Juan Manuel Botero (ebanista independiente). Se decide por la cotización presentada por el Sr. Juan Manuel Botero, debido a que es una oferta económica y de calidad. La figura 12 muestra la propuesta cotizada por ambos proveedores:

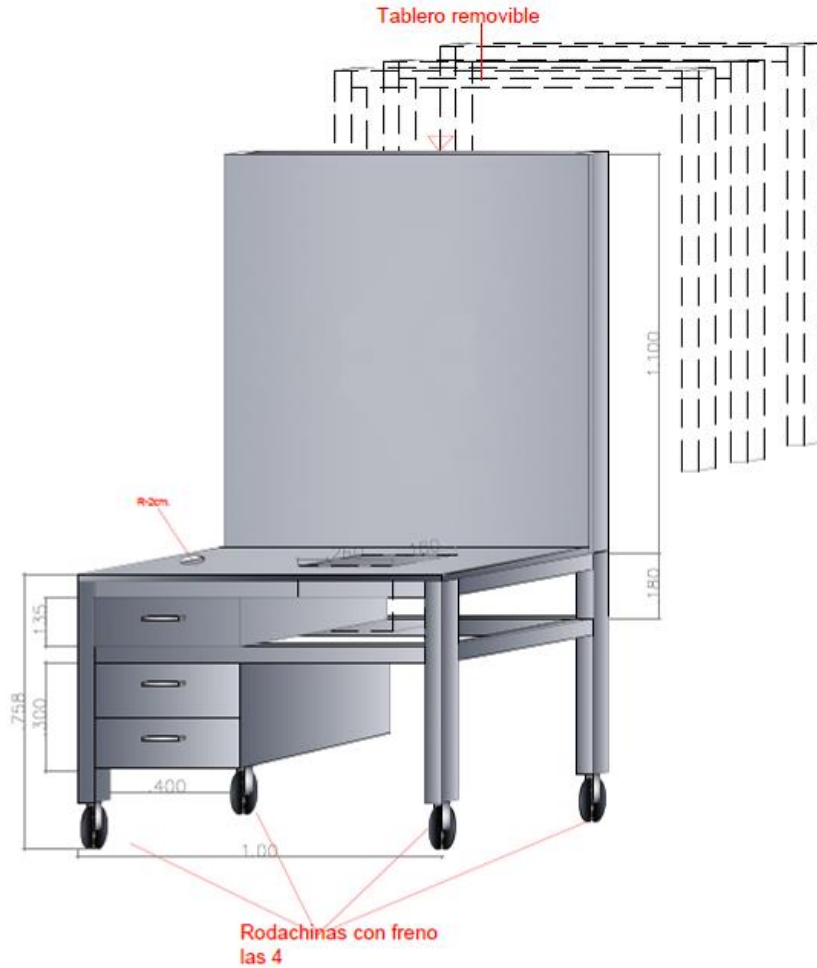


Figura 12. Propuesta elaborada para la fabricación del mueble.

- c. Definir la posición y la distribución real de los elementos dentro del tablero: Se ubica cada elemento tomando como base la posición de estos en la motocicleta y la distribución inicial (ver opción 3 del punto a).

En la figura 13 se tiene el tablero y los elementos del sistema de inyección en la ubicación real del proyecto.



Figura 13. Elementos del sistema ubicados en el mueble.

d. Definir diseño y cantidad de accesorios y calcomanías.

- Para la fabricación de los accesorios y guardas: se realiza plano de cada elemento en SolidWorks y se envía al proveedor para su respectivo suministro.

En la figura 14 se tiene un pantallazo del plano elaborado para la fabricación de la guarda del ventilador.

En la figura 15 se tiene un pantallazo del plano elaborado para la fabricación de la guarda de la volante.

GUARDA VENTILADOR (mm)

Material: Acrílico 4mm

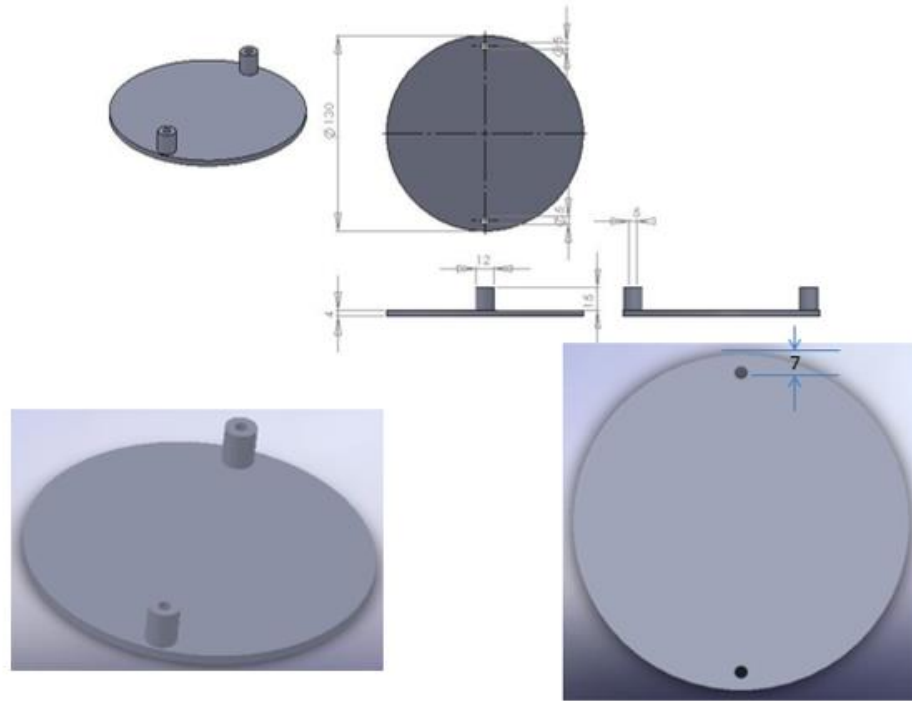


Figura 14. Plano guarda del ventilador.

GUARDA VOLANTE (mm)

Material: Acrílico 4mm

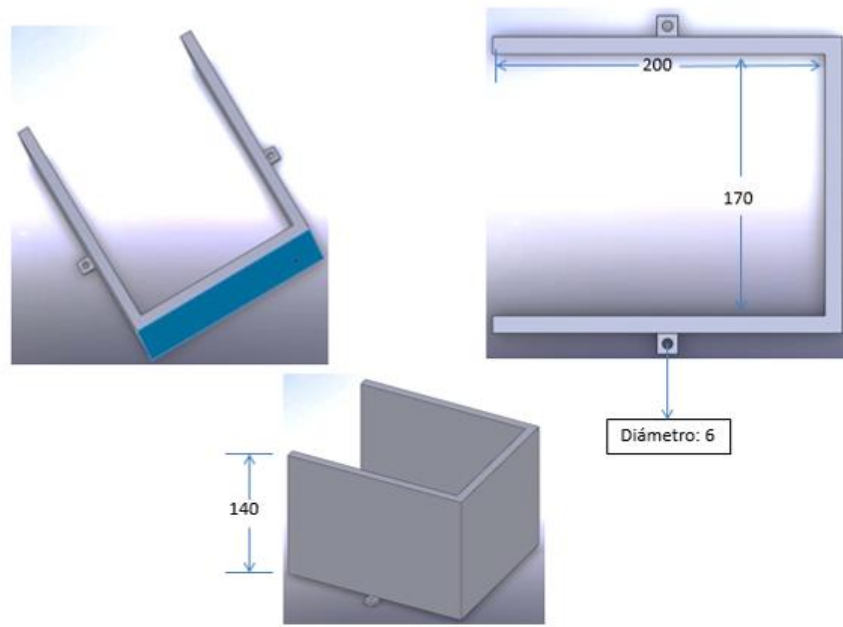


Figura 15. Plano guarda de la volante.

- Para la fabricación de las calcomanías se utiliza Microsoft PowerPoint, se hace una lista de las partes, se procede a imprimir y ubicarlos en el tablero. La figura 16 ilustra el proceso realizado en Microsoft PowerPoint.

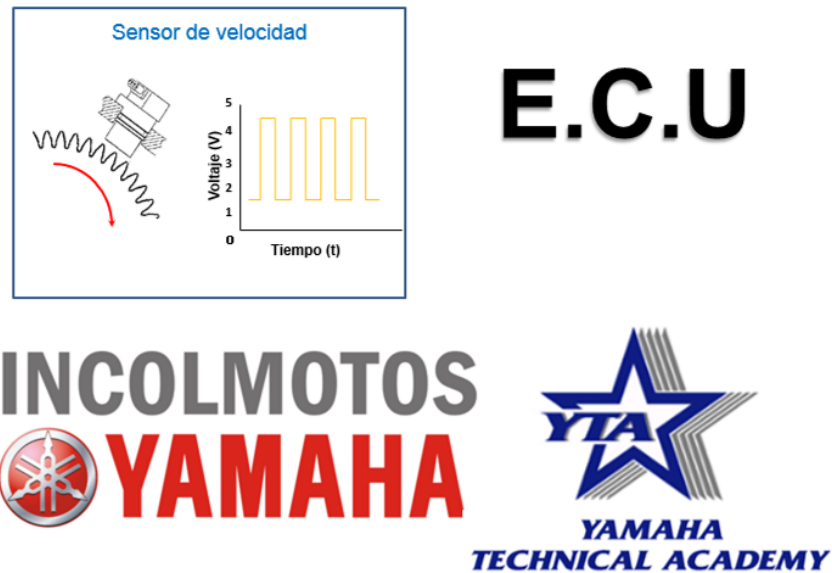


Figura 16. Esquema realizado en Microsoft PowerPoint.

La figura 17 muestra la práctica realizada para definir el tamaño y el tipo de la letra para enviar a hacer las calcomanías.



Figura 17. Ilustración de calcomanías.

- e. Instalar los elementos y/o accesorios en el tablero: Los elementos se instalan según distribución planteada al inicio y se acompaña cada uno con su respectiva calcomanía. Es un proceso de detalle que se ilustra en la figura 18.

La figura 18 ilustra en la parte izquierda el inicio de la instalación, en el centro el proceso de instalación de calcomanía y partes del sistema culminado y en la parte izquierda un esquema del plano trasero del tablero.

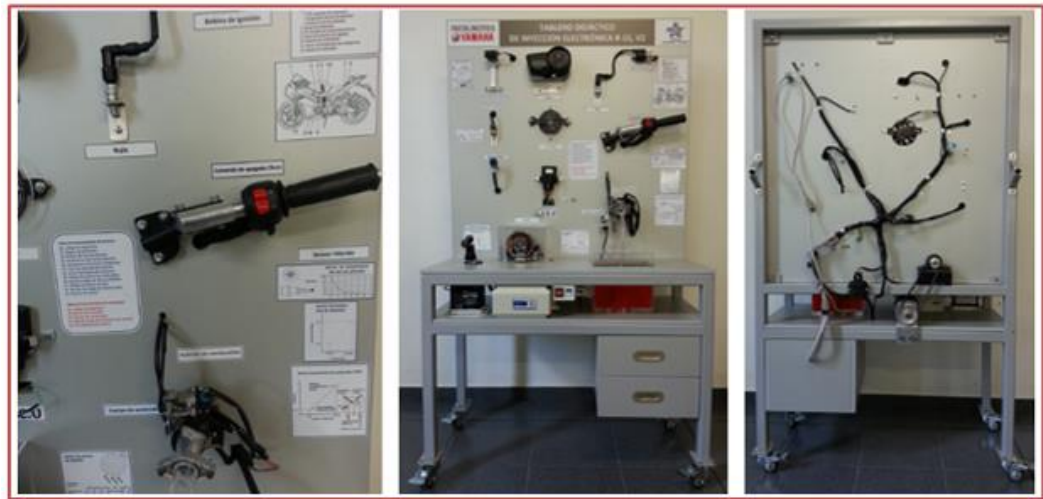


Figura 18. Instalación de elementos y accesorios en el tablero.

- f. Fabricar la caja de fallas: Este trabajo se hace con personal externo, para esta sección se definen los siguientes parametros:

- Establecer las fallas que se van a generar en el tablero de inyección electrónica: Se deben formar el número de averías y los significados de cada una, tomando como base las mencionas en la Tabla 3. Código de fallas.
- Diseñar la caja de fallas: Con el número de averías, se determinan las medidas de la caja y el número de suiches, con estos datos se realiza el siguiente esquema general.

La figura 19 muestra un bosquejo de la caja de fallas.

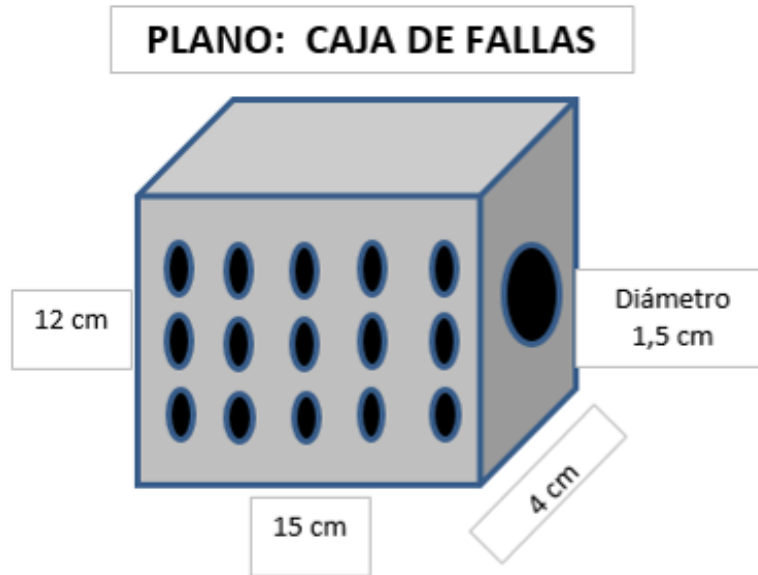


Figura 19. Bosquejo de la caja de fallas.

El siguiente paso es enviar a fabricar la caja de fallas, este proceso se realiza con la empresa Aluminios Rey, luego de adjuntar la compra, se hace seguimiento y se espera la respectiva fabricación según especificaciones.

La caja de fallas sirve para simular averías dentro del sistema. La figura 20 muestra como culmina este proceso.



Figura 20. Caja de fallas.

- g. Hacer las fallas a simular dentro del tablero: Se debe hacer las respectivas conexiones, para que al momento de accionar los suiches, se simulen las respectivas fallas. A su vez se van ensayando cada una.

La figura 21 muestra la conexión de la caja con el cableado del sistema.



Figura 21. Conexión de caja de fallas con el cableado del sistema.

6.4 EVALUAR EL TABLERO DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA

Se realizan pruebas de cada elemento, se programa una práctica con algunos estudiantes. La figura 22 muestra este proceso.



Figura 22. Evaluación práctica del funcionamiento del tablero.

6.5 ELABORAR MANUAL DE PRACTICAS

Este manual es una guía para utilizar de manera adecuada y provechosa el manual. Contiene 10 prácticas cada una con las instrucciones para su desarrollo. El manual ha sido impreso y su pasta se visualiza en figura 23.



Figura 23. Pasta del manual de practicas del tablero.

7. METODOLOGÍA

Este trabajo se realiza bajo la siguiente premisa: *la investigación es fundamental en el proceso del conocimiento y el aprendizaje*, donde no solo se percibe, sino que se comprende, se explica y adicionalmente se predice algún fenómeno sobre un determinado tema.

Los métodos de investigación manejados en este trabajo son:

Análisis y síntesis: Debido a que se separan los objetos de estudio en varias partes y una vez comprendida su esencia, se construye todo. Comenzado por desmontaje de partes y finalmente llegando a comprender funcionamiento completo de todo el equipo.

Con el fin de ordenar las etapas de investigación, aportar ideas, realizar un control de datos e información y orientar los objetivos de este proyecto se realiza 2 tipos de trabajos:

El primero hace referencia al trabajo documental, donde se recopila información acerca del trabajo en este caso de los sistemas de inyección electrónica y de los tableros didácticos.

Utilizando como fuentes primarias de información libros, monografías e informes técnicos.

El segundo hace referencia al trabajo de campo, donde se tiene la oportunidad de observar, de tener un contacto directo con la motocicleta y su sistema de inyección de combustible (objeto de estudio); explorar, reunir información y describir los hechos observados. Utilizando herramientas como cámaras, diarios. Con el fin de tener un registro fotográfico, notas, entre otros.

8. RECURSOS

La tabla 4 muestra los recursos necesarios para la ejecución de este proyecto.

TALENTO HUMANO	
Estudiantes Ing. Mecánica (2)	Luisa Cañaveral – Robinson Zapata
Instructor de servicio de Incolmotos (1)	Jaime Alberto Vasco
Asesor de grado (1)	Christian Andrés González
RECURSOS FISICOS	
Infraestructura del centro de capacitación y entrenamiento (1)	
Motocicleta Yamaha YZF-R15 V2 (1)	
Herramientas Manuales	
Máquinas herramientas	
Herramientas especiales (Diagnostic Tool)	
Manuales de servicio	
RECURSOS FINANCIEROS	
\$10.000.000	
RECURSOS TECNOLOGICOS	
Computador (2)	

Tabla 4. Distribución de recursos

9. PRESUPUESTO

A continuación los precios totales de la elaboración del tablero. Todos los precios que se tienen en las tablas 5 y 6 tienen el IVA incluido

Costo repuesto IVA incluido:	\$ 4.613.844
Costo de partes IVA Incluido	\$ 3.465.015
Gran Total:	\$ 8.078.859

Algunos elementos fue necesario comprarlos y/o enviarlos a hacer, la relación de precios se realiza en la siguiente tabla:

PARTES COMPRADAS POR FUERA		
#	NOMBRE	PRECIO
1	JUEGO DE CHUMACERAS (2)	\$ 34.800
2	SOPORTE DE MANUBRIO	\$ 50.000
3	TANQUE EN ACRILICO	\$ 300.000
4	TABLERO EN MADERA	\$ 1.450.000
5	ACCESORIOS (SOPORTES Y PLATINAS)	\$ 110.399
6	CALCAMONIAS	\$ 30.000
7	CROMADA DE PIEZAS	\$ 23.000
8	EJE VOLANTE	\$ 371.200
9	VARIOS (Abrazaderas, cables, nylon)	\$ 70.000
10	PROTECTORES (3)	\$ 230.000
11	CAUCHOS Y SILICONA	\$ 16.500
12	MOTOR ELÉCTRICO	\$ 280.000
13	CAJA DE FALLAS	\$ 356.400
14	SOPORTE MOTOR	\$ 40.000
15	CORREA, LIQUIDO REFRIGERANTE	\$ 37.716
16	SOPORTE ACELERADOR ELÉCTRICO	\$ 30.000
17	EMPASTADA DE LOS MANUALES DE OPERACIÓN	\$ 35.000

Costo de partes IVA Incluido	\$ 3.465.015
-------------------------------------	---------------------

Tabla 5. Relación de costos de las partes compradas por fuera.

La tabla 6 relaciona el valor de cada uno de los elementos utilizados en la elaboración del tablero de inyección electrónica de la motocicleta R-15 V2.

ELEMENTOS PARA EL TABLERO DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA			
#	REF	NOMBRE	PRECIO
1	1CK -E3750 -00	CUERPO DE ACELERADOR	\$ 664.912
2	38B -E3585 -00	MULTIPLE DE UNIÓN DE ADMISIÓN	\$ 16.008
3	38B -E3556 -00	EMPAQUE	\$ 2.784
4	3C1 -13770 -10	INYECTOR	\$ 202.420
5	3C1 -13971 -00	MAGUERA DE GASOLINA	\$ 104.052
6	3C1 -E3907 -10	BOMBA DE COMBUSTIBLE	\$ 797.268
7	38B -F4491 -00	SOPORTE DEL INYECTOR	\$ 10.092
8	20P -F4486 -00	EMPAQUE	\$ 45.588
9	1CK -F6240 -00	CARRETEL DE ACELERADOR	\$ 7.308
10	1CK -F6311 00	CABLE ACELERADOR	\$ 25.636
11	1CK -F6312 -00	CABLE ACELERADOR	\$ 23.084
12	3C1 -H1450 -10	ROTOR COMPLETO	\$ 254.504
13	3C1 -H1410 -11	ESTATOR COMPLETO	\$ 206.248
14	1CK H3500 -00	TABLERO	\$ 455.300
15	1CK -H3755 -01	SENSOR DE VELOCIDAD	\$ 82.708
16	1P5 -H2310 -10	BOBINA DE ENCEDIDO	\$ 95.584
17	54C -H2501 -00	SUICHE DE ENCEDIDO	\$ 48.720
18	20P -H2100 -00	BATERIA	\$ 59.624
19	1CK -H2116 -00	CABLE NEGATIVO	\$ 13.340
20	1CK -H2509 -00	CABLE CONDUCTOR	\$ 6.264
21	10B -82576 -00	SENSOR DE ANGULO INCLINACION	\$ 74.008
22	1CK -H1950 -00	RELAY	\$ 15.776
23	38B -H5790 -00	SENSOR TERMICO	\$ 36.656
24	5YP -E2405 -00	VENTILADOR	\$ 173.304
25	1CK -H2590 -00	RAMAL ELECTRICO	\$ 458.084
26	1CK -H3963 -00	COMANDO	\$ 55.448
27	1CK-H591A-00	ECU	\$ 515.040
28	38B -E3586 -00	CONECTOR CUERPO ACELERADOR	\$ 13.688
29	38B -E3575 -00	ABRAZADERAS	\$ 9.512
30	2S5H1960-00	REGULADOR RECTIFICADOR	\$ 140.884

Costo repuesto IVA incluido	\$ 4.613.844
------------------------------------	---------------------

Tabla 6. Relación de costos de las partes del sistema de inyección

10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

El cronograma de actividades y su respectivo seguimiento fue administrado y realizado con el software Microsoft Project 2007. Para efectos de información se inserta la Tabla 7:

Nombre de tarea	Comienzo	Fin
▣ DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE UN MODULO DIDÁCTICO PARA SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE MOTOCICLETAS 4 TIEMPOS	lun 11/03/13	vie 01/11/13
Identificar las variables del tablero de inyección electrónica	lun 11/03/13	vie 15/03/13
▣ Pedir a almacén los elementos necesarios para fabricar el tablero	vie 29/03/13	lun 01/04/13
Hacer seguimiento a la llegada de los elementos	vie 29/03/13	lun 01/04/13
Recibir y revisar los elementos solicitados al almacén	lun 01/04/13	lun 01/04/13
▣ Construir el tablero de inyección electrónica	mar 16/04/13	lun 14/10/13
Definir el material y el diseño del mueble	mar 16/04/13	mar 16/04/13
Cotizar la fabricación del mueble	jue 02/05/13	lun 06/05/13
Aprobar la fabricación del mueble	mar 07/05/13	vie 31/05/13
Hacer seguimiento a la construcción y entrega del mueble	lun 14/10/13	lun 14/10/13
Definir la posición de los elementos dentro del tablero	vie 17/05/13	vie 17/05/13
Hacer la distribución real de los elementos del sistema de inyección dentro del tablero didactico	mar 18/06/13	mar 18/06/13
Definir diseño y cantidad de los accesorios y las calcomanias	mié 19/06/13	mar 25/06/13
Enviar a fabricar soportes, protectores y accesorios	mié 26/06/13	lun 15/07/13
Instalar los elementos y/o accesorios en el tablero	mar 16/07/13	jue 26/09/13
Establecer las fallas que se van a generar en el tablero de inyección electrónica	lun 02/09/13	vie 06/09/13
Diseñar la caja de fallas	mar 10/09/13	mar 10/09/13
Enviar a fabricar la caja de fallas	lun 16/09/13	lun 30/09/13
Hacer las fallas a simular dentro del tablero	mar 01/10/13	jue 03/10/13
Realizar pruebas de funcionamiento y puesta a punto del sistema de inyección	vie 04/10/13	vie 04/10/13
▣ Evaluar en campo con los estudiantes el tablero de inyección electrónica	dom 06/10/13	sáb 12/10/13
Reunir algunos estudiantes y hacer la prueba #1	dom 06/10/13	dom 06/10/13
Reunir algunos estudiantes y hacer la prueba #2	sáb 12/10/13	sáb 12/10/13
▣ Elaborar un manual de operación del tablero	jue 15/08/13	vie 11/10/13
Definir los parametros para hacer el manual	jue 15/08/13	sáb 24/08/13
Definir las actividades a realizar en las practicas con el tablero	jue 29/08/13	vie 30/08/13
Realizar el diseño de las activades (definir objetivos, duración y contenido de las tareas)	lun 02/09/13	vie 20/09/13
Revisar la coherencia entre las actividades escritas en el manual y las que se pueden elaborar en la práctica	vie 20/09/13	mar 24/09/13
Corregir si es necesario	mié 25/09/13	lun 30/09/13
Aprobar el diseño de los manuales	mié 02/10/13	vie 04/10/13
Empastar y mostrar al Ing. Juan Manuel Montoya	lun 07/10/13	vie 11/10/13
Mecanografía	lun 11/03/13	lun 11/03/13
Revisar trabajo con asesor de grado Christian Andrés Gonzalez	lun 01/04/13	vie 01/11/13

Tabla 7. Cronograma de actividades.

11. GLOSARIO

EURO 3: Norma ambiental establecida en la comunidad europea para establecer estándares e emisión de gases al medio ambiente.

CARBURADOR: Dispositivo mecánico utilizado para suministrar combustible a los motores.

FI: Por sus siglas en inglés fuel injection, traducidas al español como sistema de inyección electrónica de combustible.

MICROPROCESADOR: Circuito de procesamiento central de datos.

BUJÍA: Elemento encargado de suministrar la chispa para el encendido del combustible.

LCD: Pantalla de cristal líquido.

Diagnostic Tool: Herramienta especial utilizada en la inyección electrónica, para realizar el diagnóstico y evaluación del sistema de inyección. Este elemento también permite modificar el CO.

LED: Dispositivo que emite luz.

MULTI-CARBURADOR: Motocicleta de varios carburadores.

MULTI-CILINDRICO: Motocicleta de varios cilindros.

TRANSISTOR: El término «transistor» es la contracción en inglés de transfer resistor («resistencia de transferencia»). Dispositivo electrónico semiconductor que cumple funciones de amplificador, oscilador, conmutador o rectificador⁴.

SCOOTER: Tipo de motocicleta urbana, generalmente automática, con rines pequeños y llantas anchas.

⁴ Texto tomado de la siguiente página web: <http://es.wikipedia.org/wiki/Transistor>

12. BIBLIOGRAFIA

http://es.wikipedia.org/wiki/Recursos_humanos

<http://www.zonaeconomica.com/recursos/financieros>

<http://www.econlink.com.ar/recursos/fisicos>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Transistor>

La inyección Electrónica de Combustible, Manual de Yamaha Technical Academy.

Manual de mantenimiento YZF-R15