



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Tema:

“Proceso de programación de ECUs para el sistema de inyección electrónica de gasolina en motores de combustión.”

Autor: Ruiz Arteaga, Jonathan Ariel.

Director: Ing. Erazo Laverde, Washington Germán.

Latacunga, Agosto 2023



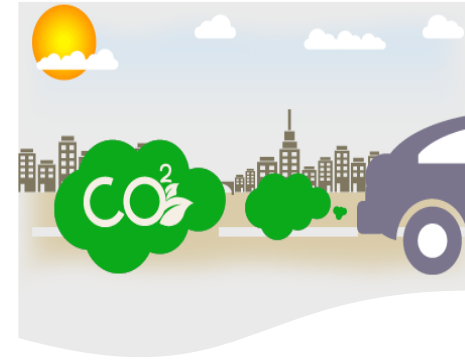
Contenido

- Antecedentes
- Planteamiento del problema
- Descripción resumida del proyecto
- Justificación e importancia
- Objetivos de la investigación
 - General
 - Específico
- Meta de la investigación
- Marco teórico
- Protocolo de implementación y pruebas del sistema reprogramable de inyección y encendido
- Pruebas
- Análisis
- Conclusiones
- Recomendaciones



Antecedentes

Hoy en día, los sistemas de control de motor electrónico utilizan computadoras reprogramables para ajustar los parámetros del motor en tiempo real y permitir una mayor eficiencia de combustible, reducción de emisiones y mayor rendimiento del motor.



Las ECUS reprogramables según Quispe (2019), son sistemas de manejo del motor que son usados generalmente en: vehículos de carrera que no circulan por las calles.

Los sistemas de las computadoras reprogramables de acuerdo con el Instituto de Automovilismo Deportivo (2022) en la actualidad con ayuda de la tecnología es de gran facilidad manipular los software de las ECUS reprogramables, es necesario capacitarse y adquirir un amplio conocimiento en esta área.

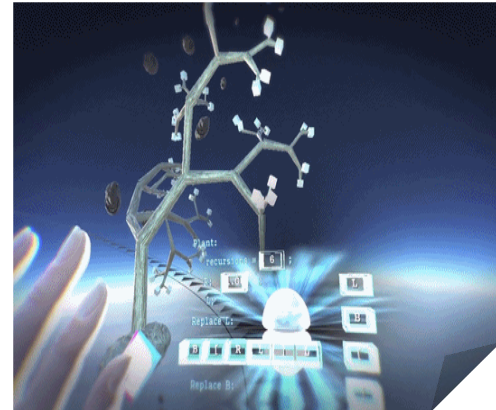


Planteamiento del Problema

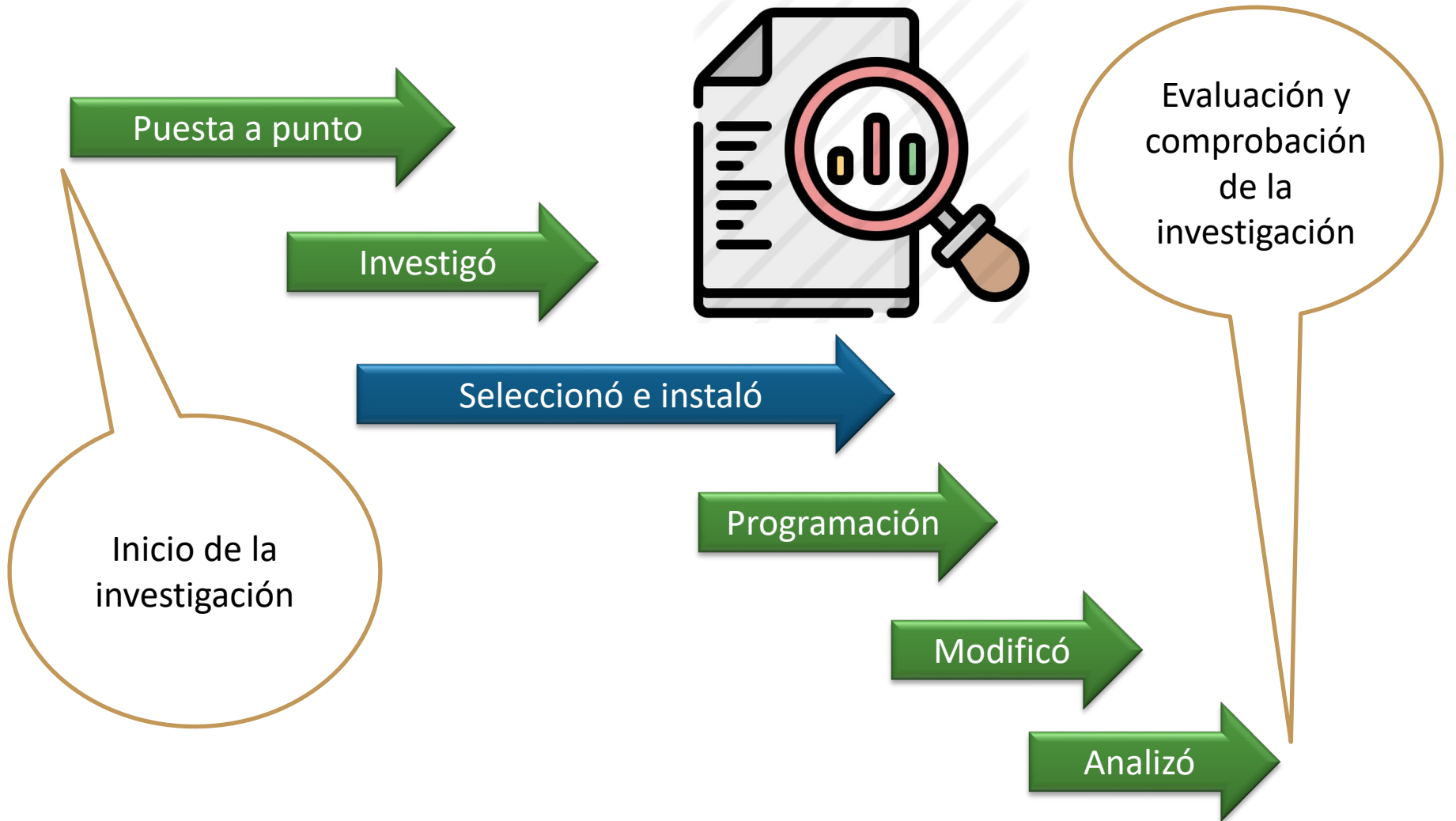
El uso de ECUs reprogramables en el sector automotriz es más rutinario, por la facilidad de realizar mejoramientos y ajustes en el rendimiento de vehículo de una forma muy verídica y segura. Sin embargo, existen muchos problemas al momento de manipular dichas herramientas



El problema principal es el poco conocimiento técnico en esta área por parte de los mecánicos y propietarios de los vehículos. Se necesita de conocimiento técnico específico para realizar una reprogramación de la computadora automotriz, caso contrario el vehículo función de forma incorrecta, y puede ser peligroso para el conductor al momento de movilizarse por la carretera.



Descripción resumida del proyecto



Justificación e importancia



Estas unidades permiten ajustar y optimizar varios aspectos del motor, como la mezcla de combustible y aire, el encendido, la presión de combustible, la sobrealimentación, entre otros.



La importancia de utilizar ECU programables en los vehículos radica en que estos sistemas pueden mejorar significativamente el rendimiento del motor, aumentando la potencia, el par motor y la eficiencia.

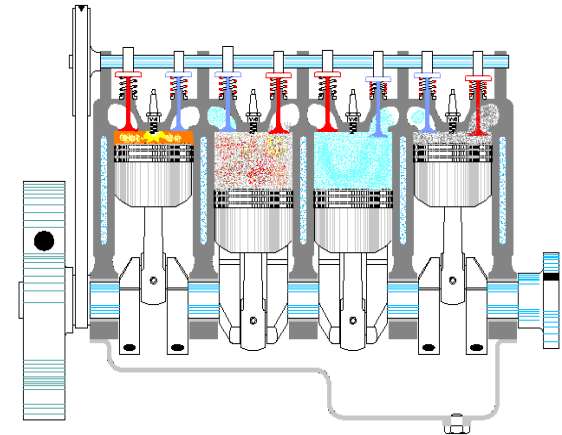


Las ECU programables también son útiles para los entusiastas de las carreras y los tuneadores de automóviles, ya que les permiten hacer modificaciones en el motor y en otros componentes del vehículo.



Objetivo general

Implementar un sistema reprogramable de control electrónico del sistema de inyección de gasolina.



Objetivos específicos



Diseño del circuito eléctrico – electrónico de instalación de la ECU programable.
Definición de la distribución y detalle de pin code del sistema programable.
Modificar mediante software de sistema de control de inyección y encendido
Selección de mapas de inyección y encendido.
Desarrollar pruebas con instrumentos tecnológicos.

Diseño del circuito eléctrico – electrónico de instalación de la ECU programable.

Definición de la distribución y detalle de pin code del sistema programable.

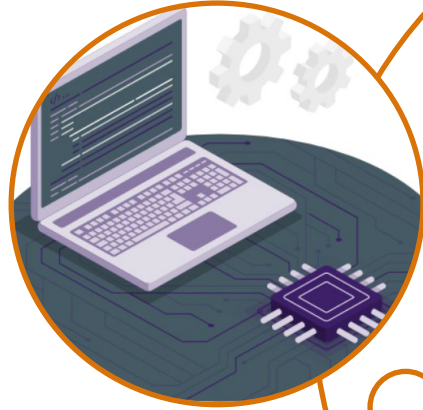
Modificar mediante software de sistema de control de inyección y encendido

Selección de mapas de inyección y encendido.

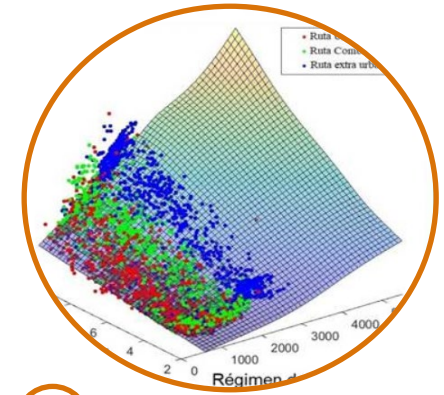
Desarrollar pruebas con instrumentos tecnológicos.



Meta de la investigación



Disponer de un módulo de pruebas del motor de combustión interna con sistema programable que permita desarrollar prueba de programación y modificaciones de los mapas de combustible y encendido mediante el uso del software especializado.



MARCO TEÓRICO



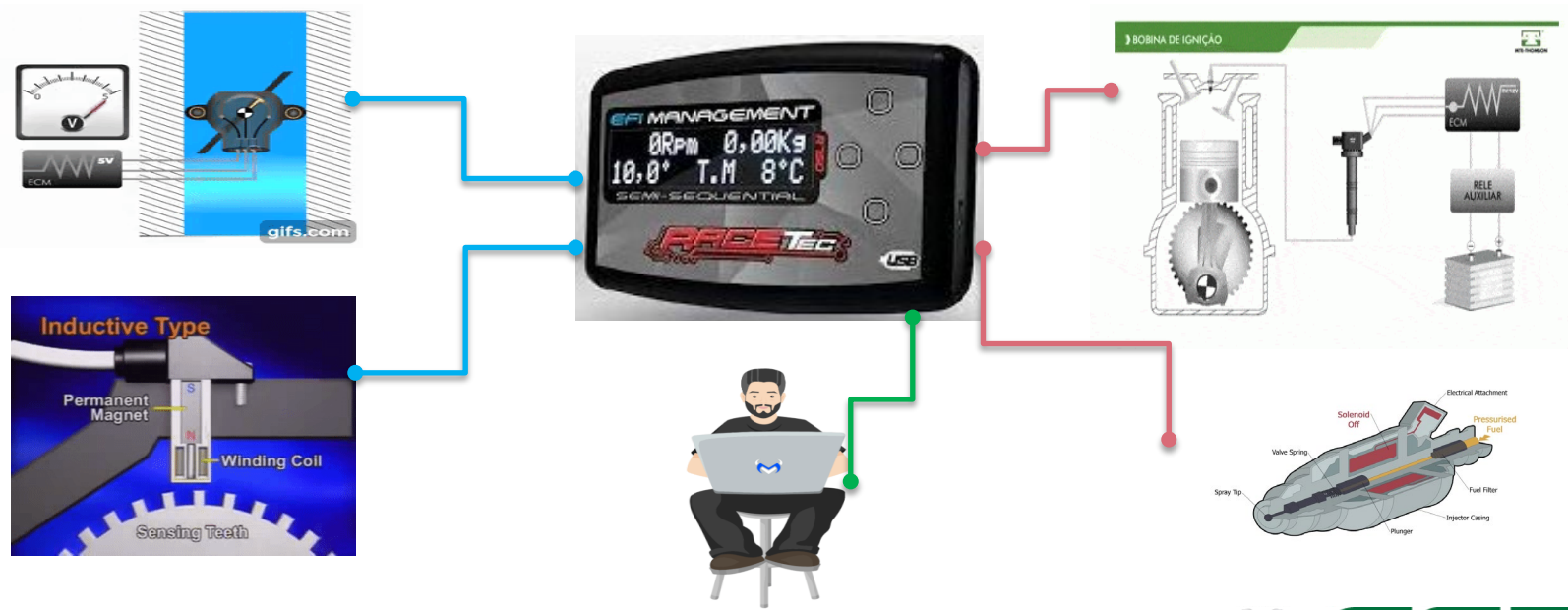
ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Unidad de control electrónica reprogramable.

Las ECUs programables tienen como principal cualidad controlar cada porción de combustible inyectada en el cilindro dependiendo plenamente de diferentes datos característicos como: rpm del motor, posición de la mariposa de aceleración o la presión de aire en el colector. El ajuste del motor se realiza mediante unos valores plasmados en las hojas de cálculo donde se representan las intersecciones de los valores de rpm y la posición de la mariposa de la aceleración



Arquitectura de la ecu programable

La arquitectura de una unidad de control electrónico es muy importante, lo cual se efectúa una división del circuito general en bloques de trabajo.

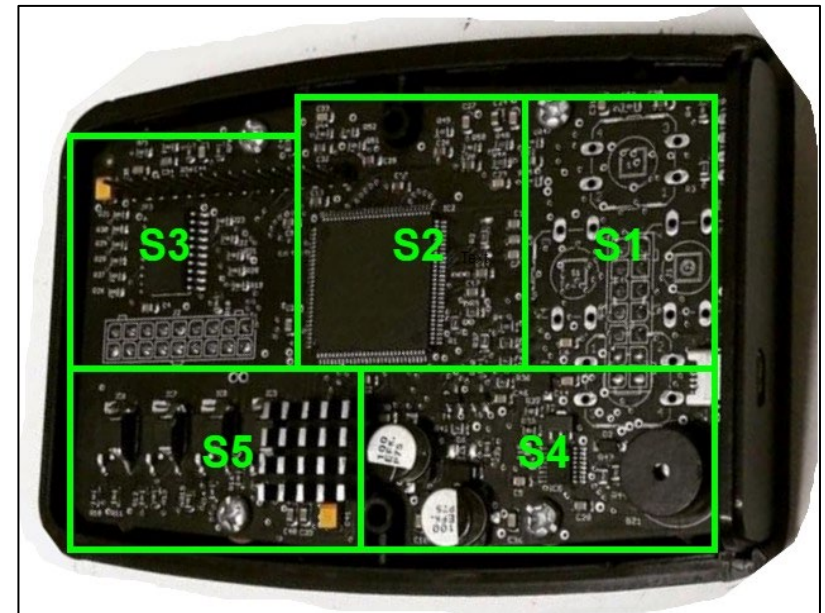
Bloque de entrada (S1)

Bloque de control o procesamiento (S2, S3)

Bloque de alimentación o soporte (S4)

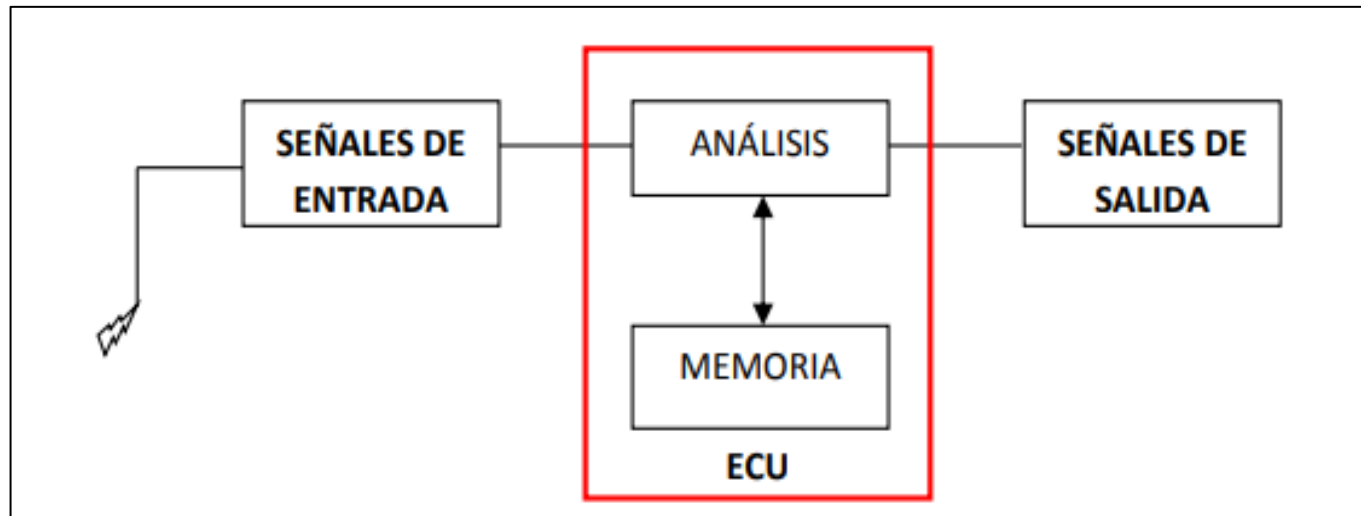
Bloques de salida (S5)

Buses

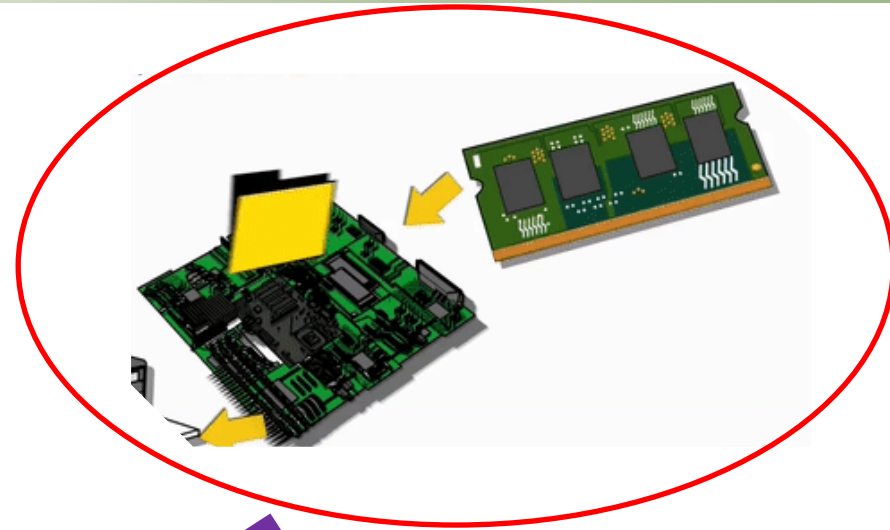
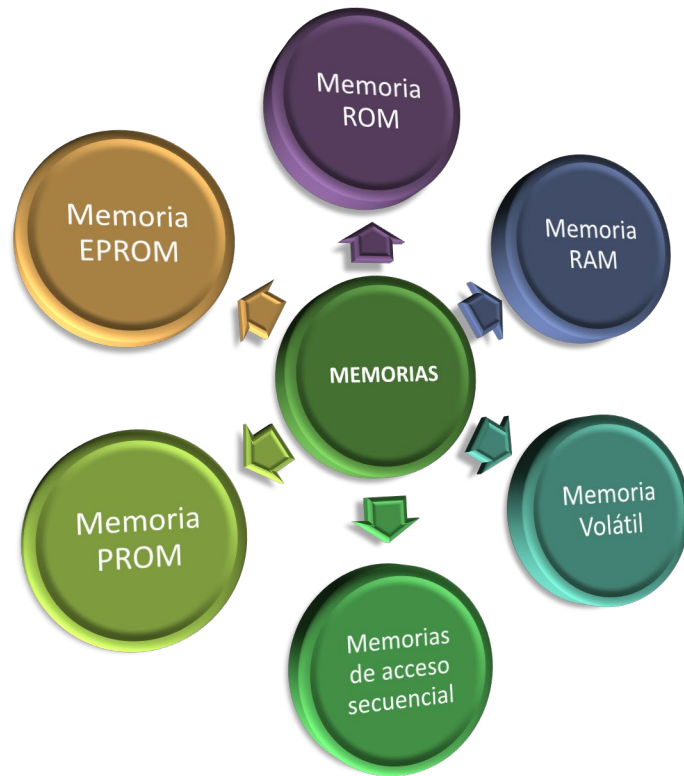


Señales de la unidad de control electrónico en el sistema programable.

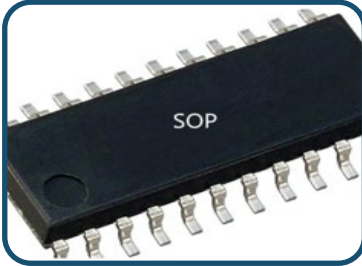
De acuerdo con Alonso (2007) la unidad de control electrónico procesa los datos (condiciones físicas), adaptándolas y procesándolas según sea necesario, y dar paso a las corrientes de salidas y manipular los actuadores en cada caso como lo amerite, entonces se deduce que la ECU trabaja en cuatro fases básicas.



Memorias de la unidad de control

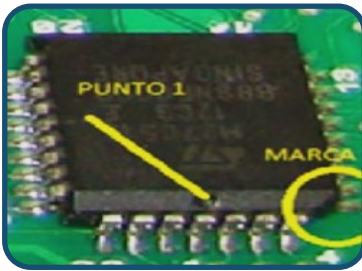


Memorias de la unidad de control



Memorias tipo SOP (Small outline package)

Las empresas automotrices siguen utilizando ampliamente este tipo de memorias, que tienen una capacidad que va desde 2 hasta 32 Mb.



Memorias tipo PLCC (Plastic leader chip Carrier)

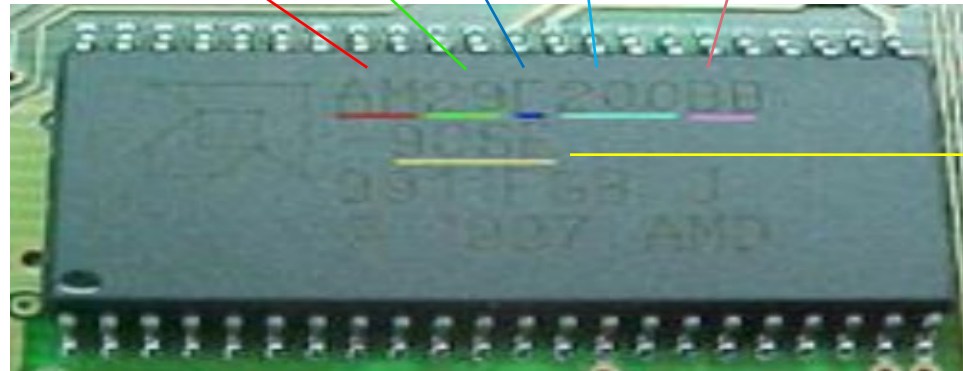
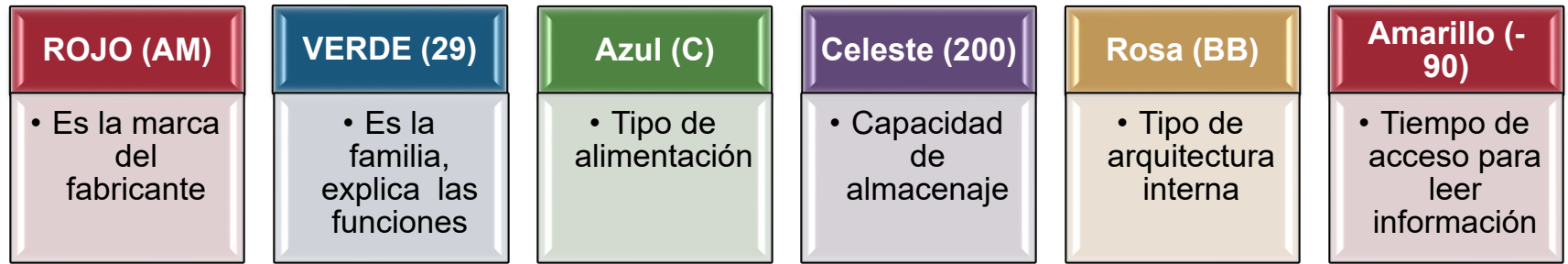
Las empresas automotrices optaron por utilizar este tipo de memoria como segunda opción. La cantidad de pines varía en esta memoria y puede ser de 32, 44 o 48, según el modelo y la capacidad requerida.



Memorias tipo DIL (Dual Input Line)

Estas memorias poseen 2 líneas con patas o pines de acceso, estas pueden ser de 28 o 32 pines. Una marca o muesca se puede observar en su encapsulado, esta marca la podemos tomar como una guía para orientarnos con respecto a su numeración

Interpretación de nomenclatura en las memorias



Tipos de programación



Reprogramación “Ecu estándar”

Este tipo de programación es realizada en vehículos con ECU originales de fábrica, para mejorar los parámetros del vehículo, como mapas establecidos por un fabricante de una marca reconocida.



Reprogramación “UEC programable”

Las unidades de control electrónico programables son consideradas aquellas que pueden ser alteradas en caso de afectarse el circuito original del sistema de control electrónico del vehículo



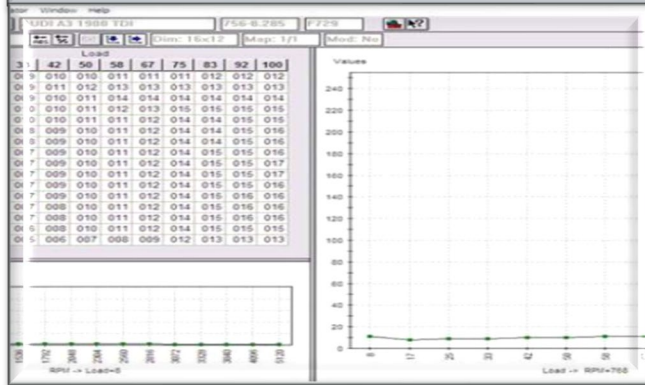
Reprogramación flash

la unidad de control del motor (ECM), incorpora un programa que contiene muchos parámetros destinados a regular aspectos como la sincronización de la chispa de encendido, la cantidad de combustible inyectado

Software compatible para la interpretación de datos.

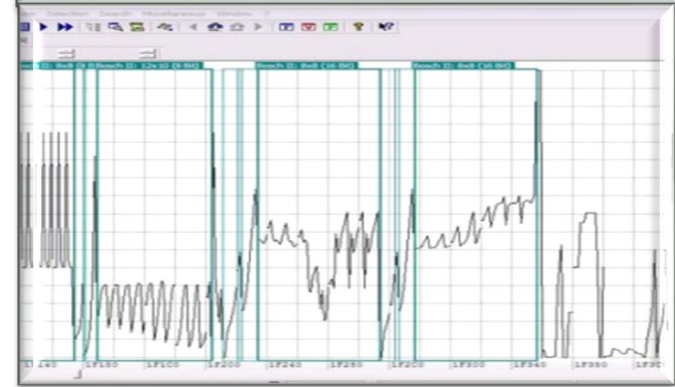
Software dedicado

Este software permite señalar en donde se puede realizar el cambio de la programación, con la finalidad de no manipular otros sectores que comprometa el buen funcionamiento del vehículo.



Software genérico

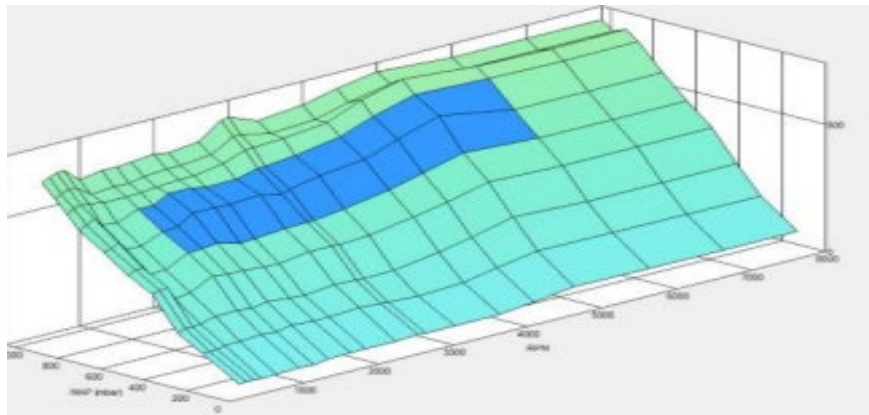
Este software tiene la capacidad de trabajar con los datos en general de la memoria, es decir puede modificar todos los datos contenidos en la misma



Mapas tridimensionales

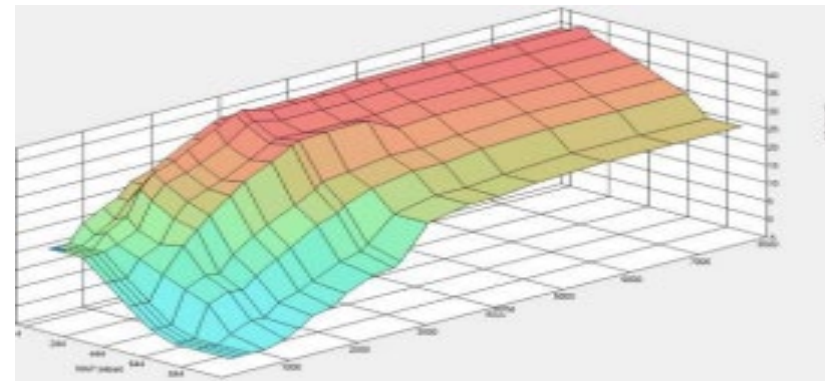
Mapa de inyección de combustible

Este mapa tiene como función principal autorregularse la variable de carga, ya sea en función de los siguientes parámetros: RPM, TPS, cantidad de aire succionada (VE), volumen de combustible inyectado (Flujo de boquilla de inyección). Por lo tanto es muy importante conocer la VE del motor y utilizar el método de Corners para crear correctamente el mapa de combustible.



Mapa tridimensional de avance al encendido

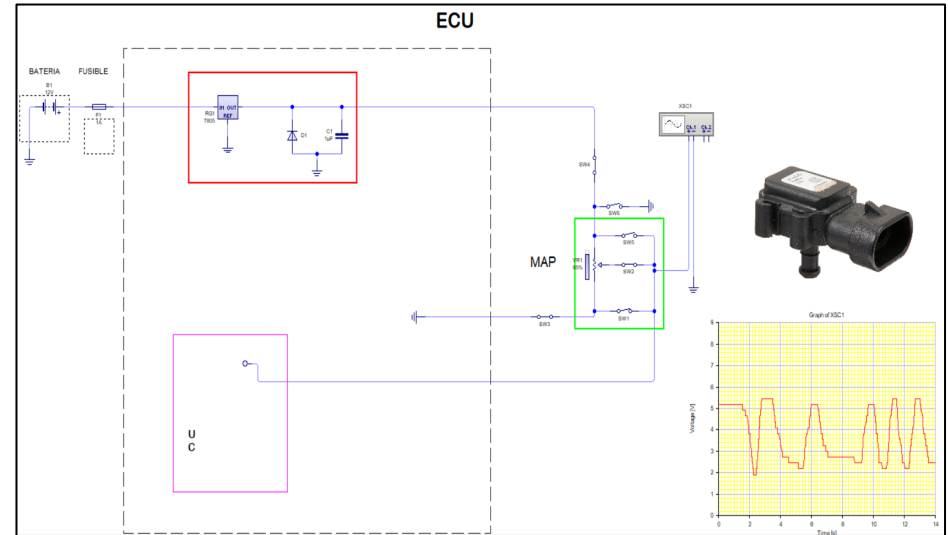
La mejor forma de crear un mapa de encendido no es crearlo desde cero. Por lo tanto, si existe un mapa de encendido de fabrica con las mismas especificaciones del motor, la mejor opción para empezar.



Sensores

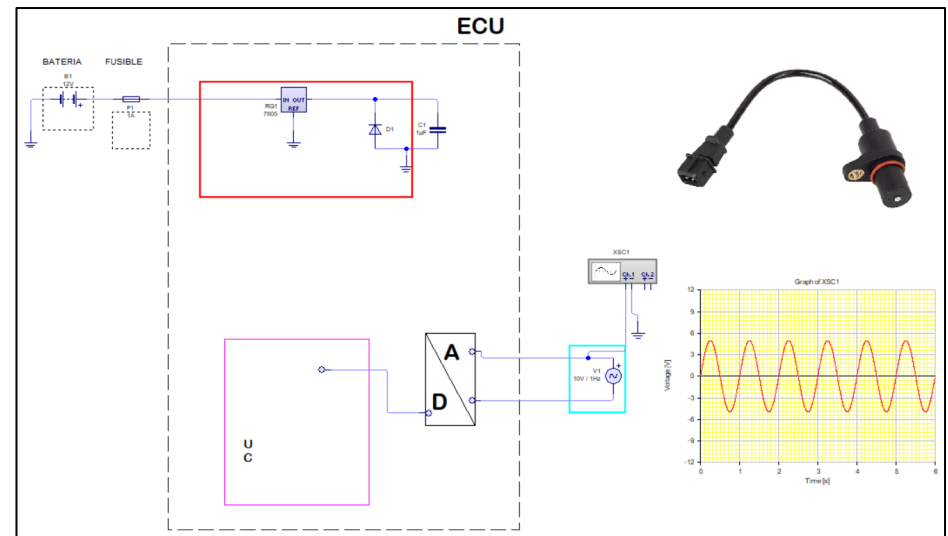
Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP)

Este sensor es de tipo piezoeléctrico, es decir mediante la deformación de una lámina produce un voltaje de señal e informa a la unidad de control de la presión que existe.



Sensor de posición del cigüeñal (CKP)

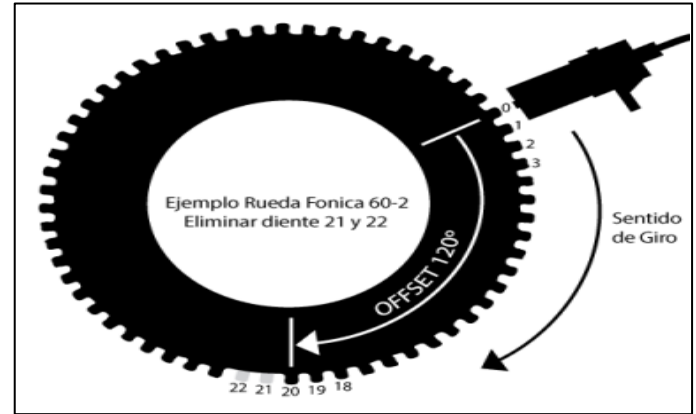
sensor es el encargado de identificar la velocidad y la posición del cigüeñal, para llevar a cabo esta misión en cigüeñal debe contar con una rueda fónica con varios dientes.



Sensores

Cálculo del Offset

El Offset hace referencia al ángulo en el que el o los dientes faltantes de la rueda fónica pasan por el sensor.



Rueda fonica → 60 dientes

Grados de la rueda → 360°

$$\text{Grados por diente} = \frac{\text{Grados de la rueda}}{\text{Rueda fonica}}$$

$$\text{Grados por diente} = \frac{360}{60}$$

$$\text{Grados por diente} = 6^\circ$$

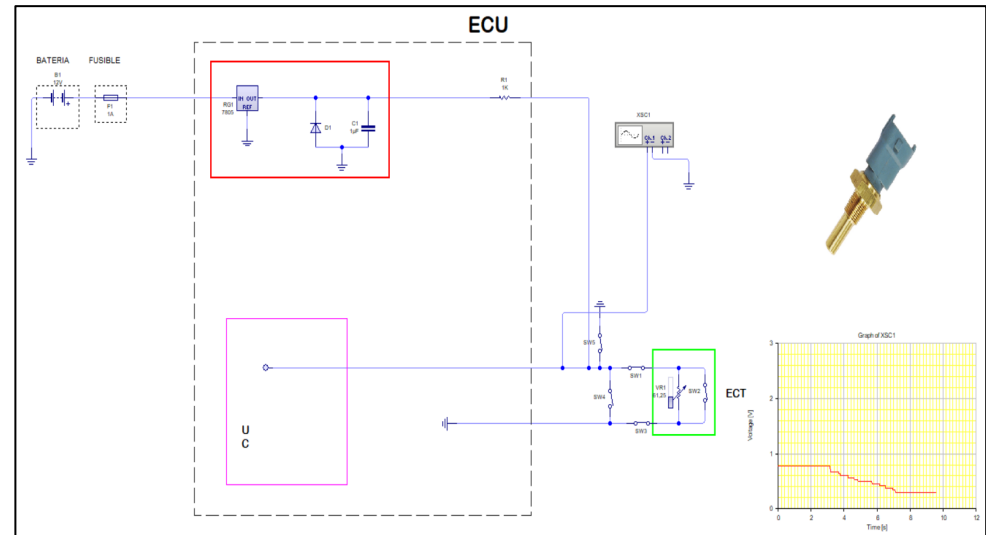
$$\text{Offset} = \text{dientes desde el punto cero hasta el sensor} * 6^\circ$$



Sensores

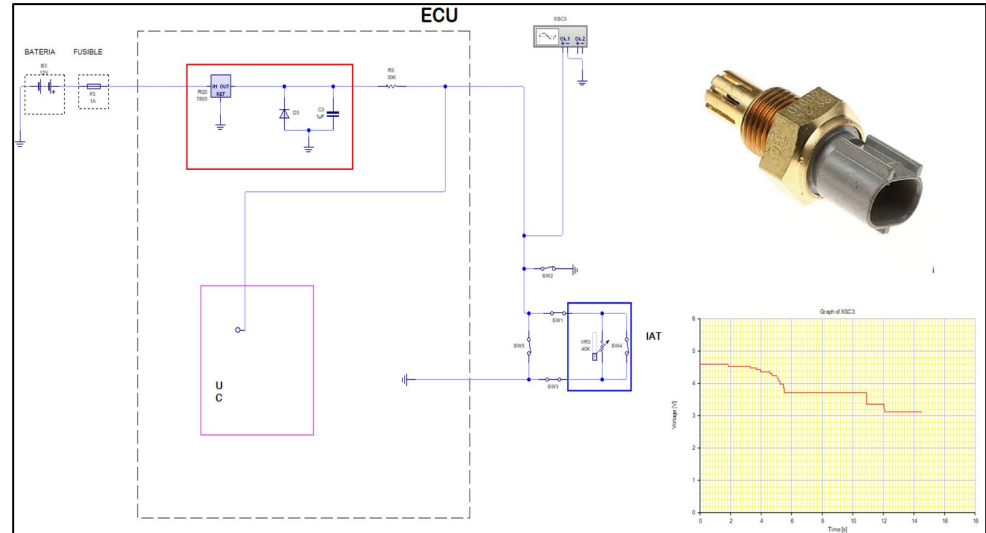
Sensor de temperatura del refrigerante (ECT)

Este sensor es de tipo termistor, al momento de variar la temperatura del refrigerante, la resistencia del sensor varia internamente por ende el voltaje también.



Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT)

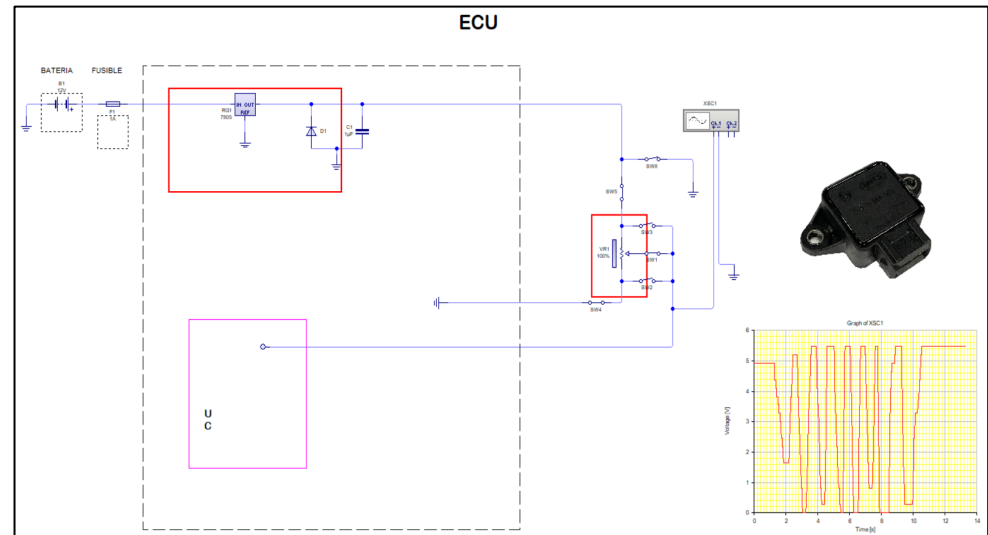
Este sensor es el encargado de enviar la señal de temperatura del aire que ingresa al colector de admisión. Este sensor es de tipo termistor (NTC)



Sensores

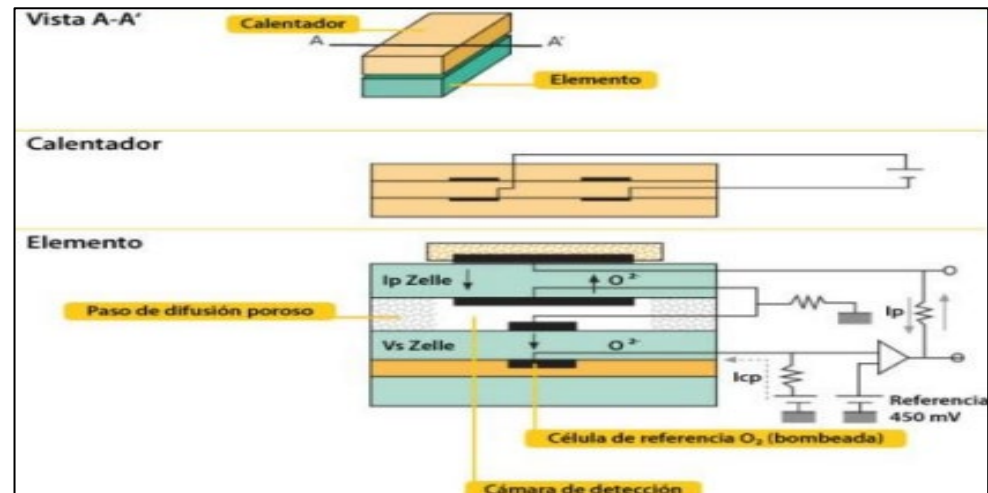
Sensor de posición de la válvula de la mariposa (TPS)

sensor es de tipo potenciómetro, y es el encargado de proporcionar información del grado de apertura de la mariposa a la unidad de control electrónica.



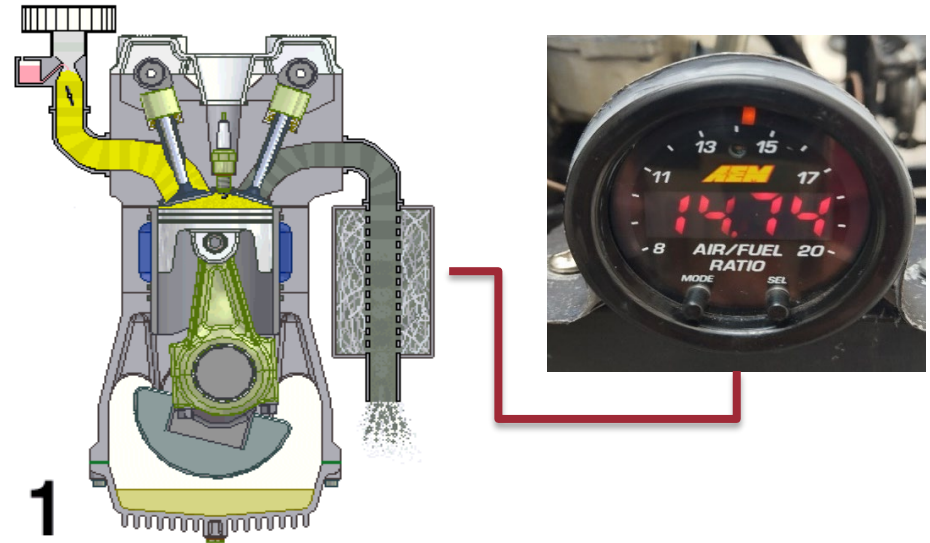
Sensor de Oxígeno Banda Ancha (O_2)

sensor este compuesto por dos células: una es de medición y otra de bombeo.



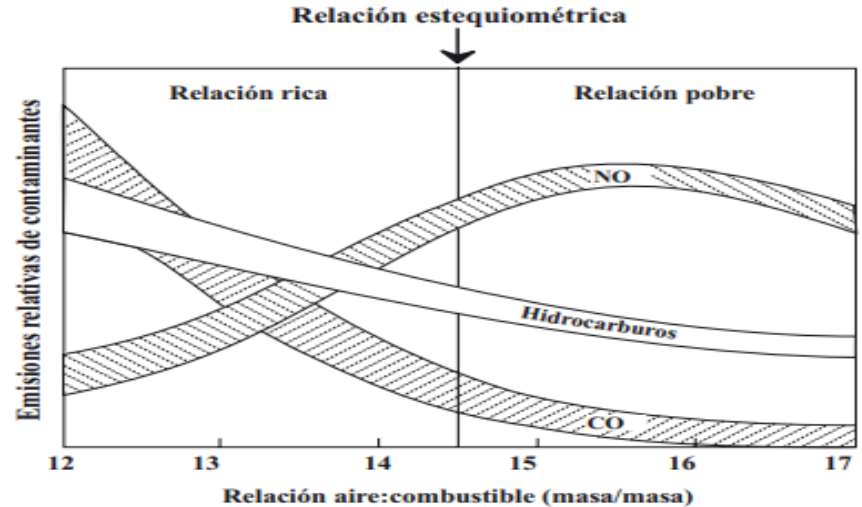
Wideband "AEM"

El controlador de banda ancha UEGO de AEM es un dispositivo que mide la cantidad de oxígeno que no se ha quemado con la combustión de la mezcla y proporciona al sistema de medición la relación aire/combustible.



1

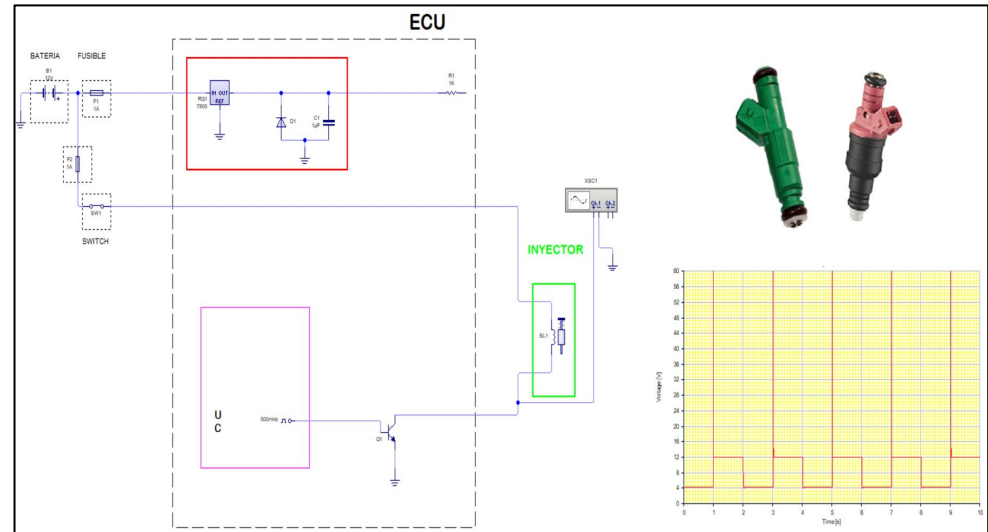
Relación aire/combustible



Actuadores

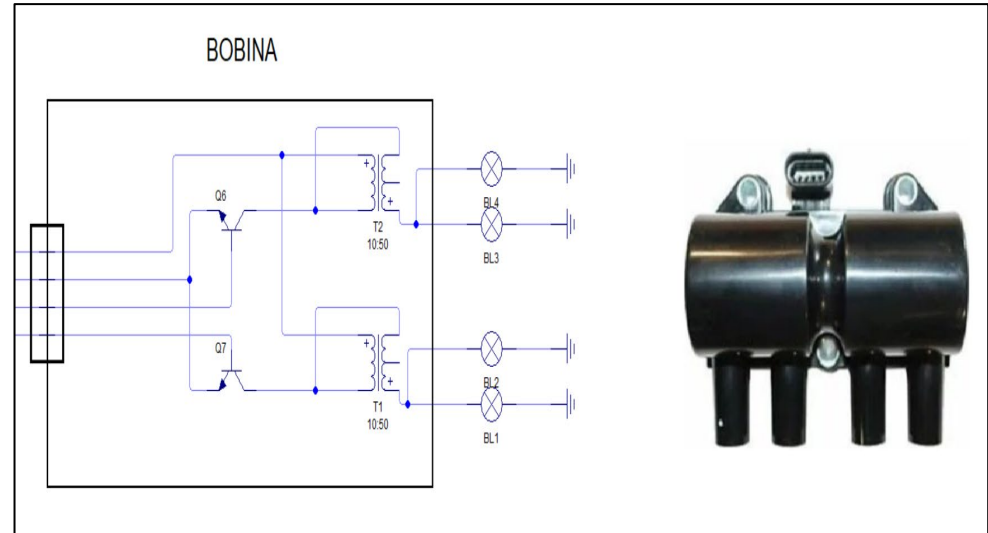
Inyectores

Los inyectores son considerados solenoides cuyo control de masa en accionado por la unidad de control electrónica. La finalidad del inyector es rociar gasolina en la cámara de combustión



Bobina

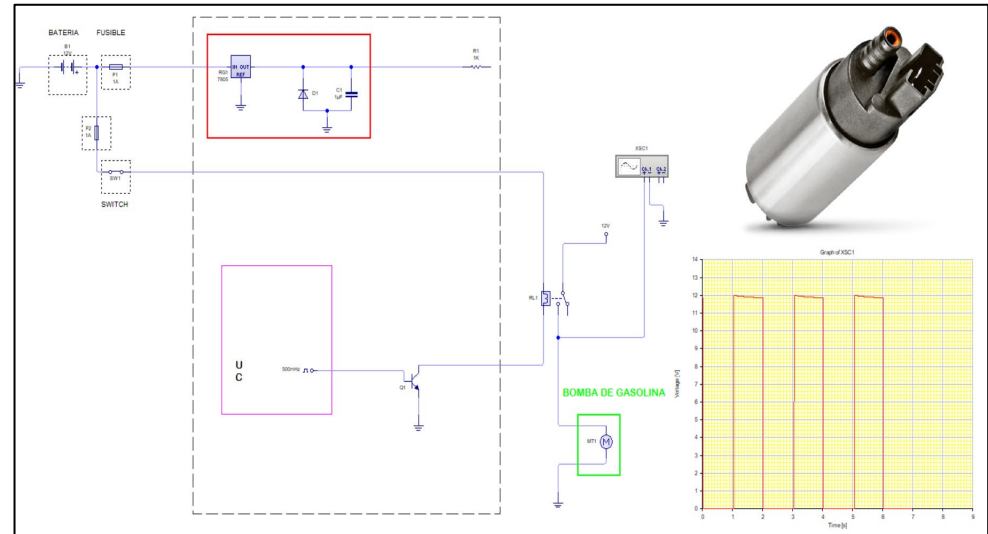
Es un dispositivo que transforma la tensión de batería en un impulso de alta tensión, es decir que logra generar una chispa entre los electrodos de la bujía



Actuadores

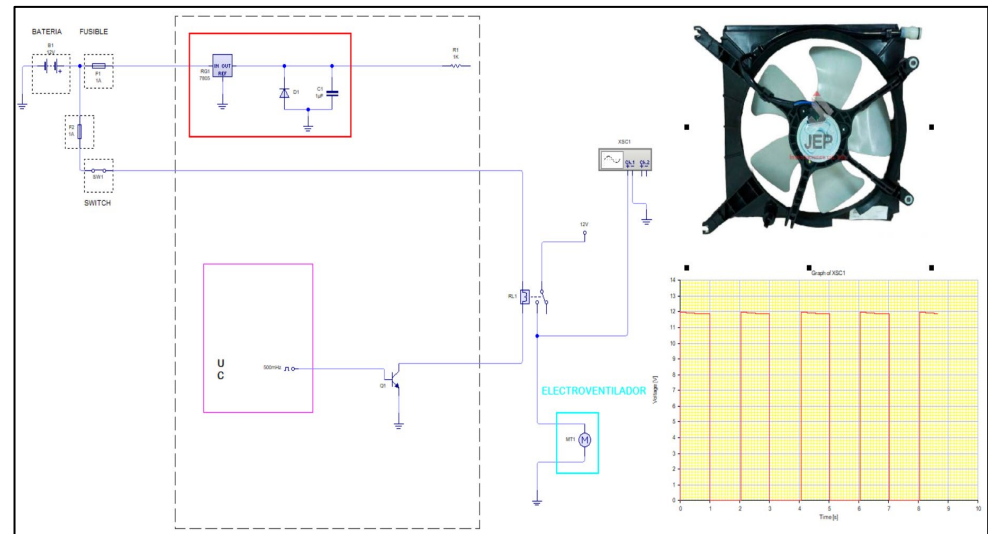
Bomba de combustible

La bomba suministra combustible a presión para que los inyectores pulvericen, se localiza por lo general en el depósito de combustible,



Electroventilador

El electroventilador también es considerado un actuador, dado que la unidad de control envía una señal de activación al relé, la ECU efectúa su análisis en función del sensor de temperatura





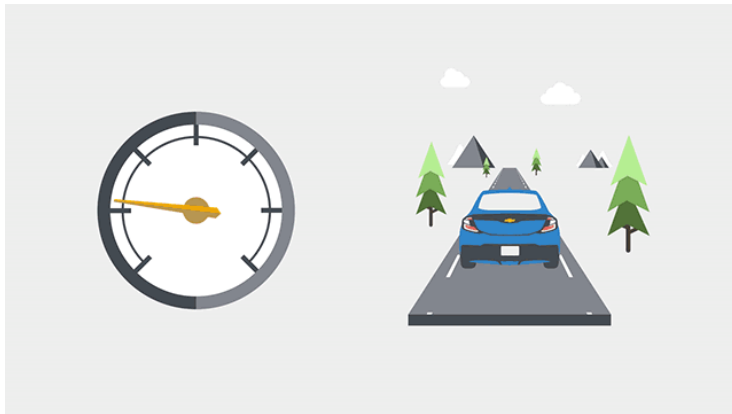
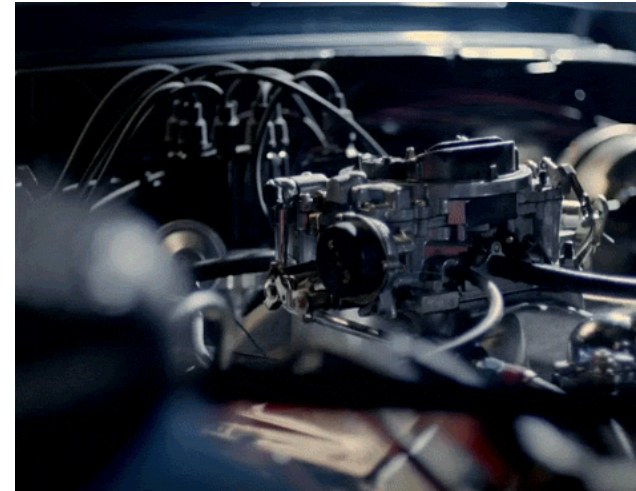
Protocolo de implementación y pruebas del sistema reprogramable de inyección y encendido.



Especificaciones del motor de combustión interna.

Información del motor

Potencia máxima	90 CV @ 5600rpm
Potencia por litro	60.2 CV/l
Par máximo	130 Nm @ 3050rpm 95.88 lb – ft @ 3050rpm
Posición del motor	Frontal, transversal
Cilindrada -real-	1495 cm3
Número de cilindros	4
Distribución de los cilindros	En línea
Diámetro del cilindro	75.5 mm 2.97 in
Ratio de compresión	10
Número de válvulas por cilindro	3
Sistema de combustible	Inyección indirecta multipunto
Aspiración del motor	Motor atmosférico



Rendimiento

Consumo de combustible combinado	7.7l/100km
Combustible	Gasolina
Aceleración de 0 – 100 km/h	11.4 s
Velocidad máxima	178 km/h
Relación peso/potencia	10.8 kg/CV, 92.3 CV/tonelada
Relación peso par	7.5 kg/Nm, 133.3 Nm/tonelada



Especificaciones del motor de combustión interna.

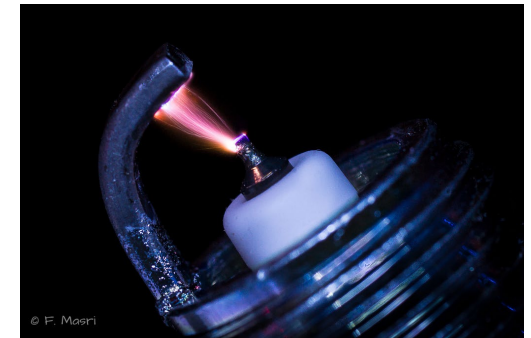
Especificaciones del inyector del motor Hyundai S-Coupe 1.5L

Verificar articulo	Visualización de datos	Consultar condiciones	Estado del motor	Especificaciones de prueba (Tiempo de inyección)
Inyector Dato de servicio Item No. 41	Hora de manejar	Temperaturas del refrigerante motor 80 a 95°C Transaxle: Neutro (rango P para vehículos con A/T)	Ralentí (800 rpm)	2.95 ms
			2000 RPM	3.5 ms
			4000 RPM	5.5 ms



Especificaciones de la bobina del motor Hyundai S-Coupe 1.5L

Verificar articulo	Visualización de datos	Consultar condiciones	Estado del motor	Especificaciones de prueba (Tiempo de quemado)
Bobina Dato de servicio Item No. 60	Hora de manejar	Temperaturas del refrigerante motor 80 a 95°C Transaxle: Neutro (rango P para vehículos con A/T)	Ralentí (800 rpm)	0.85 ms
			2000 RPM	0.87 ms
			4000 RPM	0.88 ms



Detalles de equipos de medición.



Osciloscopio Hantek
1008C



Pinza amperimétrica



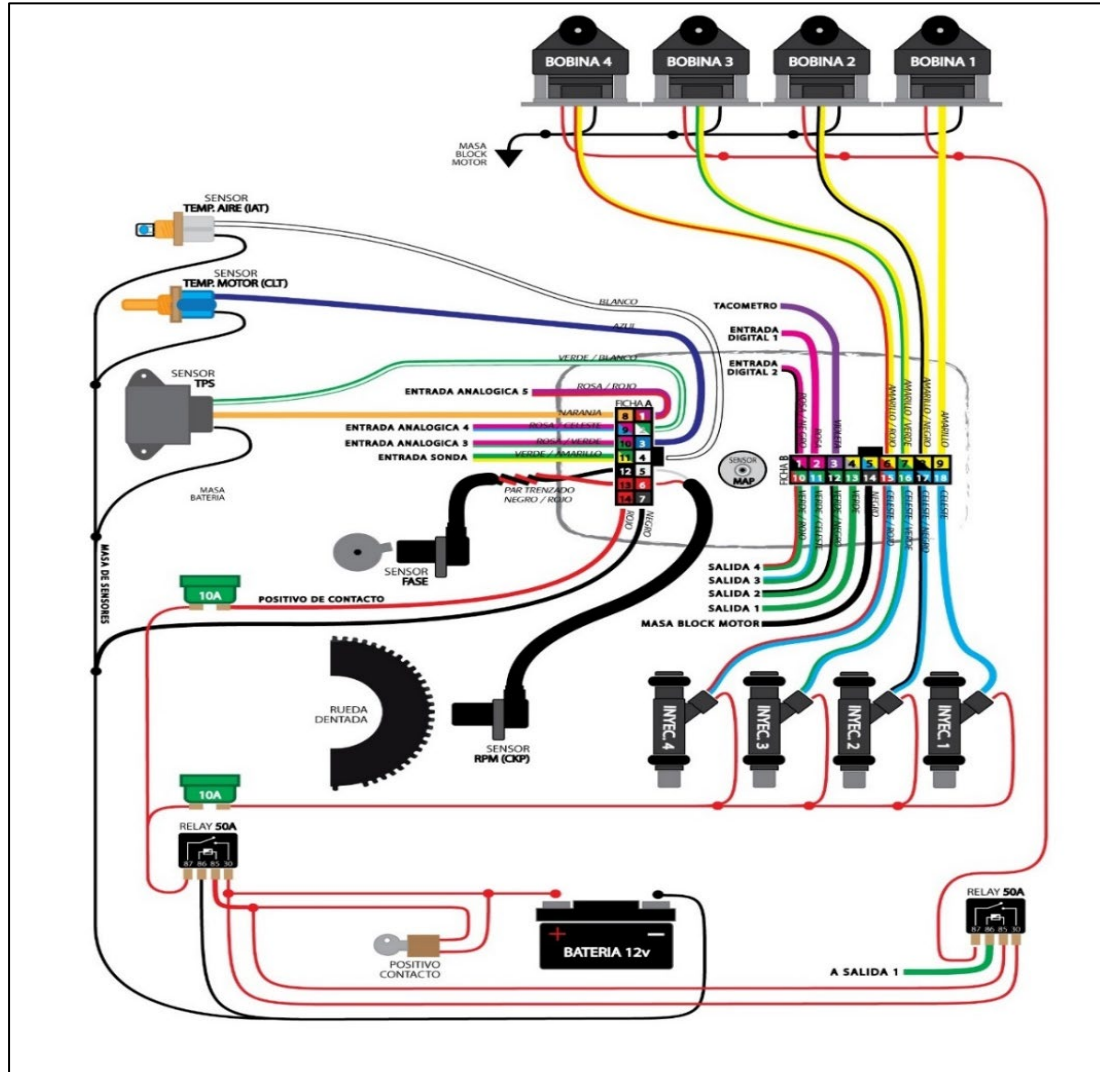
Multímetro Digital
ALLOSUN EM135

Selección del sistema reprogramable

	MegaSquirt-II		Racetec R750		Woolinch Racing		Jet-Prime	
Propiedad	Interpret	calif	Interpret	calif	Interpret	calif	Interpretación	calif
Portabilidad	Fácil Transporte	3	Fácil transporte	4	Difícil de transportar	1	Muy delicada para transportar	1
Costo	Factible en Relación Precio-fiable	3	Muy accesible	4	Elevado	2	Elevado	2
Ventajas	Múltiples aspectos a programar	3	Gran cantidad de mapas a programar	4	Alta variedad de Mapas	4	Especializa en motores de motocicletas	2
manejabilidad	Interfaz gráfica intuitiva	3	Conexión OTG	2	Conexión bluetooth	3	Alimentación fija	1
compatibilidad	Gama media de motores	2	Motores hasta de 8 cilindros	4	Motores japoneses	2	Solo para marca de motocicleta	2
Total		14		18		12		8



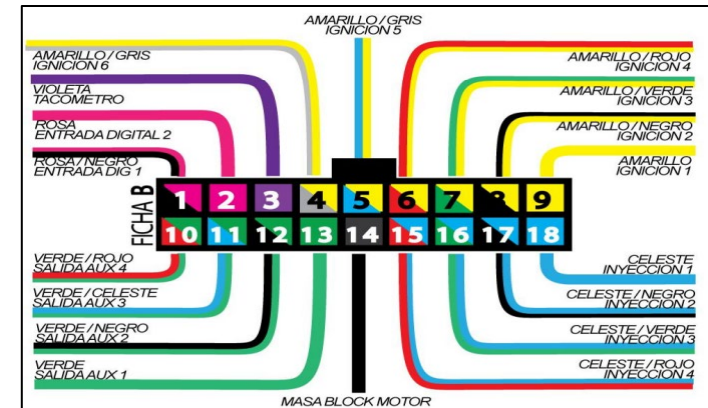
Diagrama de instalación eléctrica de la unidad de control RaceTec R750



Conector "Ficha A"



Conector "Ficha B"

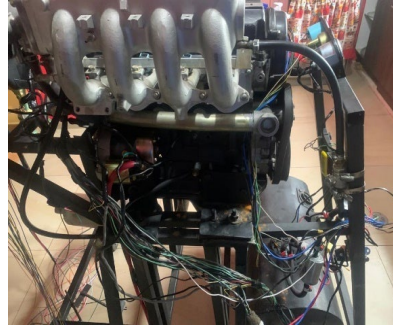


Instalación del sistema

Descripción

Imagen

Extraer todo el circuito eléctrico (arnés) antiguo como: cajas porta fusibles, cables de alimentación de bobinas e inyectores, cable de sensores etc



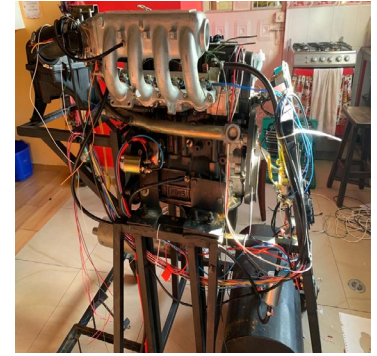
Desmontar el distribuidor y el sistema de ignición por completo ya que será reemplazado por otro sistema compatible con la unidad de control electrónico.



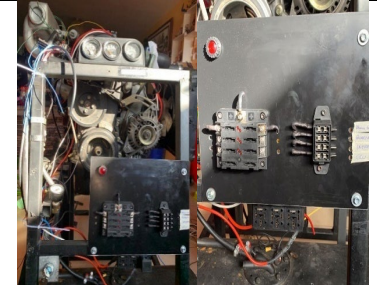
Sustituir el sensor CKP, dado que presentaba problemas, al igual que le sensor MAT dado que no solo se ocuparía el sensor IAT para verificar la temperatura



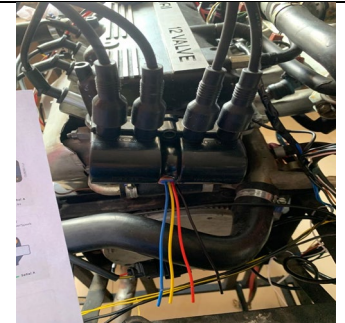
Instalación del circuito eléctrico nuevo (arnés que proporciona ECU Racetec), es importante determinar la ubicación por donde el cable debe ir ya que si se encuentra en lugares de alta temperatura se quema el cable y puede causar cortocircuitos.



Se construyó una nueva fusiblera para la distribución del voltaje de alimentación por medio de relés y fusibles para todo el sistema

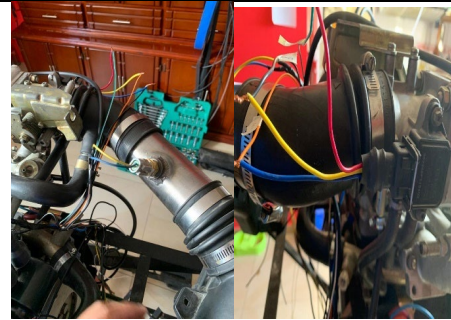


Instalación de una bobina DIS de chispa perdida dado que el programa lo requiere, de igual manera los cables de alta tensión.

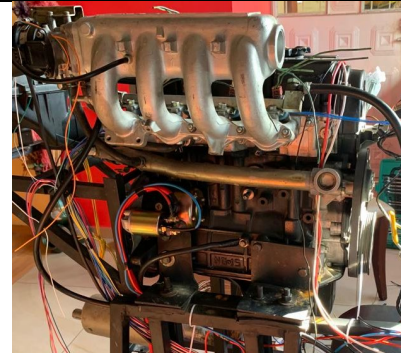


Instalación del sistema

Instalación del sensor IAT, TPS, etc. Para la instalación se debe señalar los cables de acuerdo con lo menciona en el diagrama del manual para la parte eléctrica.



Instalación de una manguera para el vacío que necesita la ECU, ya que cuenta con un sensor MAP interno

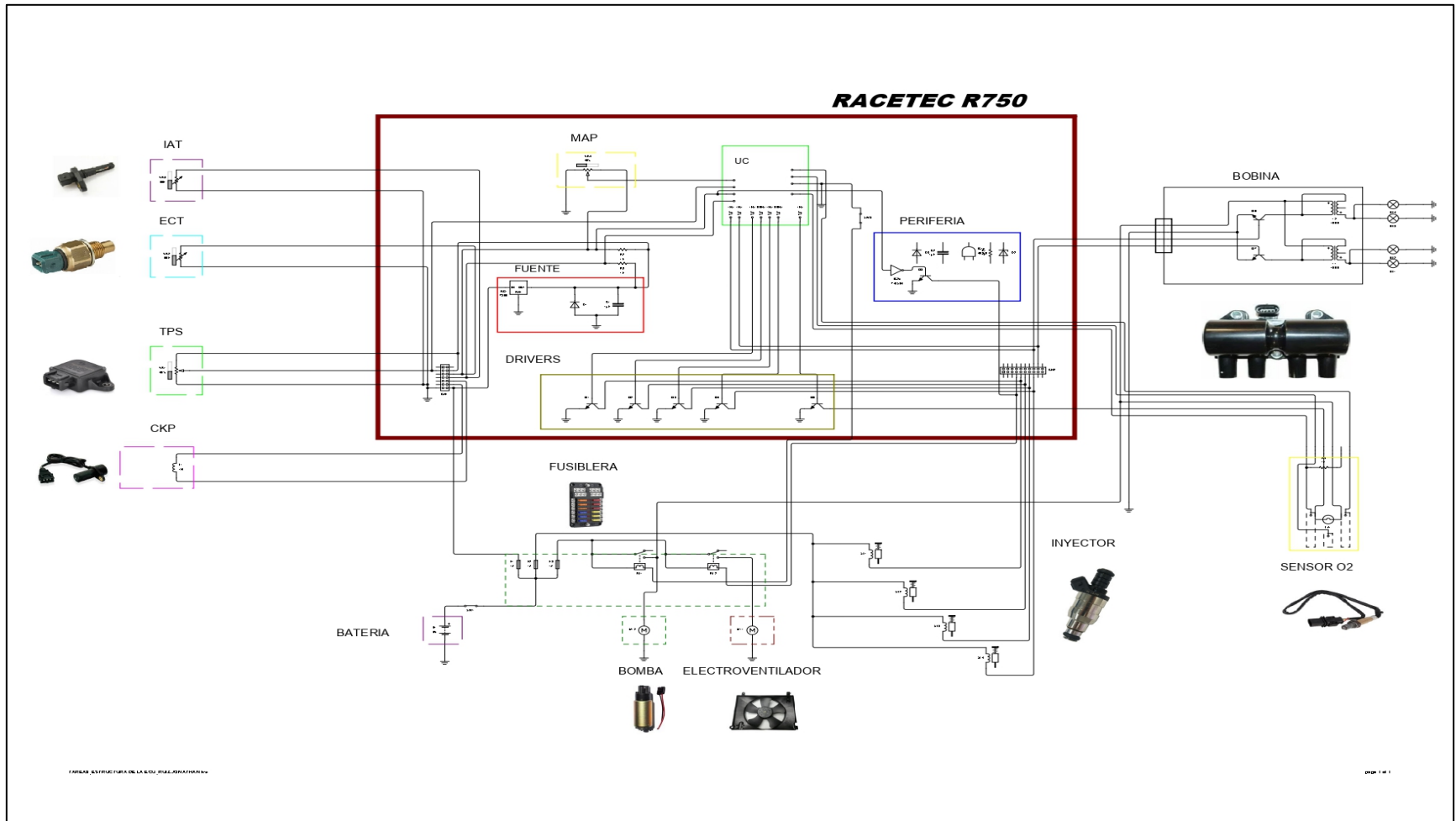


Instalación del medidor de aire/combustible Wideband, y la unidad de control RaceTec R750



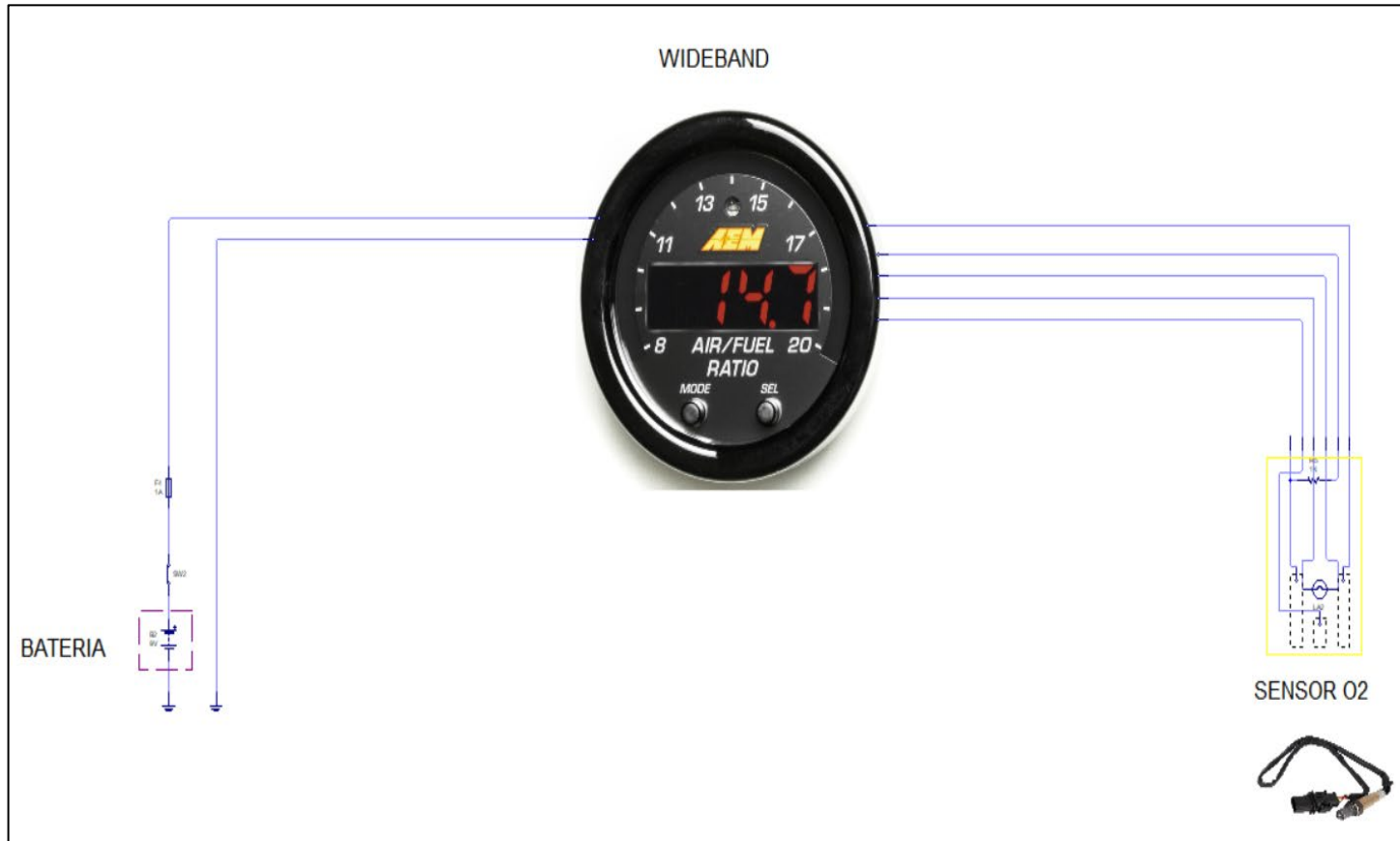
Sistema de control electrónico programable

Diagrama eléctrico de la computadora reprogramable RaceTec R750









Sistema de control electrónico programable

Diagrama de conexión del WIDEBAND





Descripción de sensores



Sensor	Valores	Conexión	imagen
MAP	Vref: 5V Vseñal: 0.20 – 3.70	El sensor MAP se encuentra internamente en la unidad de control programable.	
TPS	Vref: 5V Vseñal: 0.26V-4.56V	Naranja (salida 5V) Verde/Blanco (señal) Negro (tierra)	
IAT	Vref: 5V Vseñal: 1.40V – 2.20V	Blanco(señal) Negro(tierra)	

ECT	Vref: 5V Vseñal: 4.53V – 1.80V	Azul (señal) Negro (Tierra)	
CKP	Voltaje de 20 a 120 V (AC) Voltaje referencial: 2.2 V a 2.5 V	Rojo Mallado(señal) Negro (Tierra)	
Sensor de Oxigeno Banda Ancha	V Común: 2.60V V célula de bombeo: 3.05V – 1.97V V célula de medición: 450mV	Rojo Amarillo Negro	


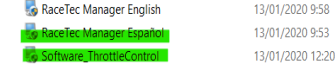
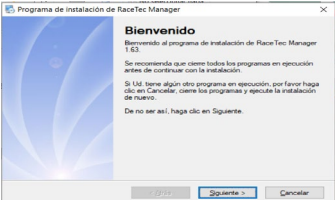
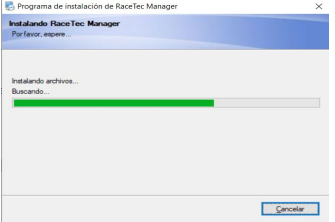



Descripción de actuadores

Actuadores	Conexión	Imagen
Inyector	Celeste (inyector 1) Celeste / Negro (inyector 2) Celeste / Verde (inyector 3) Celeste / Verde (inyector 4) Rojo (positivo de contacto)	
Bobina de encendido DIS	Rojo (Positivo) Negro (Tierra) Amarillo (Ignición 1) Amarillo y negro (Ignición 2)	

Bomba de combustible	Rojo (Positivo) Negro (Tierra)	
Electroventilador	Rojo (Positivo) Negro (Tierra)	

Software dedicado

Procedimiento	Descripción	Imagen
Adquirir el software del programa	Racetec al momento de realizar la compra de la ECU proporciona un CD con el software del programa listo para instalar	
Localización del controlador	AL insertar el CD se localiza el controlador del software, y se identifica: Racetec Manager Español, Software ThrottleControl	
Instalación del software	Luego de la localización se ejecuta como administrador, continuar con la descarga.	
Cargar el programa	Verificar que el programa se instale correctamente en la PC y no exista problemas hasta que se instale al 100%	
Finalización de la descarga	Al finalizar la descarga se podrá observar en la pantalla principal el software listo para abrir.	



Consideraciones previas a la programación

Cálculo del Offset

$$\text{Offset} = 120^\circ$$

Caudal total en la rampa

$$\text{Caudal Total} = 792.4 \frac{c^3}{\text{min}} \approx 800 \frac{c^3}{\text{min}}$$

Ajustes para la inyección

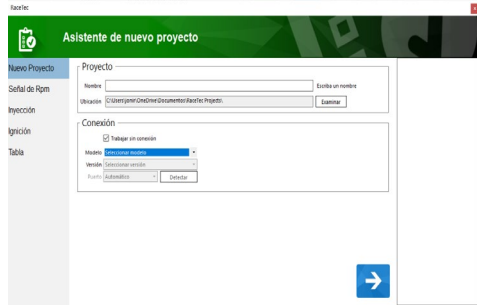
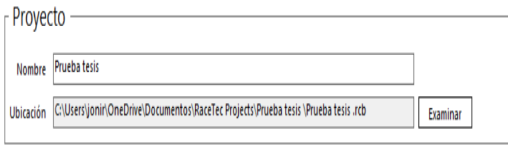
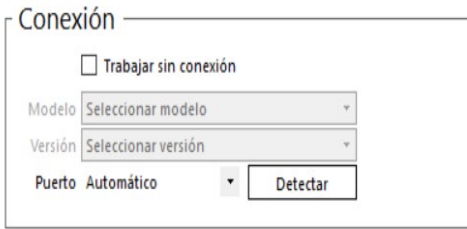
Modo de Inyección	Orden de encendido	Pin 1	Pin 2	Pin 3	Pin 4
Inyección Alternada (1 Rampa)	1-3-4-2 (4 Cilindros)	A	B	A	B
Inyección Alternada (2 Rampa)	1-3-4-2 (4 Cilindros)	A	B	a	b
Inyección Simultanea (1 Rampa)	1-3-4-2 (4 Cilindros)	A	A	A	A
Inyección Simultanea (2 Rampa)	1-3-4-2 (4 Cilindros)	A	A	a	a
Inyección Simultanea (1 Rampa)	1-2-4-5-3 (5 Cilindros)	A	A	A	A
Inyección Simultanea (2 Rampa)	1-2-4-5-3 (5 Cilindros)	A*	A*	a*	a*
Inyección alternada (1 Rampa)	1-5-3-6-2-4 (6 Cilindros)	A	B	C	X
Inyección Simultanea (1 Rampa)	1-5-3-6-2-4 (6 Cilindros)	A*	A*	a*	a*
Inyección alternada (1 Rampa)	1-8-4-3-6-5-7-2 (8 Cilindros)	A	B	C	D
Inyección Simultanea (1 Rampa)	1-8-4-3-6-5-7-2 (8 Cilindros)	A	A	A	A
Inyección Simultanea (2 Rampa)	1-8-4-3-6-5-7-2 (8 Cilindros)	A*	A*	a*	a*


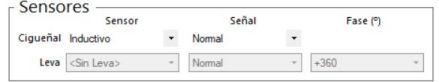

Ajustes para la ignición

Tipo de encendido	Orden de encendido	Pin 1	Pin 2	Pin 3	Pin 4	Pin 5	Pin 6
Chispa Perdida Bobinas Individuales	1-3-4-2 (4 Cilindros)	A	B	B	A	X	X
Chispa Perdida 2 Bobinas	1-3-4-2 (4 Cilindros)	A	B	X	X	X	X
Chispa Perdida Bobinas Individuales	1-5-3-6-2-4 (6 Cilindros)	A	B	C	C	B	A
Chispa Perdida 3 Bobinas	1-5-3-6-2-4 (6 Cilindros)	A	B	C	X	X	X
Chispa Perdida 4 Bobinas	1-8-4-3-6-5-7-2 (8 Cilindros)	A	B	C	D	X	X
Bobina Única (distribuidor)	Todos Los ordenes y cilindros	A	X	X	X	X	X



Programación de la unidad de control programable Racetec R750

Pasos	Explicación	imagen
Nuevo proyecto	A la inicial el programa RaceTec manager se selecciona nuevo proyecto para empezar los parámetros.	
Nombre del proyecto	Se debe colocar un nombre para el proyecto y asignar una dirección guardar dicho proyecto.	
Selección del tipo de conexión	Se debe seleccionar el tipo de conexión por el cual se conectará la PC con la unidad de control programable en este caso automático, y seleccionar el modelo R750	

Señal de RPM (Rueda fónica)	En esta configuración se establece la rueda fónica de 60-2, también los cilindros con los que cuenta el motor, el Offset (120°) que anteriormente fue calculado, y el motor de 4 tiempos.	
Señal de RPM (Sensores)	En la configuración de sensores, se debe configurar el sensor CKP con el que se trabaja, en este caso el sensor es tipo inductivo y su señal es normal.	
Parámetros de inyección (General)	En la configuración general el tipo de inyección es alternada (semi secuencial), la cilindrada del motor se encuentra en las especificaciones (1500cc), la aceleración rápida es por TPS y solo se tiene una rampa de inyección.	



Programación de la unidad de control programable Racetec R750

EL tiempo de apertura por lo general es 1 para todos los inyectores, sin embargo, el caudal total es 800 cc/min calculado anteriormente y el tipo de combustible es gasolina (Nafta)

Parámetros de inyección (Rampas)

Rampa 1	
T. Apertura	1.00 ms
Caudal Total	800 CC/min
Combustible	Nafta

Para la secuencia de inyección, previamente se establece que es semi-secuencial por ende el inyector 1-3 inyectan igual 2-4 inyectan iguales

Parámetros de inyección (Secuencia)

Pin 1	Pin 2	Pin 3	Pin 4
A	B	-	+

LA configuración general se debe considerar el tipo de bobina por lo tanto es de chispa perdida. La salida para esta bobina es descendiente, duración desaturación por lo general es de 3ms.

Parámetros de ignición (General)

General	
Tipo	Chispa Perdida
Salida	Descendente
Duración	3.0 mseg
Latencia	0 useg

Para seleccionar la secuencia es importante conocer la configuración que dispone el manual es una tabla por ende previamente se explicó en la tabla por ser chispa perdida es A y B

Parámetros de ignición (Secuencia)

Pin 1	Pin 2	Pin 3	Pin 4	Pin 5	Pin 6
A	B	-	+	-	-

Para el ajuste de la tabla se lo realiza por aspirado de MAP para poder determinar por medio de la eficiencia volumétrica el mapa base, la compresión del cilindro en las especificaciones de del motor se puede observar.

Tabla

General	
Corrección	Aspirado MAP
Perfil de leva	Agresivo
Compresión de Motor	Entre 8.5 y 10.5

Límites	
RPM	8600 rpm
MAP	0.40 Kg

Una vez creado el proyecto debemos ir al ajuste de sensores y calibrar el sensor TPS, se coloca la mariposa al 100% de apertura y se calibra al máximo de igual manera se coloca a 0% de

Sensores y calibración

Calibrar TPS

Calibración

Mínimo Máximo

0,0%

Funciones extras del software RaceTec R750

Corrección por temperatura de Motor

Las adaptaciones de temperatura del motor son indispensables para su operación en condiciones de frío. Se requiere una modificación hasta que se alcancen los 80°C o 90°C.

Pulso primario

El pulso primario consiste en un único impulso que se inyecta al encender el sistema. Su objetivo es eliminar cualquier aire presente en la rampa de inyección y pre-cargar el motor con combustible

Pulso de arranque

Durante el arranque del motor, la computadora calculará el pulso de arranque en base a los parámetros configurados para el motor

Limitador de RPM

El limitador de RPM o corte de RPM puede configurarse de dos maneras, ya sea mediante el corte de ignición o el corte de combustible

Protecciones y alertas

Temperatura de motor

Después del arranque del motor, todas las alertas y protecciones serán evaluadas. Al mantenerse una condición irregular durante al menos 0,3 segundos saltara la alarma



Cálculo para generar un mapa base

DATOS

$$P_{abs} = 73 \text{ KPa}$$

$$R_{gases} = 0.28705 \text{ KPa m}^3/\text{Kg K}$$

$$\rho_{aire} = 1.184 \text{ kg/m}^3.$$

$$T_{aire} = 40 \text{ C} = 313.15 \text{ K}$$

$$VE = \frac{P_{abs}}{R_{gases} * T_{aire} * \rho_{aire}}$$

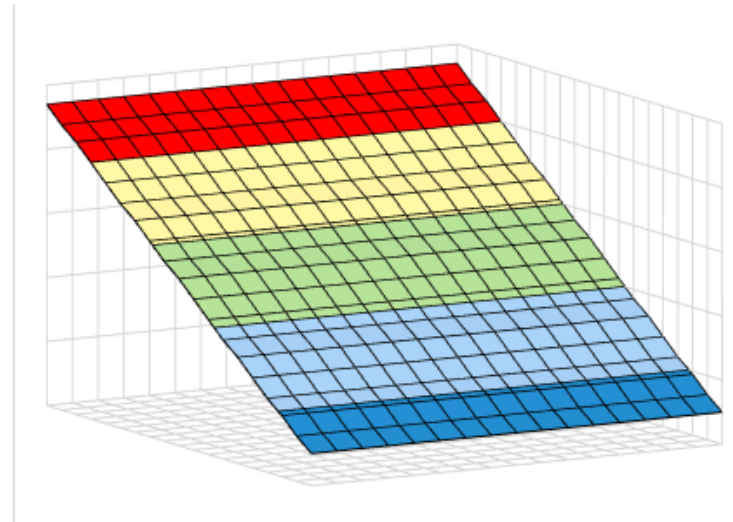
En la estructuración de la tabla te toma en cuenta la tabla ya establecida en el programa con la finalidad de sacar los datos de las presiones.

Presión (Kg)	-0.90	-0.80	-0.70	-0.60	-0.50	-0.40	-0.30	-0.20	-0.10	00
Presión (KPa)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	101
VE (%)	10	19	29	38	47	57	66	76	85	94



Generación del mapa VE

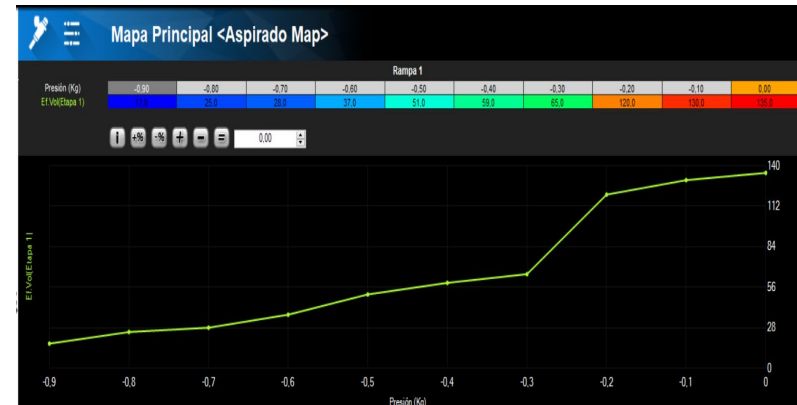
Kg	Kpa																
0	100	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94
-0,5	95	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89
-0,1	90	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
-0,15	85	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
-0,2	80	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
-0,25	75	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
-0,3	70	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66
-0,35	65	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61
-0,4	60	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
-0,45	55	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
-0,5	50	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
-0,55	45	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
-0,6	40	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
-0,65	35	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
-0,7	30	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
-0,75	25	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
-0,8	20	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
-0,85	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
-0,9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
0	600	1000	1400	1800	2200	2600	3000	3400	3800	4200	4600	5000	5400	5800	6200	6600	7000
																	RPM



Mapa base de combustible

Al finalizar el ajuste por el método de Corners, se tiene como resultado el mapa base listo para ser implementado en la unidad de control programable, sin embargo, el software de la RaceTec R750 solo grafica mapas bidimensionales (2D), por esta razón es que el mapa no puede ser implementado, por lo tanto, se toma valores en función a las RPM y presiones con el motor encendido.

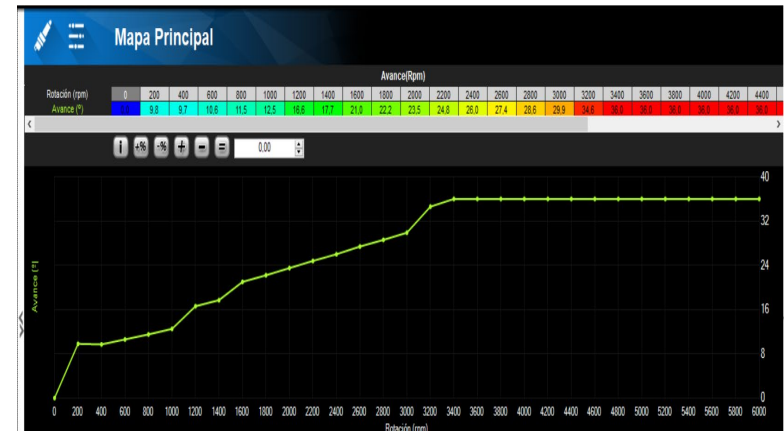
Kg	Kpa	92	92	92	92	94	95	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
0	100	92	92	92	92	94	95	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
-0,5	95	87	87	87	87	89	90	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
-0,15	90	83	83	83	83	85	86	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
-0,1	85	79	79	79	79	80	82	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84
-0,2	80	74	74	74	74	75	77	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79
-0,25	75	69	69	69	69	70	71	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73
-0,3	70	65	65	65	65	66	67	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
-0,35	65	60	60	60	60	61	62	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
-0,4	60	55	55	55	55	56	58	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
-0,45	55	51	51	51	51	52	54	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
-0,5	50	46	46	46	46	47	50	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
-0,55	45	41	41	41	41	42	43	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
-0,6	40	37	37	37	37	37	38	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
-0,65	35	32	32	32	32	33	34	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
-0,7	30	28	28	28	28	28	29	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
-0,75	25	23	23	23	23	23	25	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
-0,8	20	19	19	19	19	19	21	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
-0,85	15	14	14	14	14	14	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
-0,9	10	10	10	10	10	10	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	0	600	1000	1400	1800	2200	2600	3000	3400	3800	4200	4600	5000	5400	5800	6200	6600	7000
																		RPM



Mapa de ignición

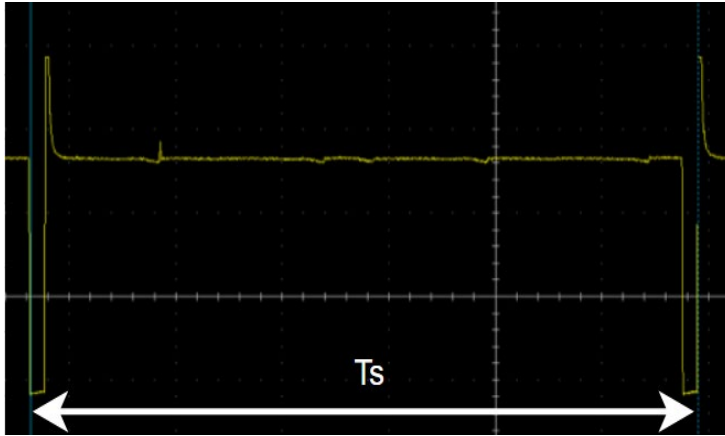
En el mapa de encendido se encuentran muchos puntos críticos en los cuales el motor está sometido, la forma más eficiente para realizar un mapa base es basarse en uno ya desarrollado, en este caso (Palacios & Rocha, 2022) cuentan con un mapa desarrollado por el software ReceTec Manager R1000, con las mismas especificaciones del motor Hyundai S-Coupe 1.5L

Kg	Kpa	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900	3000	3100	3200	3300	3400	3500	3600	3700	3800	3900	4000	4100	4200	4300	4400							
0	100	10,9	11,6	12,4	16,3	17,5	21,5	23	24,1	26,4	28,3	29,8	34,5	36,1	36	36,1																																					
-0,1	90	10,6	11,8	12,3	16,3	17,8	21,9	22,9	23,9	26,5	28,6	29,1	34,2	36,8	36	36																																					
-0,2	80	10,8	11,7	12,8	16,5	17,2	22	22,8	24,6	26,4	28,7	29,3	34,6	36,2	36,2	36																																					
-0,3	70	10,6	11,9	12,1	16,4	17,9	22	23	24,8	26,1	28,4	29,9	34,6	36	36	36																																					
-0,4	60	10,5	11,3	12,8	16,8	17,5	22,4	23,4	24,8	26,4	28,6	29,9	34,8	36	36,1	36,1																																					
-0,5	50	10,6	11,1	12,7	16,6	17,7	22,6	23,6	24,8	26	28,6	29,3	34,6	36	36,2	36,2																																					
-0,6	45	10,6	11,4	12,6	16,6	17,6	22,2	23,5	24,7	26,3	28,6	29,5	34,8	36	36,4	36,1																																					
-0,6	40	10,6	11,7	12,7	16,6	17,7	22,4	23,4	24,6	26	28,5	29,1	34,2	36,2	36,3	36,2																																					
-0,7	35	10,2	11,5	12,5	16,8	17,5	22,5	22,9	24,5	26,1	28,5	29,6	34,1	36,1	36,3	36,2																																					
-0,7	30	10,1	11,5	12,4	16,3	17,4	22,1	23,7	24,4	26	28,4	29,5	34,2	36,5	36,2	36,2																																					
-0,8	25	10,6	11,4	12,1	16,2	17,6	22,6	23,5	24,1	25,8	28,2	29,1	34,3	36,4	36,1	36,4																																					
-0,8	20	9,9	11,8	12,5	16,1	17,3	22,4	23,3	24,5	25,9	28,1	29	34,3	36,2	36	36,5																																					
	0	600	800	1000	1200	1400	1800	2000	2200	2400	2800	3000	3200	3400	3800	4000																																					



Cálculos generales

Cálculo para la inyección

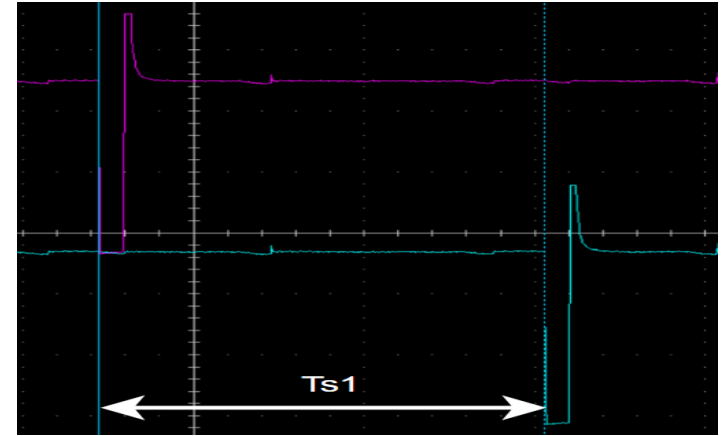


$$RPM = \frac{120000}{T_s} \text{ (ms)}$$

Donde:

T_s = *Tiempo de inyección*
(abierto y cerrado)

RPM = *Revoluciones del motor*



$$RPM = \frac{60000}{T_{s1}} \text{ (ms)}$$

Donde:

T_{s1} = *Tiempo individual de inyección*

RPM = *Revoluciones del motor*



Cálculos generales

Cálculo para la inyección

Primera programación (Mapa-base)

$$T_s = 126.31 \text{ ms}$$

$$T_{s1} = 63.15 \text{ ms}$$

Segunda programación

$$T_s = 111.11 \text{ ms}$$

$$T_{s1} = 55.5 \text{ ms}$$

Tercera programación

$$T_s = 165.51 \text{ ms}$$

$$T_{s1} = 82 \text{ ms}$$



Cálculos generales

Ciclo de trabajo

$$CT = \frac{Ti}{Ti + Ts} \times 100$$



Ti = Pulso de inyección (ms)

Ts = Tiempo de inyección (abierto y cerrado)

Primera programación (Mapa-base)

$$CT = 2.35 \%$$

Segunda programación

$$CT = 2.69\%$$

Tercera programación

$$CT = 1.85\%$$



Cálculos generales

Cálculo del número de chispas según las RPM

$$F = \frac{RPM * i}{2}$$



$i = \text{Nro de cilindros}$
 $RPM = \text{Revoluciones del motor}$

Primera programación (Mapa-base)

$$F = 1900 \text{ chispa s/m in}$$

Segunda programación

$$F = 2160 \text{ chispa s/m in}$$

Tercera programación

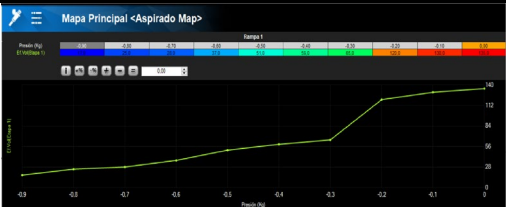
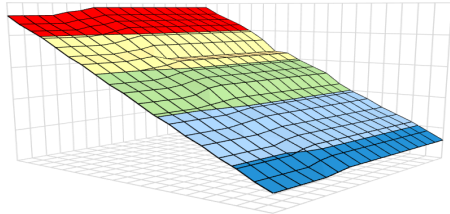

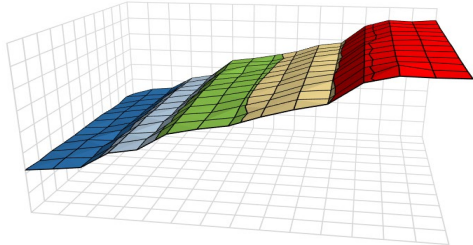
$$F = 1470 \text{ chispas/min}$$



Programación de mapas

Primera programación

En la primera programación se considera los mapas base de inyección e ignición, que anteriormente se encontró por el método de Corners.

Mapa	Consideración	Imagen
	Mapa base de inyección en 2D ejecutado en el software RaceTec Manager	
Inyección	Mapa base de inyección en 3D ejecutado Excel	
	Mapa base de ignición en 2D ejecutado en el software RaceTec Manager	
Ignición	Mapa base de ignición en 3D ejecutado Excel	



Programación de mapas

Segunda programación

En la segunda programación se consideró elevar un 20% el mapa de inyección es decir a todos los valores del mapa base, a continuación, se presenta la tabla de valores aumentada en un 20%.

De igual manera se aumenta el mapa de ignición con un 10% más que el mapa base con la finalidad de evaluar su comportamiento.

Mapa de inyección

Kpa	110,4	110,4	110,4	112,8	114	116,4	116,4	116,4	116,4	116,4	116,4	116,4	
100	110,4	110,4	110,4	112,8	114	116,4	116,4	116,4	116,4	116,4	116,4	116,4	
95	104,4	104,4	104,4	106,8	108	110,4	110,4	110,4	110,4	110,4	110,4	110,4	
90	99,6	99,6	99,6	102	103,2	105,6	105,6	105,6	105,6	105,6	105,6	105,6	
85	94,8	94,8	94,8	96	98,4	100,8	100,8	100,8	100,8	100,8	100,8	100,8	
80	88,8	88,8	88,8	90	92,4	94,8	94,8	94,8	94,8	94,8	94,8	94,8	
75	82,8	82,8	82,8	84	85,2	87,6	87,6	87,6	87,6	87,6	87,6	87,6	
70	78	78	78	79,2	80,4	78	78	78	78	78	78	78	
65	72	72	72	73,2	74,4	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8	
60	66	66	66	67,2	69,6	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8	
55	61,2	61,2	61,2	62,4	64,8	66	66	66	66	66	66	66	
50	55,2	55,2	55,2	56,4	60	61,2	61,2	61,2	61,2	61,2	61,2	61,2	
45	49,2	49,2	49,2	50,4	51,6	52,8	52,8	52,8	52,8	52,8	52,8	52,8	
40	44,4	44,4	44,4	44,4	45,6	46,8	46,8	46,8	46,8	46,8	46,8	46,8	
35	38,4	38,4	38,4	39,6	40,8	42	42	42	42	42	42	42	
30	33,6	33,6	33,6	33,6	34,8	36	36	36	36	36	36	36	
25	27,6	27,6	27,6	27,6	30	31,2	31,2	31,2	31,2	31,2	31,2	31,2	
20	22,8	22,8	22,8	22,8	25,2	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	
15	16,8	16,8	16,8	16,8	19,2	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	
10	12	12	12	12	13,2	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	
0	600	1000	1800	2200	2600	3000	3400	3800	4200	4600	5000	5400	RPM

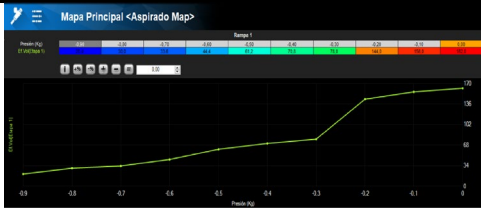
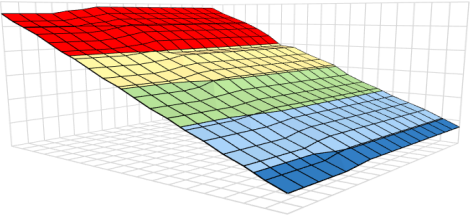

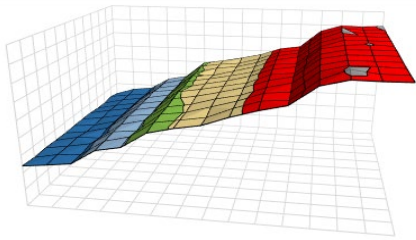
Mapa de ignición

Kg	Kpa	12	12,8	13,6	17,9	19,3	23,7	25,3	26,5	29	31,1	32,8	38	39,7	39,6	39,7
0	100	12	12,8	13,6	17,9	19,3	23,7	25,3	26,5	29	31,1	32,8	38	39,7	39,6	39,7
-0,1	90	11,7	13	13,5	17,9	19,6	24,1	25,2	26,3	29,2	31,5	32	37,6	40,5	39,6	39,6
-0,2	80	11,9	12,9	14,1	18,2	18,9	24,2	25,1	27,1	29	31,6	32,2	38,1	39,8	39,8	39,6
-0,3	70	11,7	13,1	13,3	18	19,7	24,2	25,3	27,3	28,7	31,2	32,9	38,1	39,6	39,6	39,6
-0,4	60	11,6	12,4	14,1	18,5	19,3	24,6	25,7	27,3	29	31,5	32,9	38,3	39,6	39,7	39,7
-0,5	50	11,7	12,2	14	18,3	19,5	24,9	26	27,3	28,6	31,5	32,2	38,1	39,6	39,8	39,8
-0,6	45	11,7	12,5	13,9	18,3	19,4	24,4	25,9	27,2	28,9	31,5	32,5	38,3	39,6	40	39,7
-0,6	40	11,7	12,9	14	18,3	19,5	24,6	25,7	27,1	28,6	31,4	32	37,6	39,8	39,9	39,8
-0,7	35	11,2	12,7	13,8	18,5	19,3	24,8	25,2	27	28,7	31,4	32,6	37,5	39,7	39,9	39,8
-0,7	30	11,1	12,7	13,6	17,9	19,1	24,3	26,1	26,8	28,6	31,2	32,5	37,6	40,2	39,8	39,8
-0,8	25	11,7	12,5	13,3	17,8	19,4	24,9	25,9	26,5	28,4	31	32	37,7	40	39,7	40
-0,8	20	10,9	13	13,8	17,7	19	24,6	25,6	27	28,5	30,9	31,9	37,7	39,8	39,6	40,2
		600	800	1000	1200	1400	1800	2000	2200	2400	2800	3000	3200	3400	3800	4000
		RPM														



Programación de mapas

Segunda programación

Mapa	Consideración	Imagen
	Mapa base de inyección en 2D ejecutado en el software RaceTec Manager	
Inyección	Mapa base de inyección en 3D ejecutado Excel	
	Mapa base de ignición en 2D ejecutado en el software RaceTec Manager	
Ignición	Mapa base de ignición en 3D ejecutado Excel	



Programación de mapas

Tercera programación

En la tercera programación se consideró disminuir un 20% el mapa de inyección es decir a todos los valores del mapa base, a continuación, se presenta la tabla de valores disminuido en un 20%.

De igual manera se disminuye al mapa de ignición con un 10% más que el mapa base con la finalidad de evaluar su comportamiento.

Mapa de inyección

Kg	Kpa	600	1000	1800	2200	2600	3000	3400	3800	4200	4600	5000	5400	RPM
0	100	73,6	73,6	73,6	75,2	76	77,6	77,6	77,6	77,6	77,6	77,6	77,6	77,6
-0,5	95	69,6	69,6	69,6	71,2	72	73,6	73,6	73,6	73,6	73,6	73,6	73,6	73,6
-0,1	90	66,4	66,4	66,4	68	68,8	70,4	70,4	70,4	70,4	70,4	70,4	70,4	70,4
-0,15	85	63,2	63,2	63,2	64	65,6	67,2	67,2	67,2	67,2	67,2	67,2	67,2	67,2
-0,2	80	59,2	59,2	59,2	60	61,6	63,2	63,2	63,2	63,2	63,2	63,2	63,2	63,2
-0,25	75	55,2	55,2	55,2	56	56,8	58,4	58,4	58,4	58,4	58,4	58,4	58,4	58,4
-0,3	70	52	52	52	52,8	53,6	52	52	52	52	52	52	52	52
-0,35	65	48	48	48	48,8	49,6	51,2	51,2	51,2	51,2	51,2	51,2	51,2	51,2
-0,4	60	44	44	44	44,8	46,4	47,2	47,2	47,2	47,2	47,2	47,2	47,2	47,2
-0,45	55	40,8	40,8	40,8	41,6	43,2	44	44	44	44	44	44	44	44
-0,5	50	36,8	36,8	36,8	37,6	40	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8
-0,55	45	32,8	32,8	32,8	33,6	34,4	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2
-0,6	40	29,6	29,6	29,6	29,6	30,4	31,2	31,2	31,2	31,2	31,2	31,2	31,2	31,2
-0,65	35	25,6	25,6	25,6	26,4	27,2	28	28	28	28	28	28	28	28
-0,7	30	22,4	22,4	22,4	22,4	23,2	24	24	24	24	24	24	24	24
-0,75	25	18,4	18,4	18,4	18,4	20	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8
-0,8	20	15,2	15,2	15,2	15,2	16,8	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6
-0,85	15	11,2	11,2	11,2	11,2	12,8	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6
-0,9	10	8	8	8	8	8,8	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6

Mapa de ignición

Kg	Kpa	600	800	1000	1200	1400	1800	2000	2200	2400	2800	3000	3200	3400	3800	4000
0	100	9,81	10,4	11,2	14,7	15,8	19,4	20,7	21,7	23,8	25,5	26,8	31,1	32,5	32,4	32,5
-0,1	90	9,54	10,6	11,1	14,7	16	19,7	20,6	21,5	23,9	25,7	26,2	30,8	33,1	32,4	32,4
-0,2	80	9,72	10,5	11,5	14,9	15,5	19,8	20,5	22,1	23,8	25,8	26,4	31,1	32,6	32,6	32,4
-0,3	70	9,54	10,7	10,9	14,8	16,1	19,8	20,7	22,3	23,5	25,6	26,9	31,1	32,4	32,4	32,4
-0,4	60	9,45	10,2	11,5	15,1	15,8	20,2	21,1	22,3	23,8	25,7	26,9	31,3	32,4	32,5	32,5
-0,5	50	9,54	9,99	11,4	14,9	15,9	20,3	21,2	22,3	23,4	25,7	26,4	31,1	32,4	32,6	32,6
-0,55	45	9,54	10,3	11,3	14,9	15,8	20	21,2	22,2	23,7	25,7	26,6	31,3	32,4	32,8	32,5
-0,6	40	9,54	10,5	11,4	14,9	15,9	20,2	21,1	22,1	23,4	25,7	26,2	30,8	32,6	32,7	32,6
-0,65	35	9,18	10,4	11,3	15,1	15,8	20,3	20,6	22,1	23,5	25,7	26,6	30,7	32,5	32,7	32,6
-0,7	30	9,09	10,4	11,2	14,7	15,7	19,9	21,3	22	23,4	25,6	26,6	30,8	32,9	32,6	32,6
-0,75	25	9,54	10,3	10,9	14,6	15,8	20,3	21,2	21,7	23,2	25,4	26,2	30,9	32,8	32,5	32,8
-0,8	20	8,91	10,6	11,3	14,5	15,6	20,2	21	22,1	23,3	25,3	26,1	30,9	32,6	32,4	32,9



Programación de mapas

Tercera programación

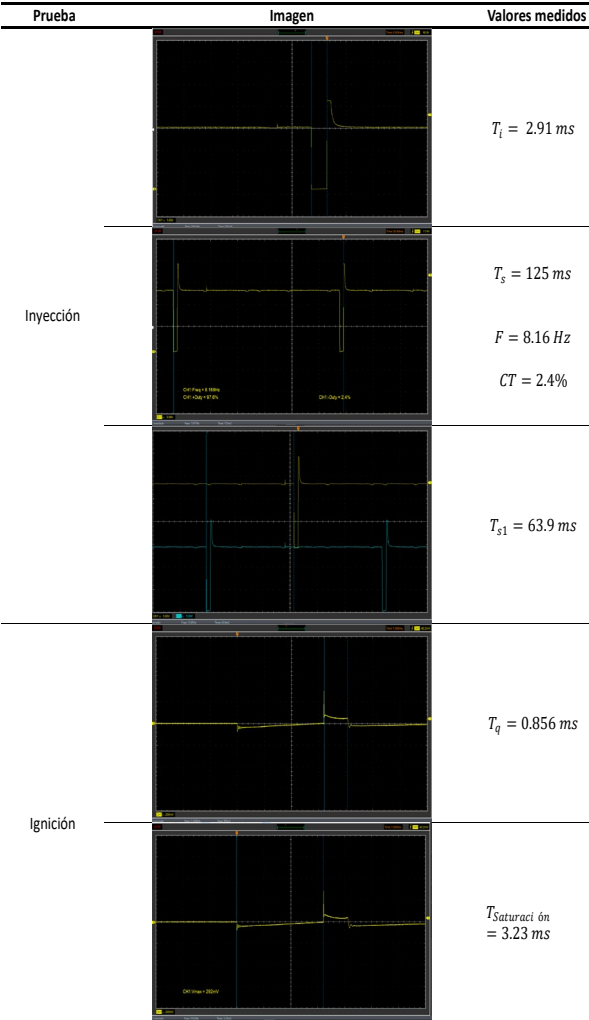
Mapa	Consideración	Imagen
	Mapa base de inyección en 2D ejecutado en el software RaceTec Manager	
Inyección	Mapa base de inyección en 3D ejecutado Excel	
	Mapa base de ignición en 2D ejecutado en el software RaceTec Manager	
Ignición	Mapa base de ignición en 3D ejecutado Excel	



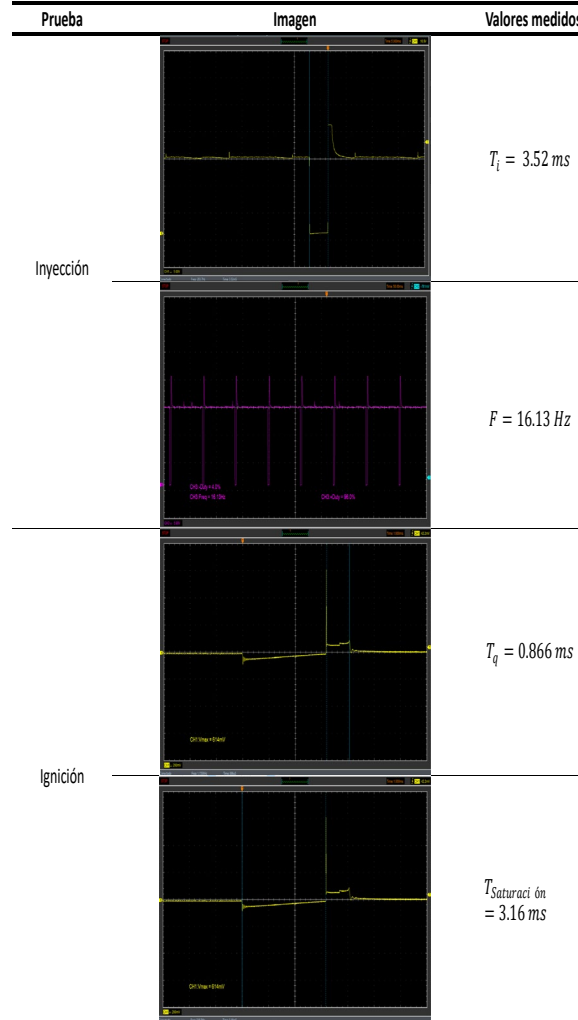
Pruebas de programación

Prueba primera programación (Mapa base)

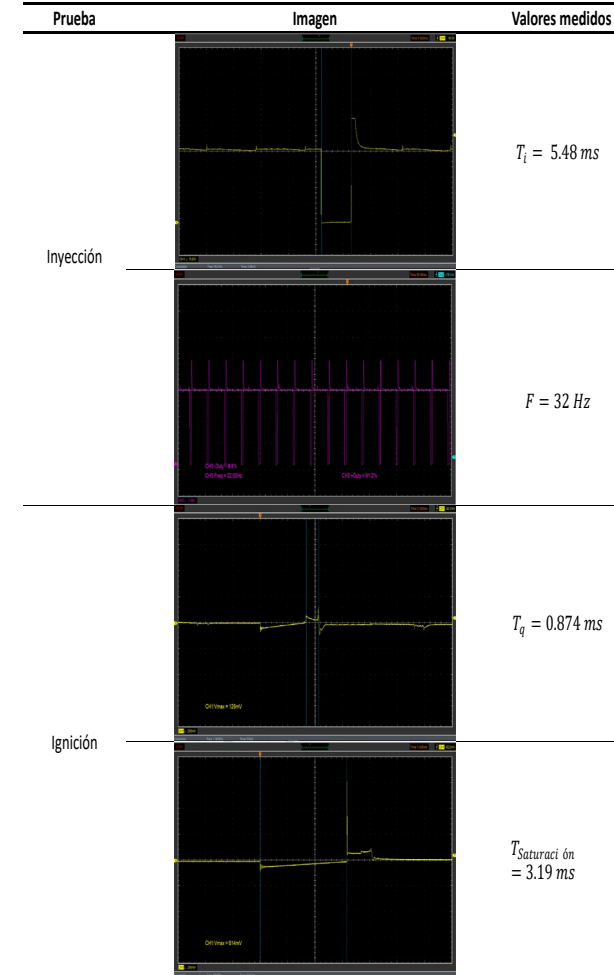
Prueba en Ralentí



Prueba a 2000 RPM



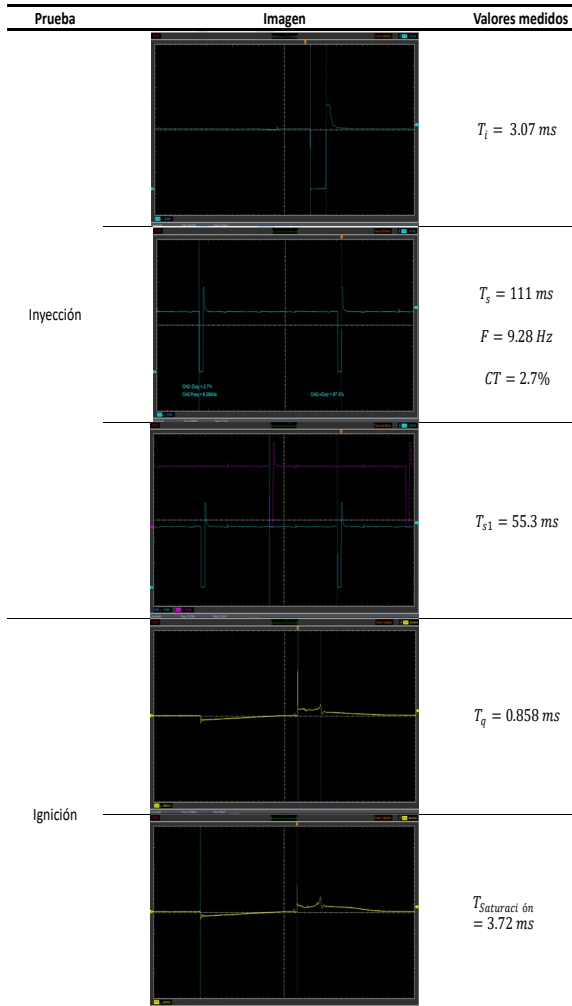
Prueba a 4000 RPM



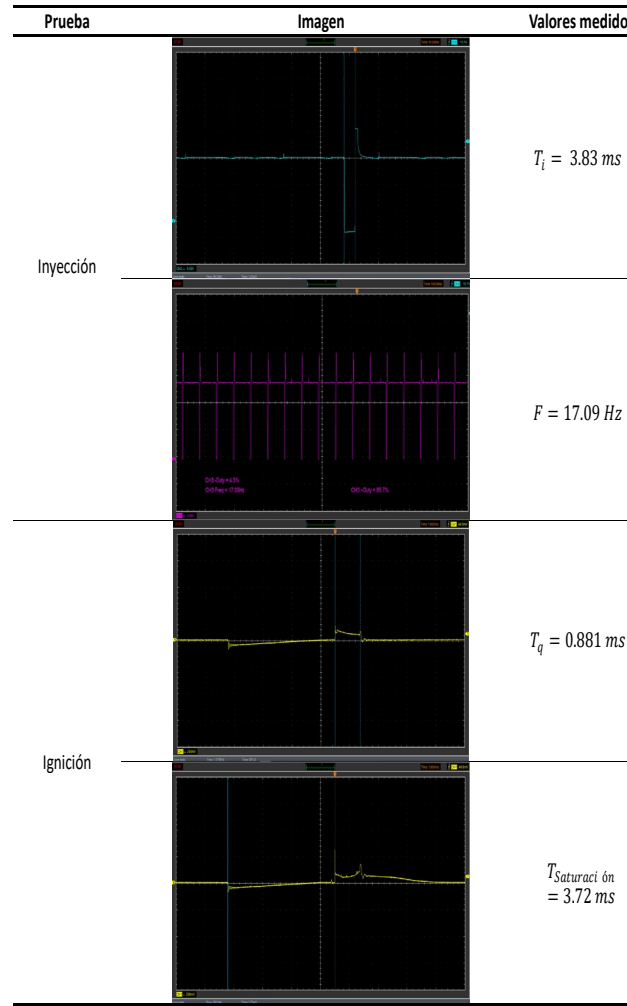
Pruebas de programación

Prueba segunda programación (Mapa con aumento del 20% en el mapa de inyección y 10% en ignición)

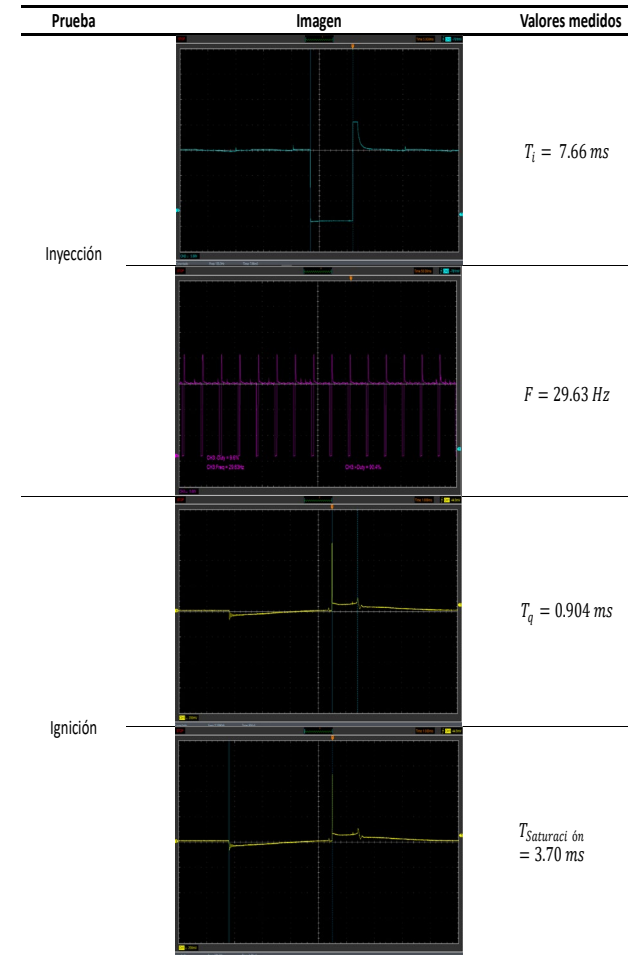
Prueba en Ralentí



Prueba a 2000 RPM



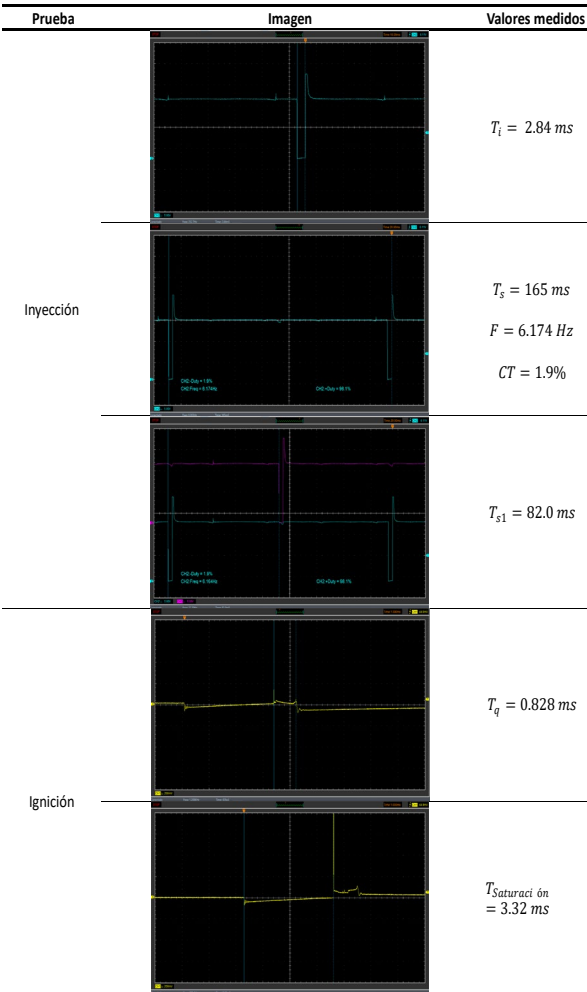
Prueba a 4000 RPM



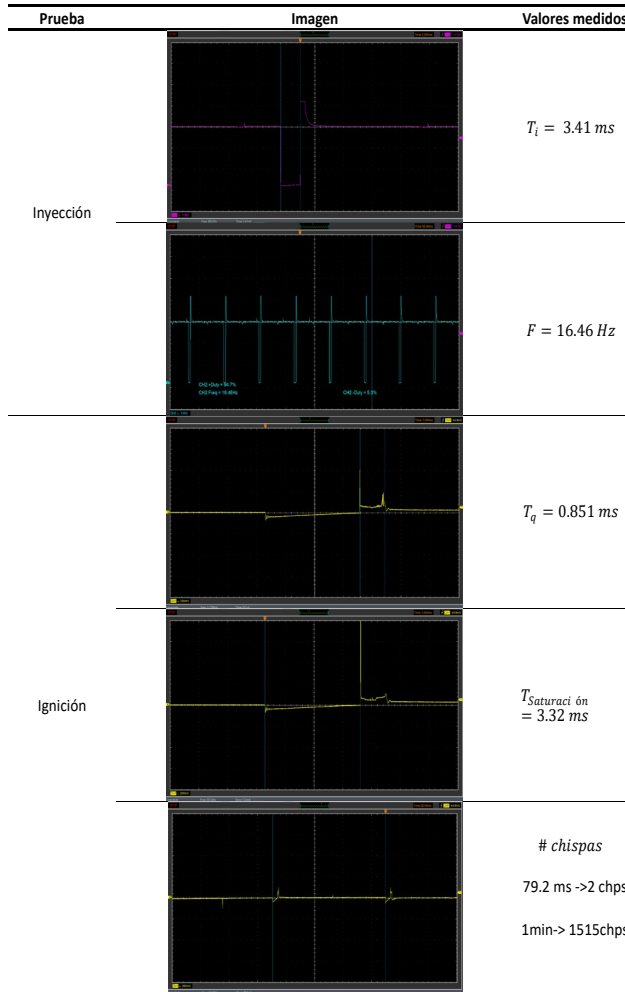
Pruebas de programación

Prueba tercera programación (Mapa con disminución del 20% en el mapa de inyección y 10% en ignición)

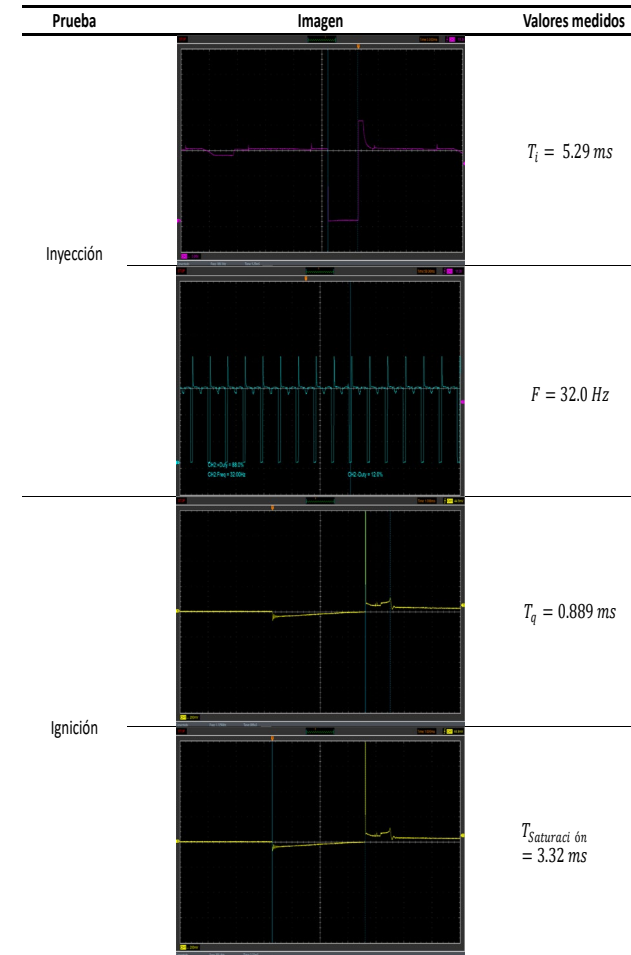
Prueba en Ralentí



Prueba a 2000 RPM

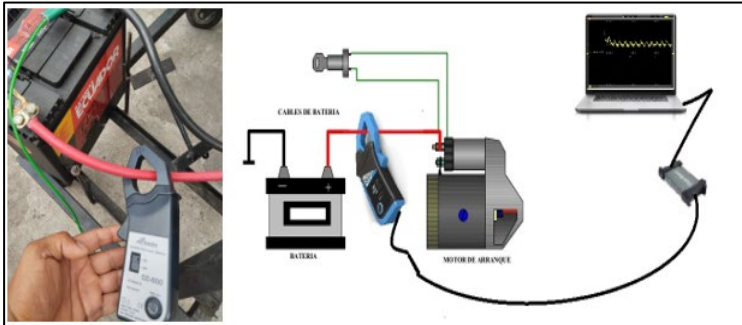


Prueba a 4000 RPM

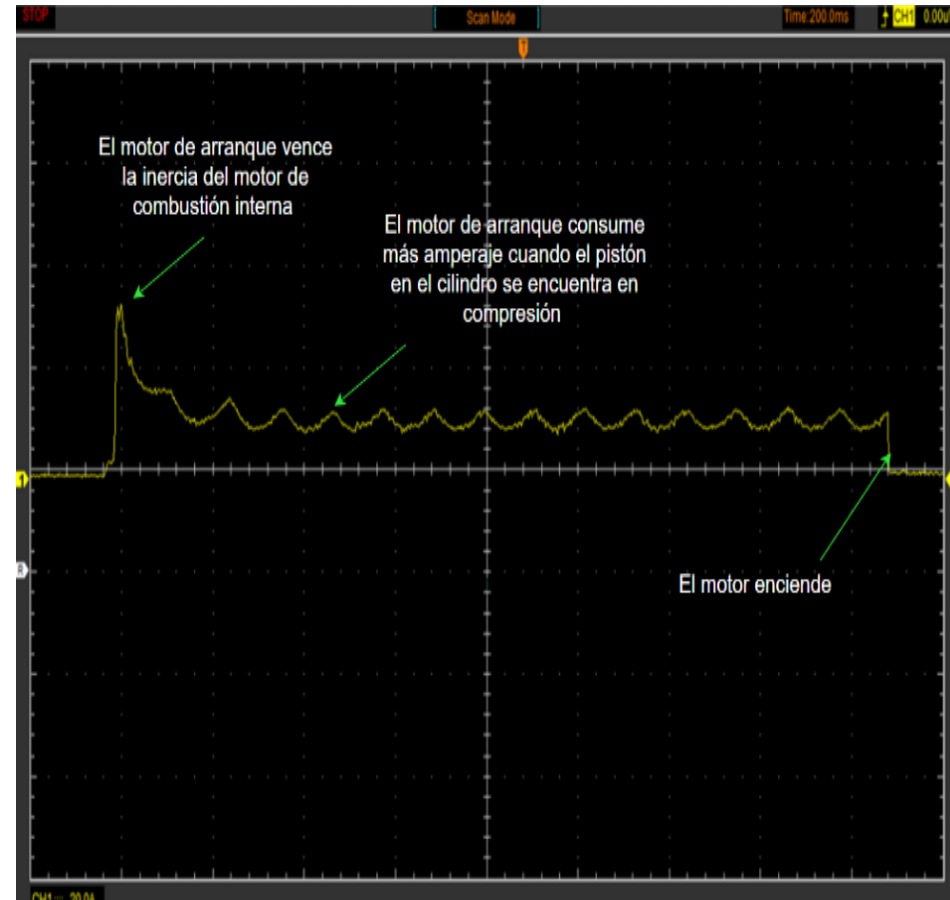


Pruebas extras en la programación

Consideraciones previas



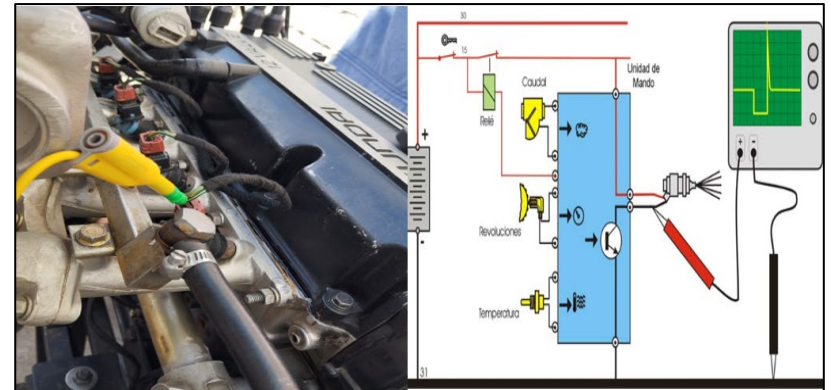
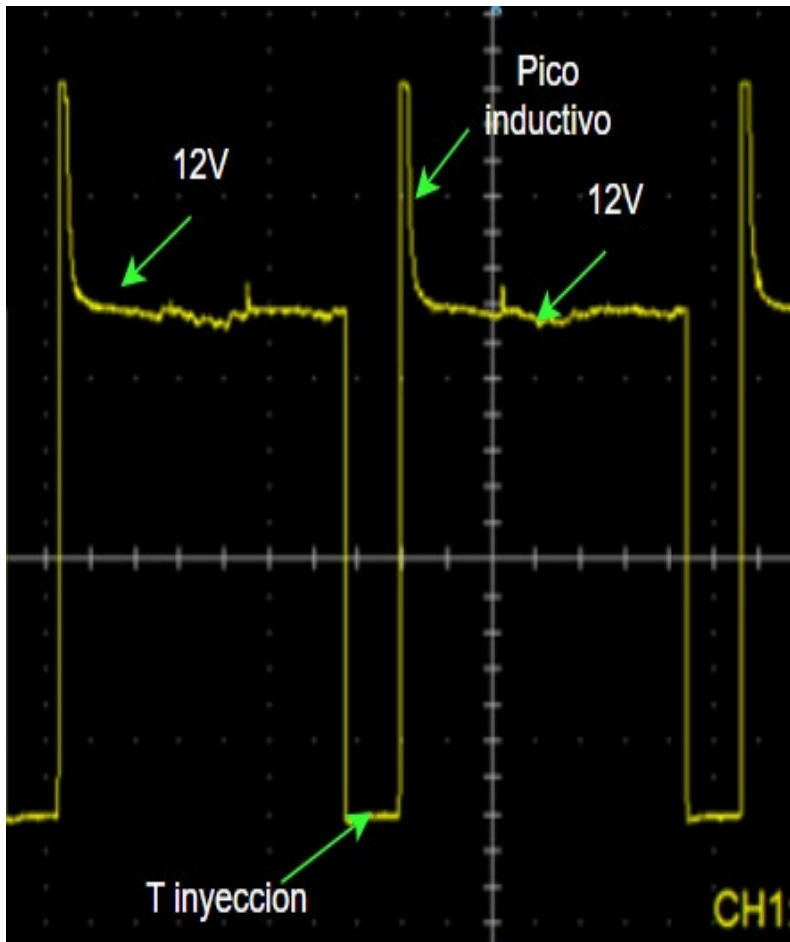
Para realizar estas pruebas es necesario conocer principios de los oscilogramas que serán analizados como el consumo de corriente del motor de arranque al encender el motor conocida también como la compresión relativa.



Pruebas extras en la programación

Consideraciones previas

Oscilograma de voltaje del inyector

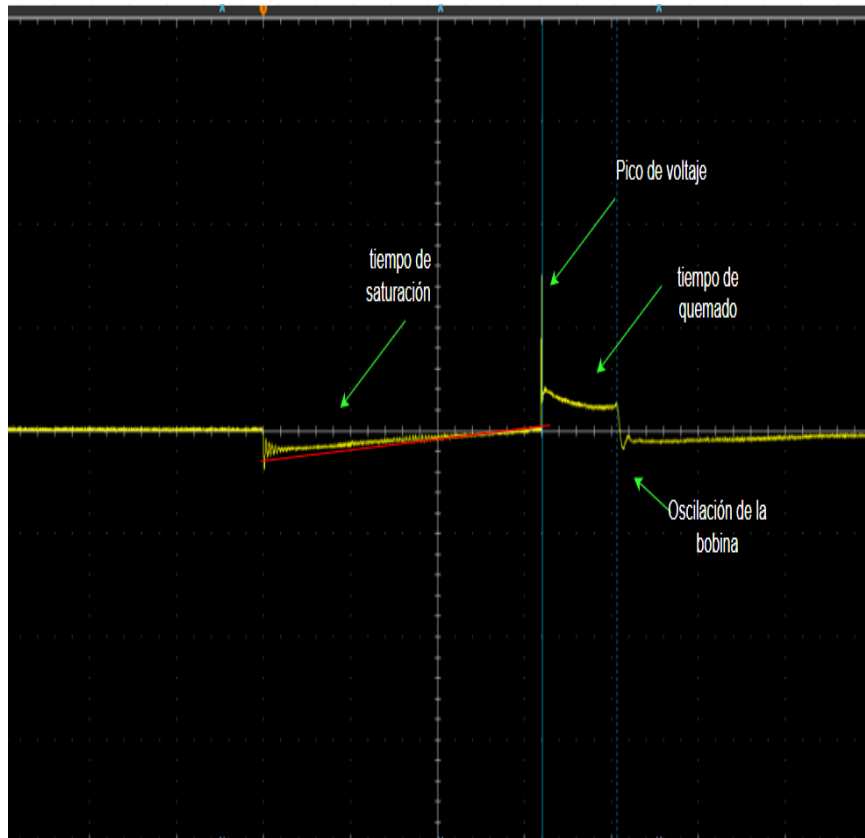


En el desarrollo de estas pruebas es necesariamente conocer el oscilograma de inyección, es por eso que a través del osciloscopio se obtiene esta gráfica, a continuación, se muestra la forma de conexión del dispositivo.

Pruebas extras en la programación

Consideraciones previas

Oscilograma de encendido



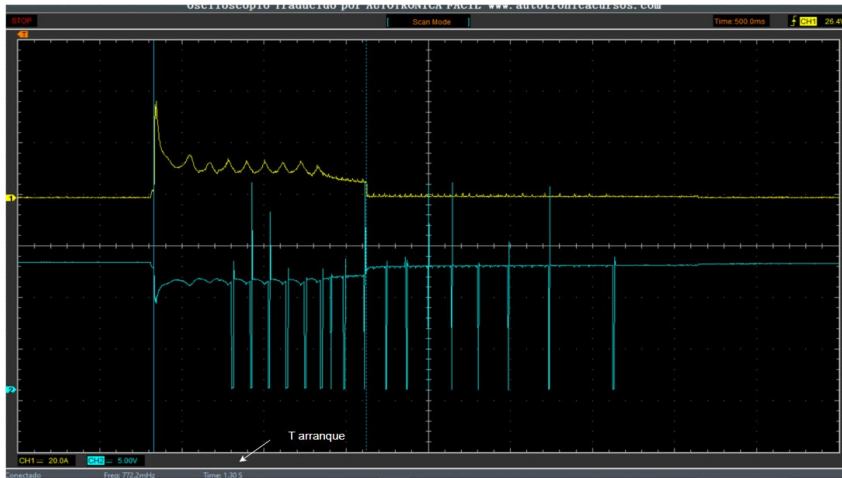
Es importante determinar el oscilograma de encendido para verificar varias pruebas que se desarrollan a continuación. Por lo tanto, para extraer dicha grafica se lo realiza por medio de un osciloscopio masa la pinza HT-25.

Pruebas extras en la programación

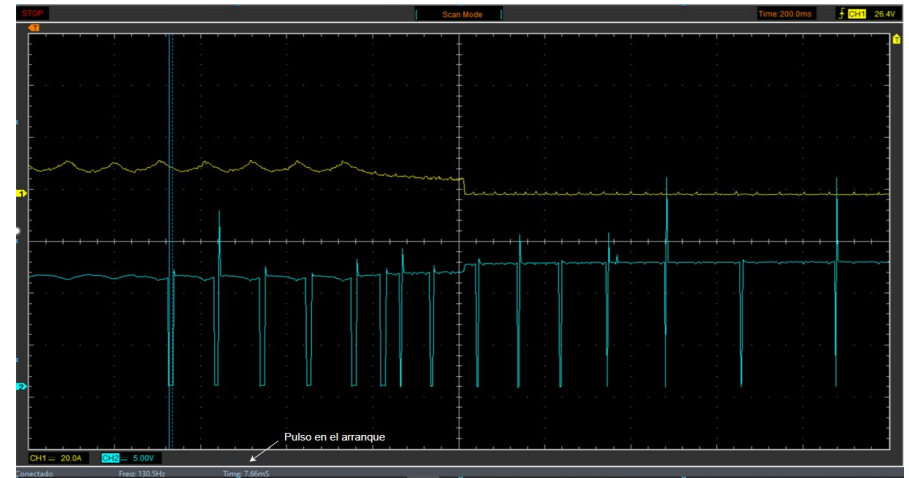
Prueba de arranque en frio → Se realiza las pruebas a 29° para verificar el tiempo que tarda el motor en encender

1. Para la prueba se realiza sin la activación del sensor de temperatura del motor, es decir la corrección por temperatura, pulso primario y pulso de arranque no funciona.

Tiempo de arranque



Pulso de inyección



Prueba	Valores medidos
Tiempo de arranque	1.30 s
Pulso primario	7.66 ms

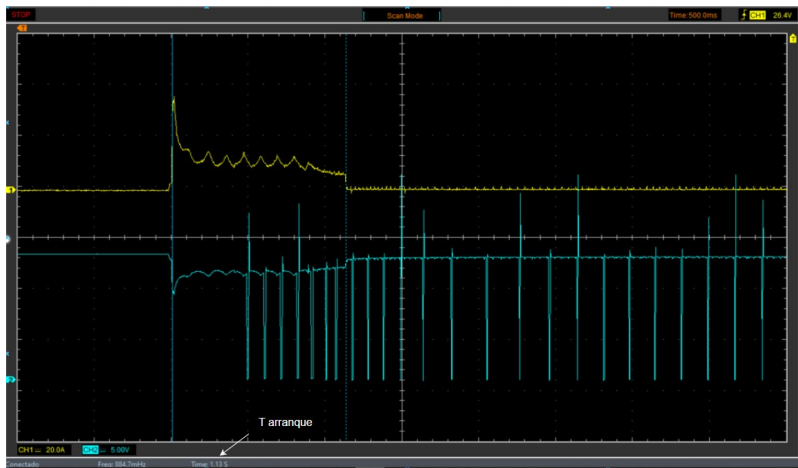


Pruebas extras en la programación

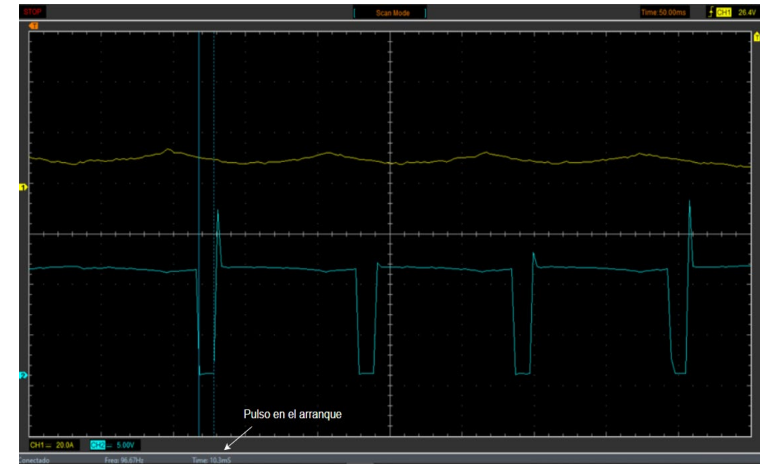
Prueba de arranque en frio → Se realiza las pruebas a 29° para verificar el tiempo que tarda el motor en encender

2. En esta prueba se activa las correcciones por temperatura del motor al 100%

Tiempo de arranque



Pulso de inyección



Prueba	Valores medidos
Tiempo de arranque	1.13 s
Pulso primario	10.3 ms

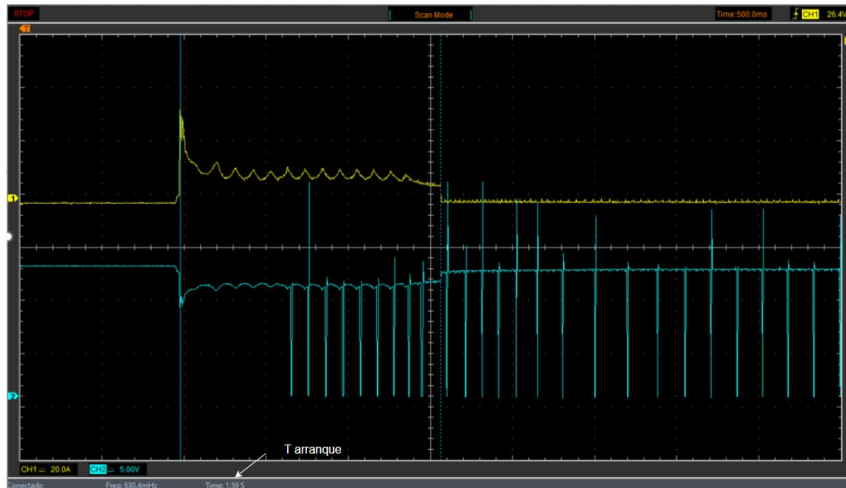


Pruebas extras en la programación

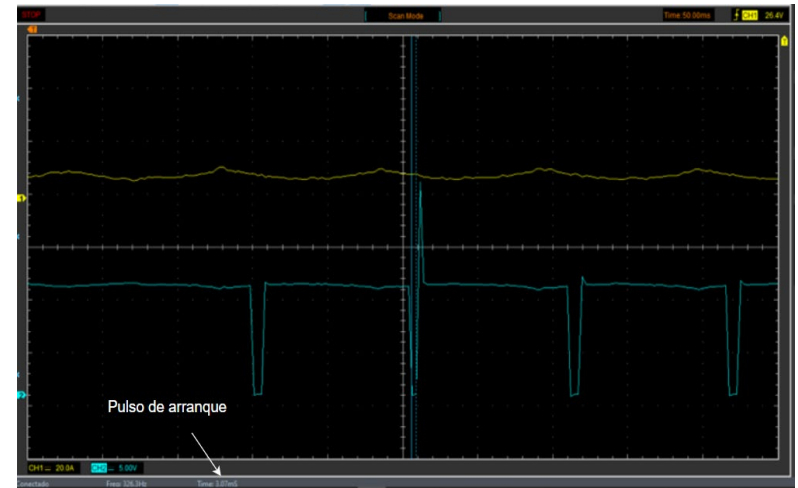
Prueba de arranque en frio \longrightarrow Se realiza las pruebas a 29° para verificar el tiempo que tarda el motor en encender

3. Para la prueba se realiza con el 10% de corrección por temperatura.

Tiempo de arranque



Pulso de inyección



Prueba	Valores medidos
Tiempo de arranque	1.59 s
Pulso primario	3.07 ms

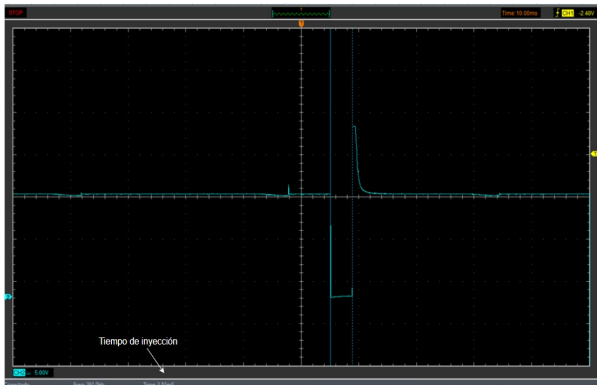


Pruebas extras en la programación

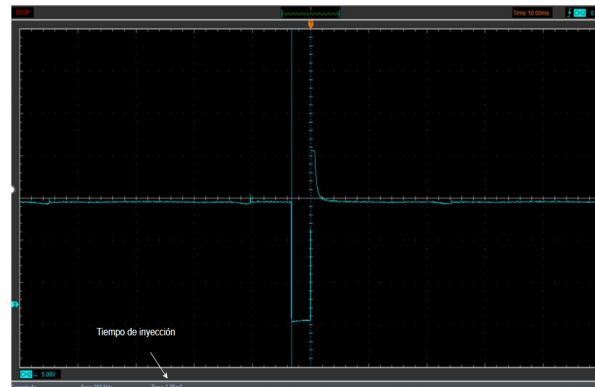
Prueba de correcciones de inyección por temperatura de motor.

La prueba se realizó en base al mapa que el software proporciona, no es necesario realizar ningún cambio dado que, con la configuración inicial del motor, el programa analiza y forma la gráfica

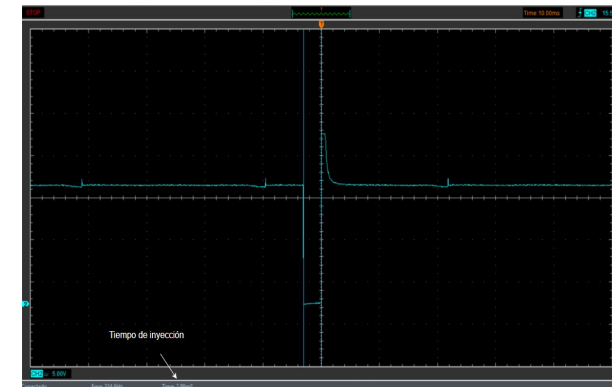
Prueba a 42°C



Prueba a 66°C



Prueba a 84°C



Corrección	Temperatura	Tiempo de inyección
28%	42°	3.83 ms
15%	66°	3.30 ms
3%	84°	2.99 ms

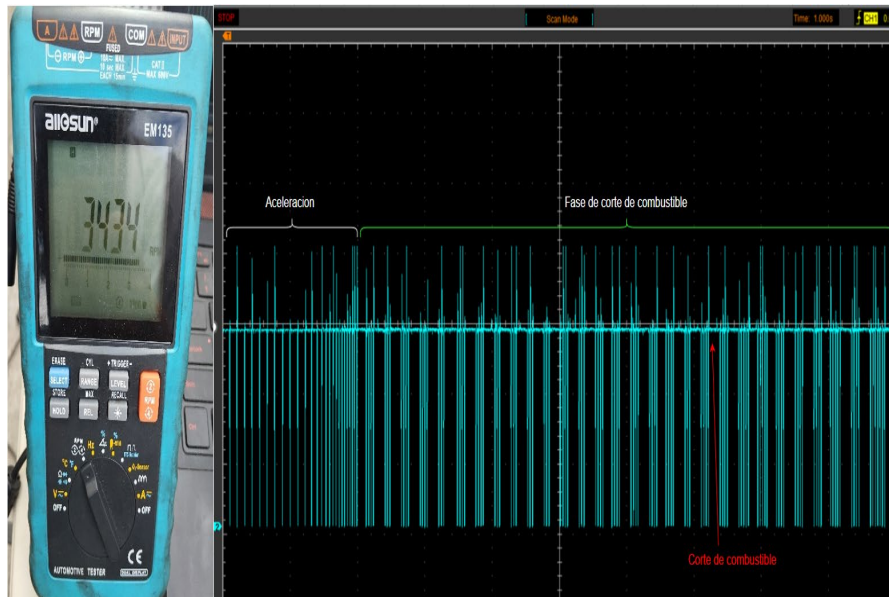


Pruebas extras en la programación

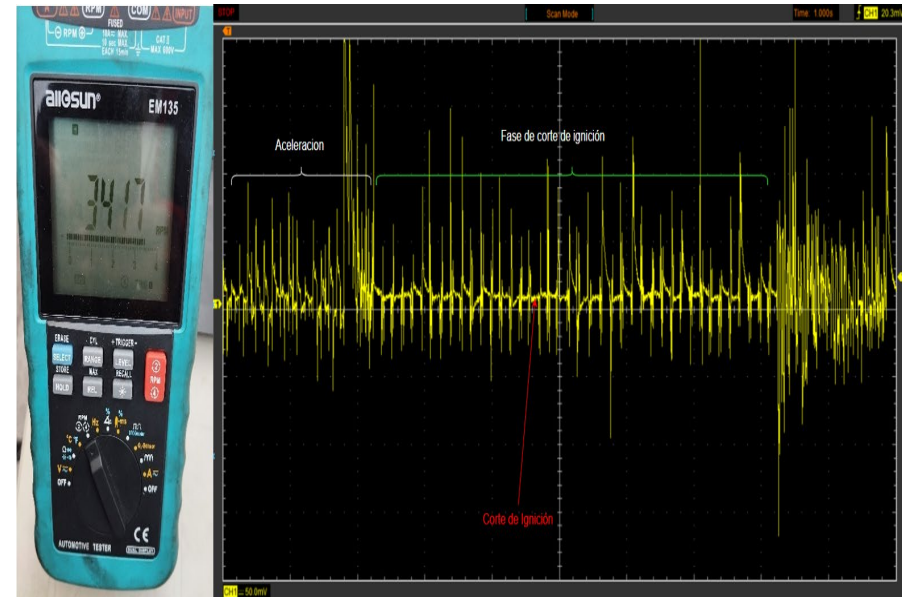
Prueba de limitador de RPM. —————>

En esta prueba se establece que a las 3500 rpm se corte la inyección e ignición

Tipo de corte “Combustible”



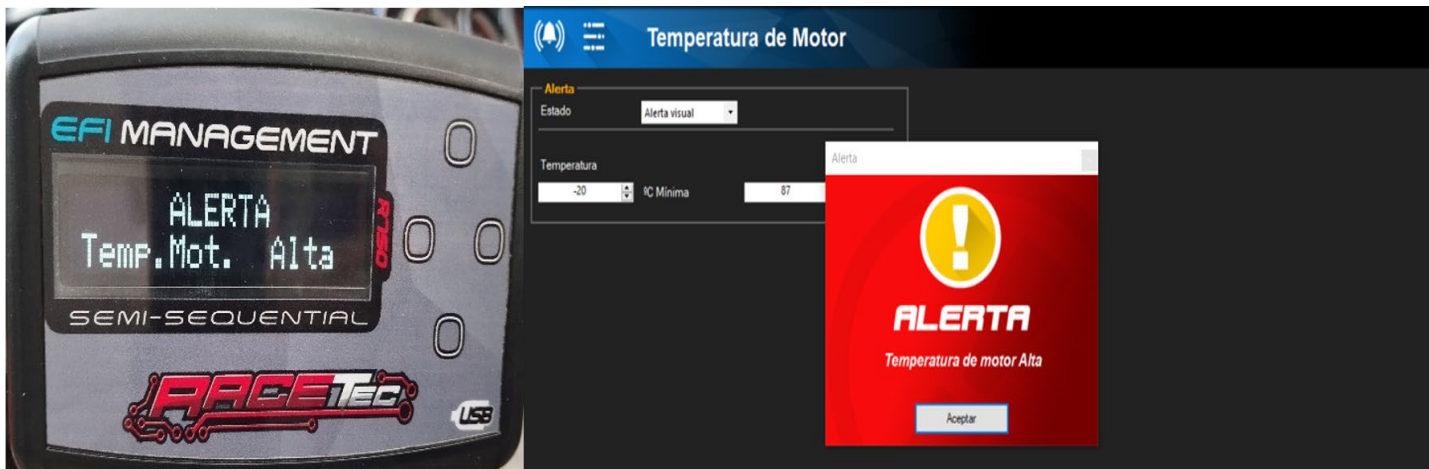
Tipo de corte “Ignición”



Pruebas extras en la programación

Protección y alarma

En esta sección se muestra una prueba como la alarma para la temperatura del motor, la configuración se coloca el valor de temperatura donde se requiere una alarma para que el motor no se sobrecaliente, caso contrario sufre daños severos.

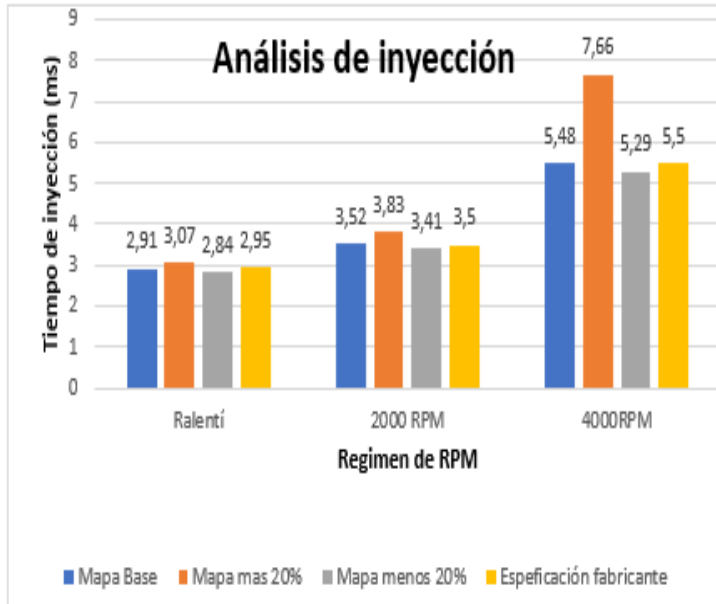


Análisis de resultados

Análisis de inyección



Las pruebas se realizaron en función del mapa base, segunda programación y tercera programación.

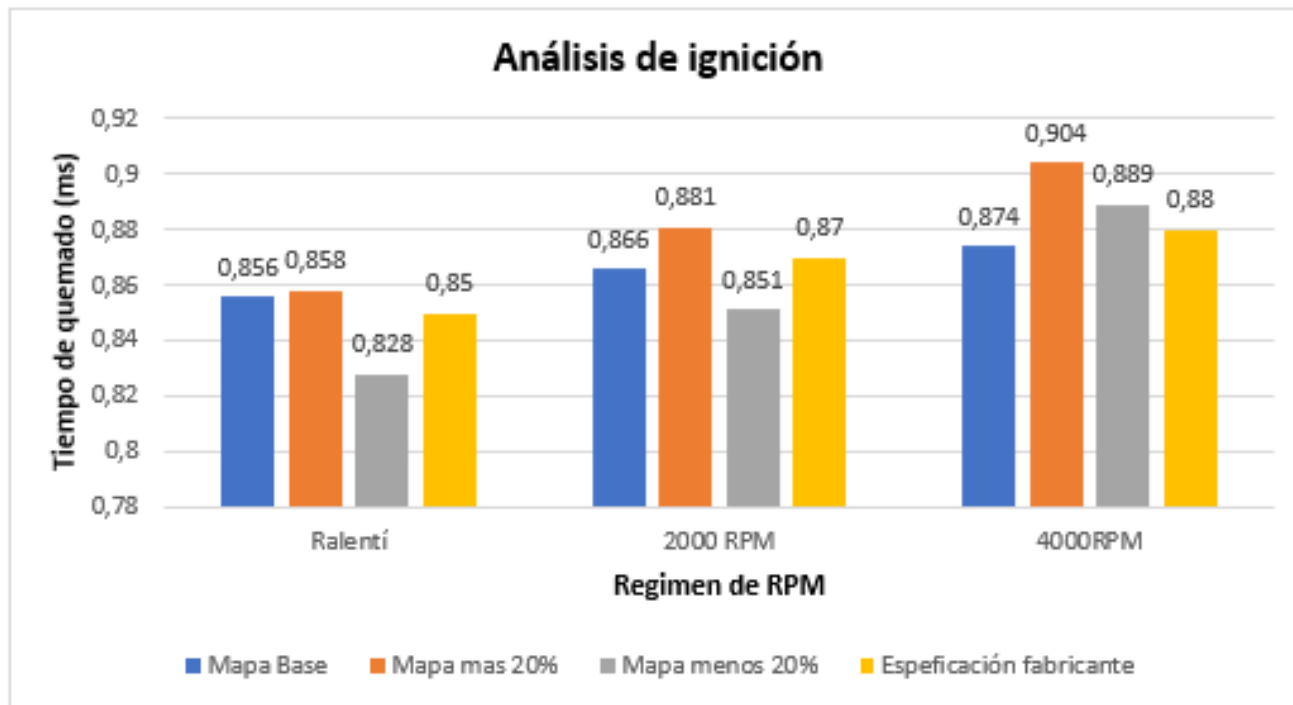


Mapa base	Mapa con más 20% a la EV y más 10% de avance en la chispa al mapa base.	Mapa con menos 20% a la EV y menos 10% de avance en la chispa al mapa base.
$R_{A/C} = 14.74$	$R_{A/C} = 12.73$	$R_{A/C} = 17.10$



Análisis de resultados

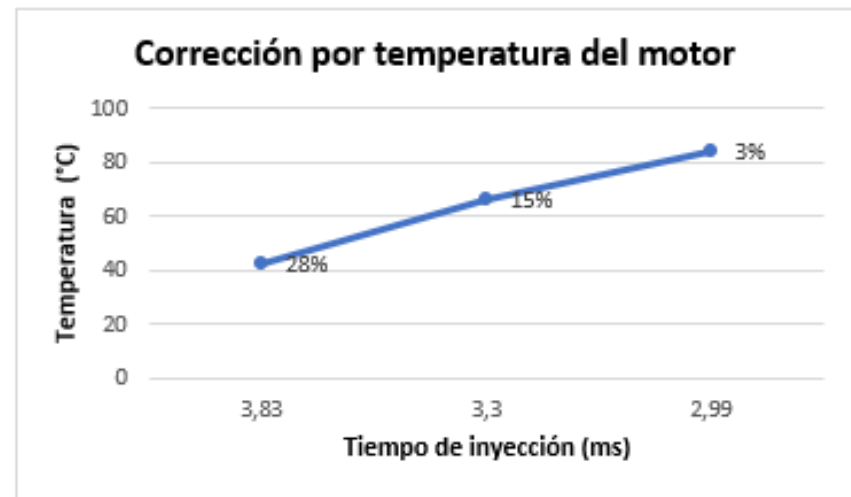
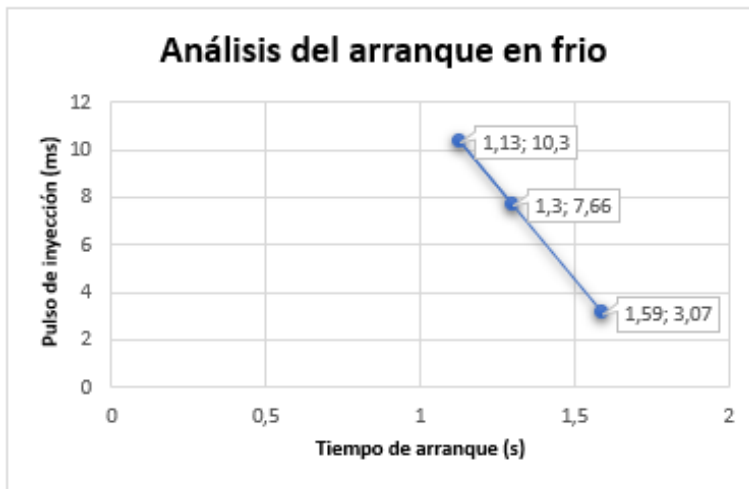
Análisis de ignición



Análisis de resultados

Análisis en funciones extras del software

Es importante definir que las pruebas para el análisis del arranque en frío y la corrección por temperatura del motor se realizaron con el mapa base, dado que no influyen en los mapas principales de inyección e ignición, simplemente afecta a las funciones extras que posee el software.



Conclusiones y recomendaciones



Conclusiones

- La presente investigación se ha concluido que el diseño el circuito eléctrico - electrónico de la ECU programable RaceTec R750 ayudo en su totalidad a determinar las condiciones para realizar la instalación en el motor y obtener resultados esperados.
- Se implementó la instalación del circuito eléctrico del Wideband, al igual que el sensor de oxígeno de banda ancha, como método de comprobación de relación estequiométrica con distintos mapas bidimensionales.
- La unidad de control programable RaceTec R750 distribuye sus pines de una manera muy didáctica, es decir, los subdivide en dos: Ficha A, considera solo voltajes de alimentación y voltajes de señal, por lo tanto, pertenece a los sensores. Ficha B, se relaciona con pines de control de masa en este caso les pertenece a los actuadores, es así, como se aprecia los pines de conexión.
- Se desarrollo tres mapas tridimensionales distintos, en un software externo (Excel) al de la programación, analizando los parámetros adecuados y luego fueron plasmados en los mapas bidimensionales del software RaceTec Manager R750.



- Se modificó el mapa base dos veces para encontrar las dos reprogramaciones, si embargo en los mapas tridimensionales, el de ignición se vio más afectado en altas revoluciones ya que el avance era excesivo con una carga mayor.
- Se diseñó el mapa base de la eficiencia volumétrica a partir de la presión atmosférica que se cuenta en Latacunga, y el método de Corners y se obtuvo resultados en combustión como en ignición muy cercanos al establecido por el fabricante del motor Hyundai S-Coupe 1.5L.



Recomendaciones

- Se recomienda que para cualquier motor que se instale una ECU programable RaceTec R750, se utilice en ajuste de RPM una rueda fónica y bobinas DIS, en lugar de un distribuidor con 4 ventanas y bobina única, ya que los motores con inyección electrónico necesitan mayor voltaje de ignición.
- Al programar se debe considerar las condiciones previas del motor, como especificaciones técnicas del motor, sin embargo, un dato crucial para que el motor desarrolle es el cálculo del ofsset y el caudal total, si esto dos valores no se encuentran bien configurados el motor no enciende con ninguna acción que se ejecute.
- Al manipular el sistema de inyección programable del motor Hyundai S-Coupe 1.5L no desconectar ningún sensor o actuador antes de que se cargue la programación, caso contrario al encender el motor no desarrollará por problemas de sincronía activos.



Recomendaciones

- Se recomienda para empezar un nuevo proyecto de programación guardar el documento en una carpeta externa al que brinda el programa, al no hacerlo los demás archivos dañaran al nuevo proyecto.
- Es de gran importancia apagar el motor al momento de carga una nueva programación, que se puede producir daños muy graves en la unidad de control programable RaceTec R750.
- Se aconseja manipular los valores del software RaceTec Manager con el motor encendido, sin embargo, no modificar los valores $(\pm)25$ del mapa base ya que puede sufrir graves daños mecánicos.
- Es necesario siempre basarse en los valores del Wideband para verificar que las modificaciones o las programaciones que se haga al sistema programable generen una relación estequiométrica de 14.7.



“

*El éxito no está en
vencer siempre sino
en no desanimarse
nunca.*

- Napoleón Bonaparte



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA