



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

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

AUTORES: EVELIN LISSETH LOOR HERNÁNDEZ
GONZALO JAVIER MENDES PADILLA

TEMA: “DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN SISTEMA DE ENCENDIDO DE ALTO DESEMPEÑO, CON ADELANTO PROGRAMABLE DE CHISPA DE UN MOTOR SHERCO 250I-R PARA UN PROTOTIPO DE MOTOCICLETA DE CARRERAS PARA LA COMPETENCIA MOTOSTUDENT 2013-2014”

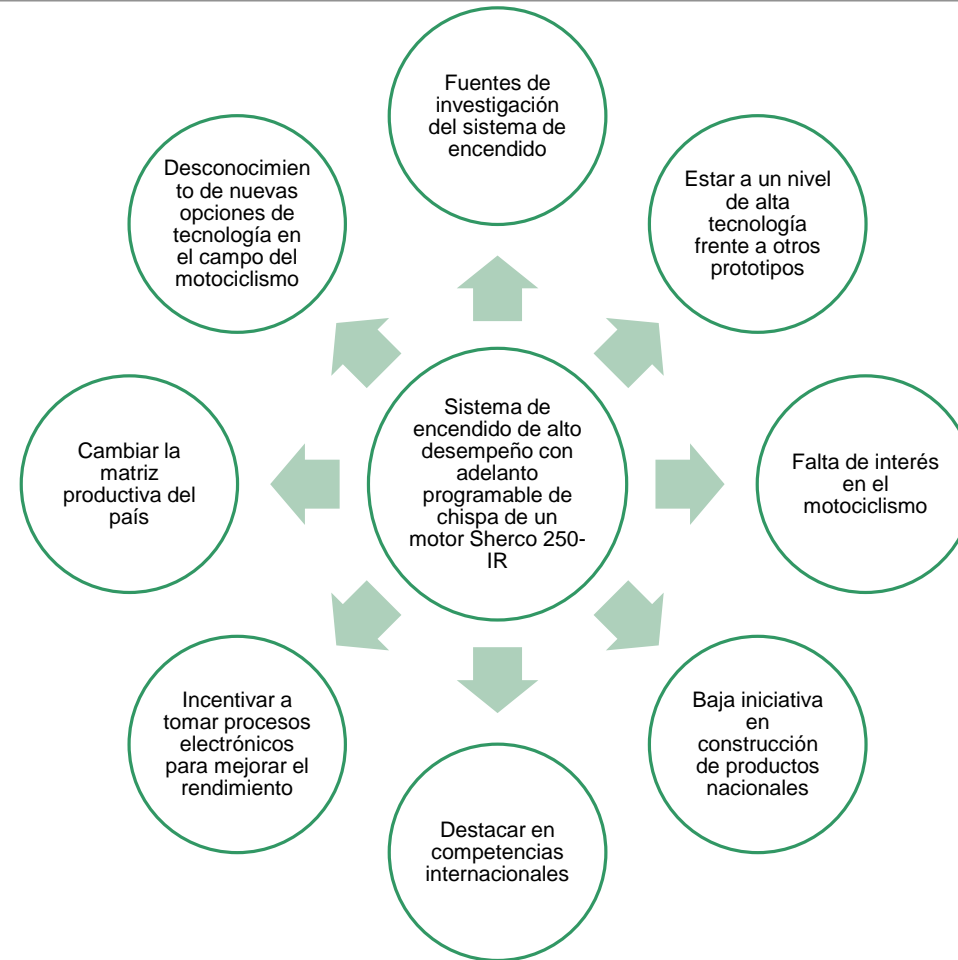
DIRECTOR: ING. LUIS MENA
CODIRECTOR: ING. JOSÉ QUIROZ

RESUMEN

Este proyecto se dirige al diseño y fabricación de un sistema de encendido de alto desempeño de un motor Sherco 250i-R para un prototipo de motocicleta de carreras para la competencia MotoStudent 2013- 2014, enfocándonos en una programación para el recálculo de las curvas características de los sensores de posición del acelerador (TPS) y velocidad del motor (CKP), obteniendo de esta manera un aumento en el rendimiento de nuestro prototipo, debido a que se aprovechara al máximo el avance de la chispa según el ángulo que calcule la ECU con las nuevas curvas características de nuestros sensores.

El proyecto contempla las respectivas pruebas de diseño y normas que se impone en el reglamento de la Organización MotoStudent para la puesta en marcha de este tipo de sistemas electrónicos, por lo cual este tipo de motocicletas de competición, deberá cumplir parámetros específicos para lograr alcanzar un nivel internacional europeo y lograr ser rivales activos del resto de equipos inscritos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



OBJETIVOS:

- GENERAL:

Diseñar y fabricar un sistema de sistema de encendido de alto desempeño, con adelanto programable de chispa de un motor SHERCO 250i-R para un prototipo de Motocicleta de carreras para la competencia MotoStudent 2013-2014

■ ESPECÍFICOS:

- Diseñar el sistema de encendido que permita mejorar el rendimiento del motor.
- Seleccionar los componentes electrónicos para la construcción del sistema de encendido.
- Mejorar el rendimiento de un motor SHERCO 250i-R con la implementación y ejecución de un sistema de encendido de alto desempeño, con adelanto programable de chispa.
- Implementar al prototipo un sistema de encendido de alto desempeño, con adelanto programable de chispa, convirtiéndose en un producto competitivo en la competencia MotoStudent 2013-2014.

METAS

- Incentivar y difundir el motociclismo en pista en el Ecuador.
- Obtener un prototipo eficaz y competitivo frente a competidores internacionales.
- Culminar con la fabricación del prototipo con un alto estándar de calidad, en un plazo de 12 meses.

MOTOCICLETA DEPORTIVA

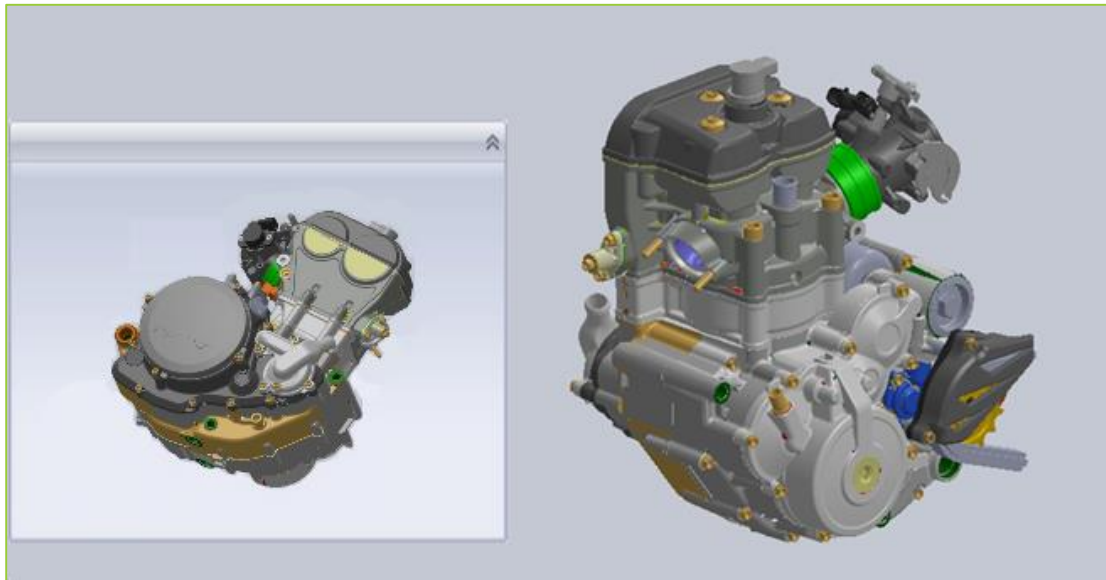
Una característica principal es que en su mayoría van equipadas de un carenado con la finalidad de mejorar su aerodinámica, dando como resultado altas velocidades (250Km/h aprox.); su eficiencia aumenta al tener una excelente relación peso potencia; todas estas ventajas son el resultado de la combinación de un motor de alto cilindraje con una construcción de materiales ligeros.

La posición de conducción de la motocicleta deportiva es altamente ofensiva para que el conductor se concentre en formar un solo cuerpo entre la motocicleta y el conductor.



MOTOR

SHERCO 250i-R



Motor	4 tiempos, DOHC, 4 válvulas tecnología Sherco
Refrigeración	Líquida con circulación forzada
Cilindrada	250 cc
Diámetro / Carrera	78 mm x 52,2 mm
Alimentación	Inyección electrónica digital Magnetti Marelli
Arranque	Sistema único de arranque eléctrico
Batería	12V / 7Ah
Encendido	Alternador Ducati energía de 150W
Caja Cambio	Secuencial de 6 velocidades
Transmisión Primaria	Engranajes
Transmisión Secundaria	Cadena
Embrague	Hidráulico, multi-disco en baño de aceite
Escape	Tubo de acero inoxidable con silenciador de aluminio con catalizador

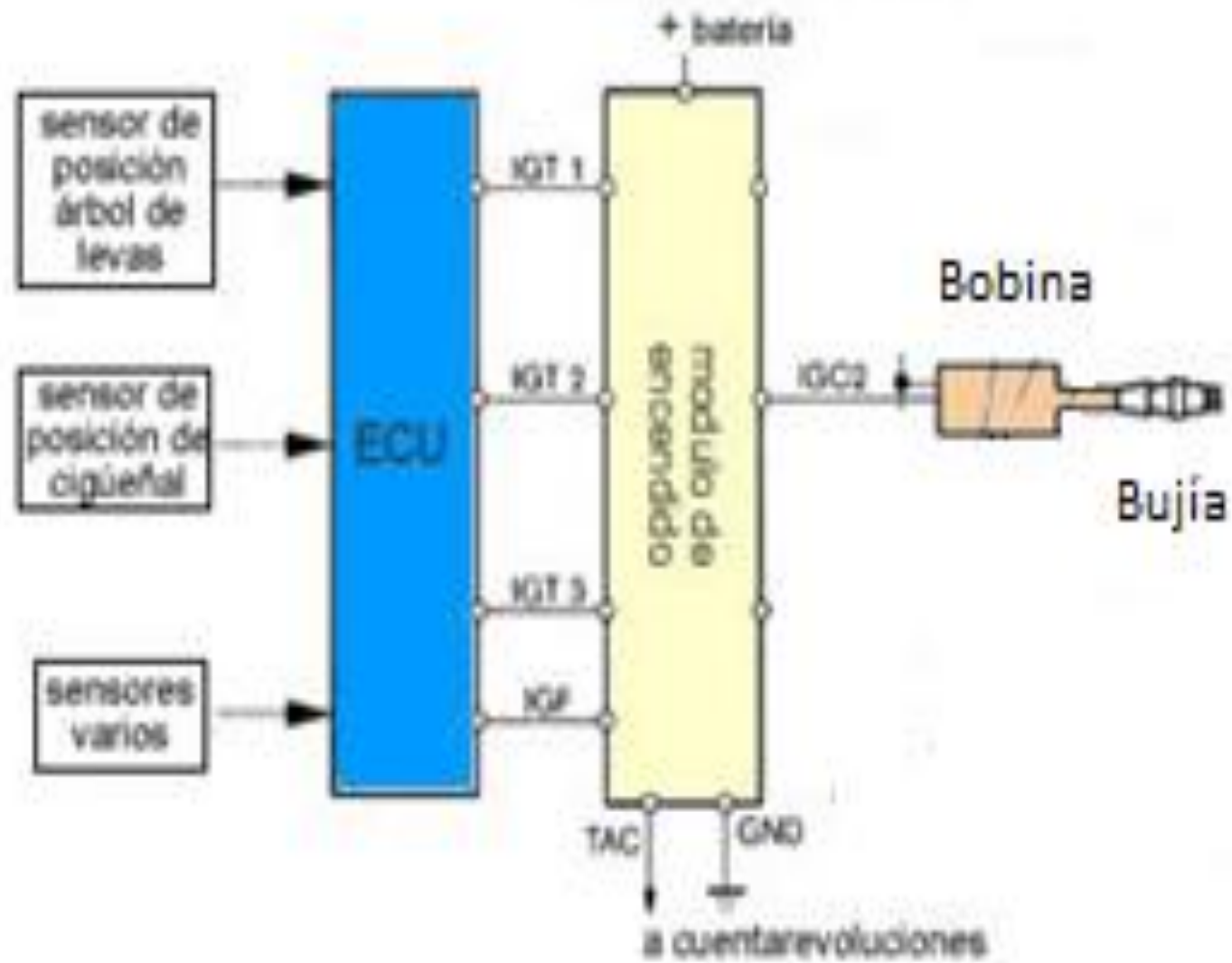
SISTEMA DE ENCENDIDO DIS (Direct Ignition System)

Conocido también como Sistema de Encendido Sin Distribución trabaja conjuntamente con el Sistema Electrónico del motor, es decir, con la ECU y las señales recibidas de los sensores acerca de las condiciones de funcionamiento del motor.

VENTAJAS

- Mayor tiempo de generación de corriente en el campo magnético de la bobina, mejorando así la eficiencia de la chispa para inflamar la mezcla.
- Se reduce las interferencias eléctricas del distribuidor, mejorando de esta manera la fiabilidad en el funcionamiento del motor.
- Reducción de cableado eléctrico debido a que su ubicación va siempre cerca de la bujía.
- Se controla de mejor manera el encendido ya que se puede jugar con el avance al encendido con mayor precisión.

Esquema eléctrico



COMPONENTES BÁSICOS

BATERIA

La batería es la fuente de alimentación de cada uno de los circuitos de nuestro motor, y es la fuente principal de corriente del motor de arranque.



BOBINA

El trabajo que hace la bobina es transformar la corriente almacenada de la batería de 12V a una corriente mucho más alta, aproximadamente unos 45 000 V, necesarios para el salto de la chispa de las bujías



BUJÍA

Función principal encender la mezcla (aire-combustible), la calidad de este encendido influye en el correcto funcionamiento del motor tanto para el buen rendimiento como para la eficiencia del motor y también disminuirá la contaminación ambiental.



CABLEADO

Son los encargados de llevar la tensión a cada uno del componente del mismo sistema, y deben tener la capacidad de no producir pérdidas de tensión, hay que tener en cuenta que en el sistema de encendido se maneja tensiones de hasta 36000V

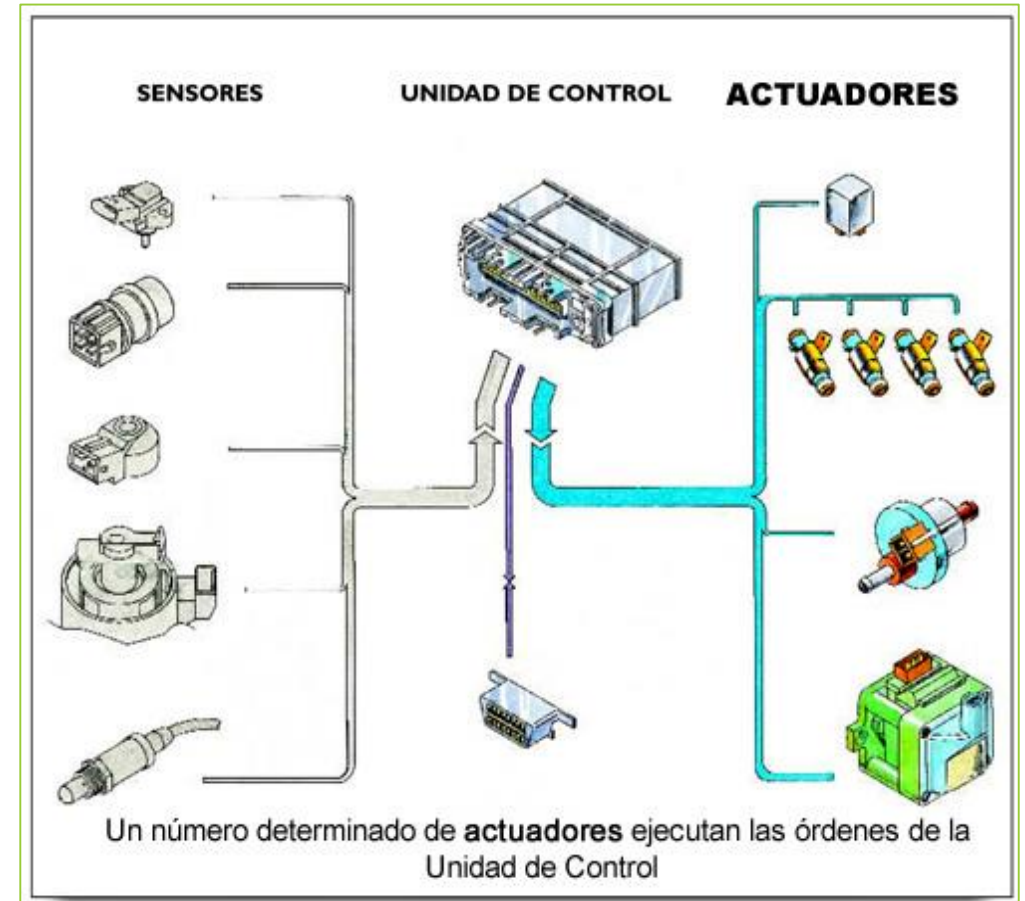


COMPONENTES ELECTRÓNICOS:

Computadora ECU:

Es el elemento electrónico más importante del sistema electrónico ya que gobierna todos estos sistemas; la inyección electrónica, sistemas de encendido, transmisión (control de tracción), suspensión activa, frenos ABS, alumbrado, accesorios, entre otros.

Recibe la información o señales eléctricas de los sensores, analizándolas y enviando la información modificada a los actuadores, mejorando de esta manera el rendimiento y un correcto funcionamiento de nuestro vehículo.



SENSORES:

SENSOR DE POSICIÓN DEL ÁRBOL DE LEVAS (TPS):

Este sensor es un potenciómetro (a medida que la válvula de aceleración se abre la tensión de señal aumenta), y los voltajes de señal y tierra son recibidos de la ECU. Su funcionamiento es en conjunto con la mariposa del acelerador, y es así, que por los valores recibidos la ECU sabe exactamente la posición del acelerador.

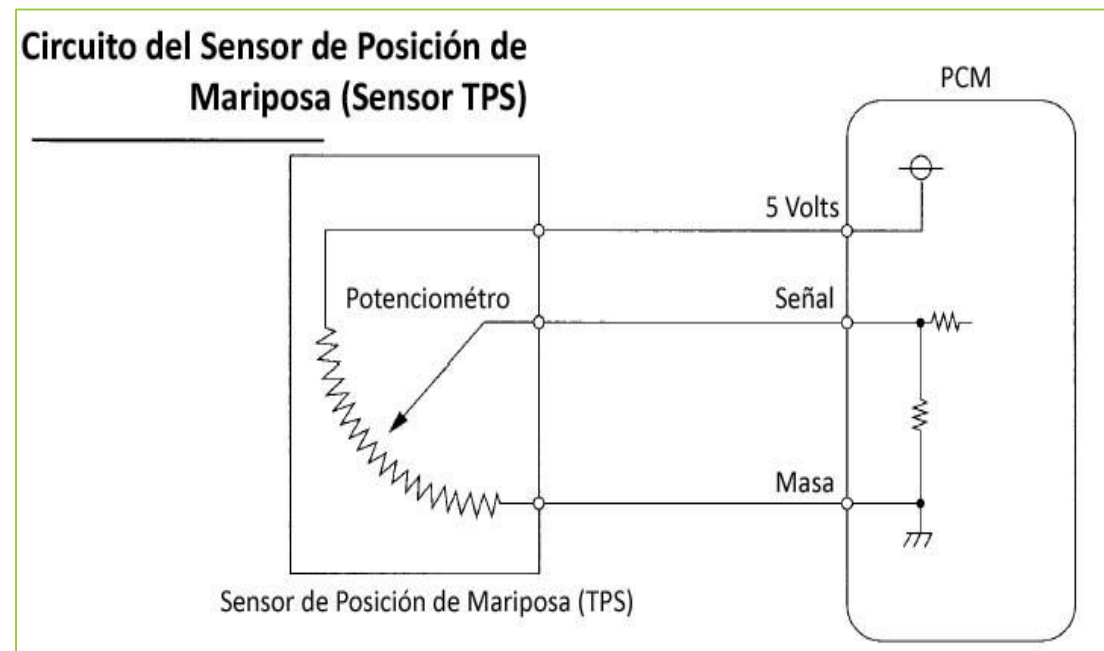
- Acelerador cerrado (ralentí)
- Acelerador parcialmente en neutro (cruce)
- Acelerador abierto (aceleración intensa o altas velocidades)

Determinando la corrección adecuada de la mezcla aire-combustible, avance de la chispa de encendido, incremento de potencia del motor o si fuera el caso realizar el corte de combustible correspondiente entre otras condiciones.

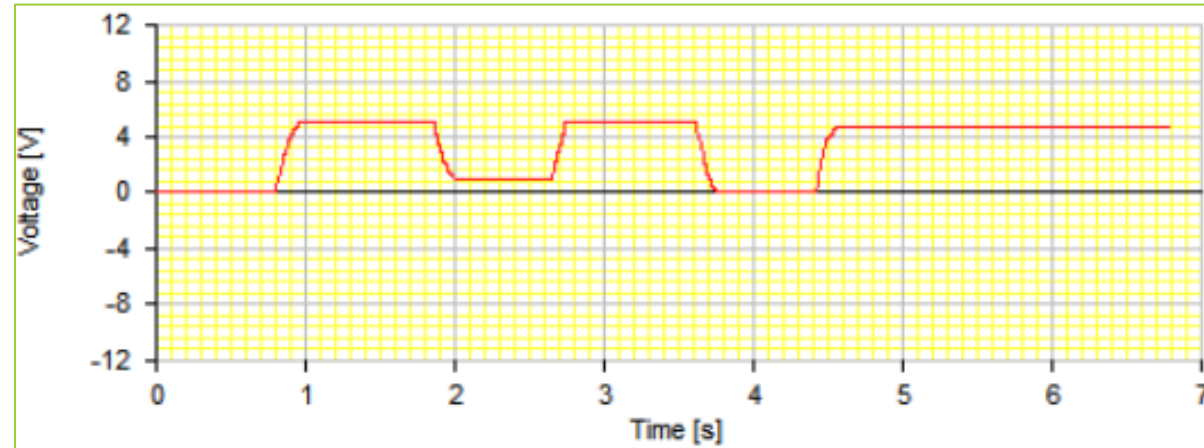


Características:

Este sensor cuenta con tres terminales, los cuales son:



Curva característica:



CABLES	MEDICIÓN			
	Contacto	V. min	V. media	V. máx.
MASA	0,5 V	0,50 V	0,5 V	0,5 V
SEÑAL	0,76 V	235,4 V	2,14 V	3,5 V
ALIMENTACIÓN	4,99 V	4,99 V	4,99 V	4,99 V

SENSOR DE VELOCIDAD DEL MOTOR (CKP)

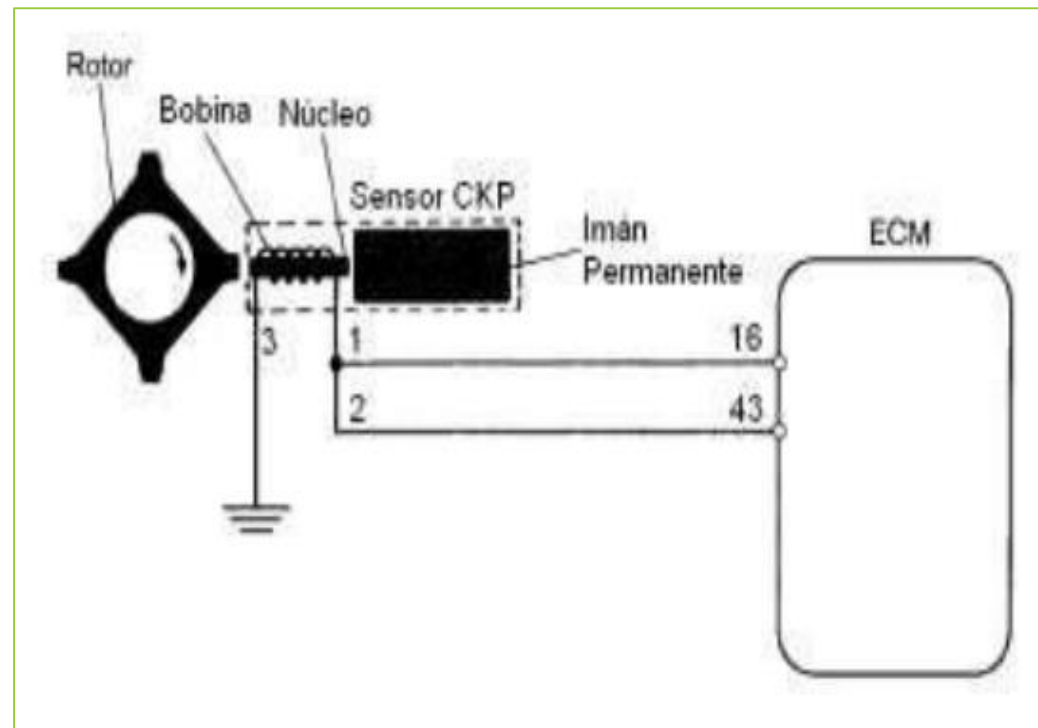
El correcto funcionamiento del motor depende de una sincronización del encendido y tiempo de inyección, para eso la ECU debe estar al tanto del estado del giro del cigüeñal, determinando tanto la posición del cigüeñal como la velocidad de régimen (rpm).

El sensor CKP es un dispositivo de efecto Hall o Reluctancia Variable que registra la velocidad del motor y la posición del cigüeñal; formado por un imán permanente al cual esta enrollado una espiral. Cerca de este sensor se encuentra una rueda dentada (volante), cuando el volante gira cerca del sensor rompe la línea de fuerza generadas por el imán permanente y se induce una tensión en la bobina del sensor, estos sensores miden el ángulo descrito o espacio recorrido por unidad de tiempo.

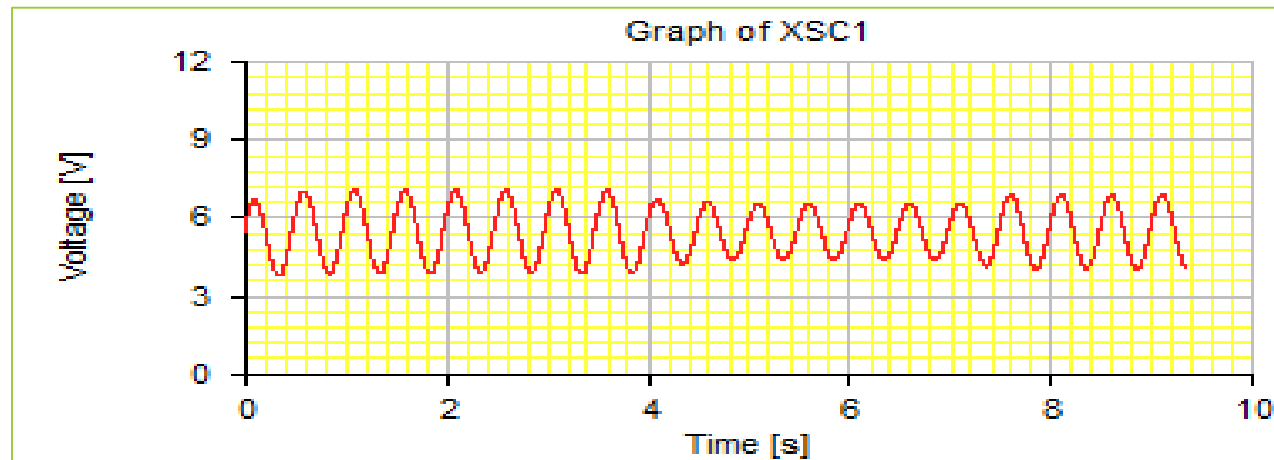


Características:

Este sensor cuenta con dos pines, una señal de referencia REF y un voltaje; la tierra es el cuerpo del sensor.



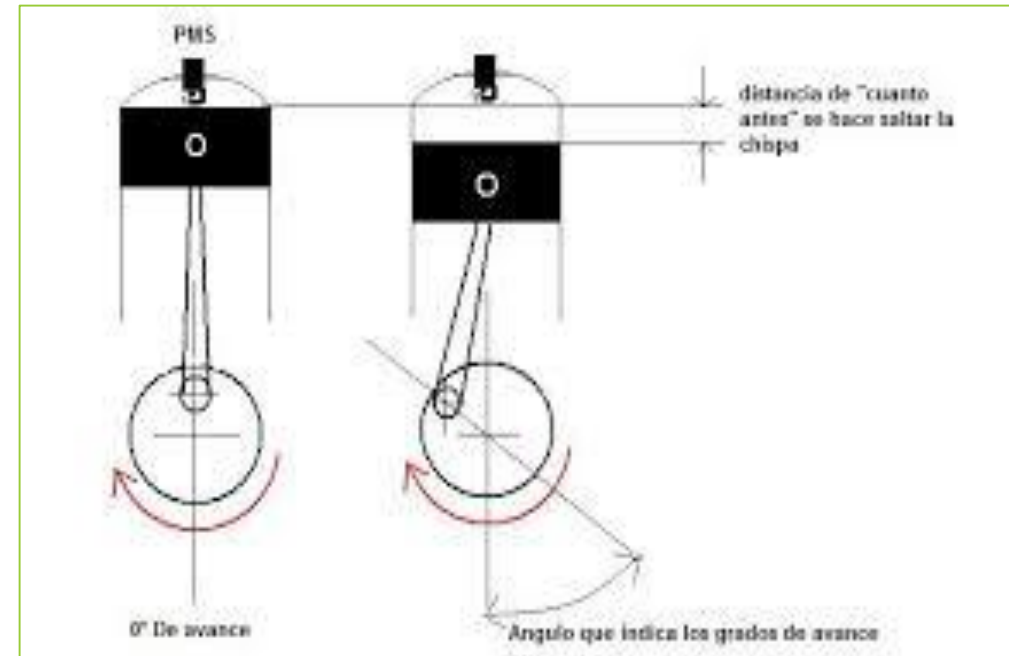
Curva característica:



Este sensor trabaja con un voltaje de 0,08V a 4,8V

AVANCE AL ENCENDIDO

- La importancia del avance al encendido es aprovechar al máximo la presión (trabajo) provocada por el encendido de la mezcla aire-combustible, y evitar una pérdida importante de rendimiento del motor por un incorrecto salto de la chispa en un tiempo no adecuado.
- La necesidad de implementar este control de avance de la chispa se debe a los tiempos reales del motor, es decir, al ser fracciones de segundo los que el pistón se encuentra en el PMS; si la chispa de la bujía saltara justo en el momento, y se toma otra fracción de segundos inflamarse la mezcla, la expansión se completaría con el pistón descendiendo y de esta manera se restaría efectividad de los gases combustionados que impulsan.

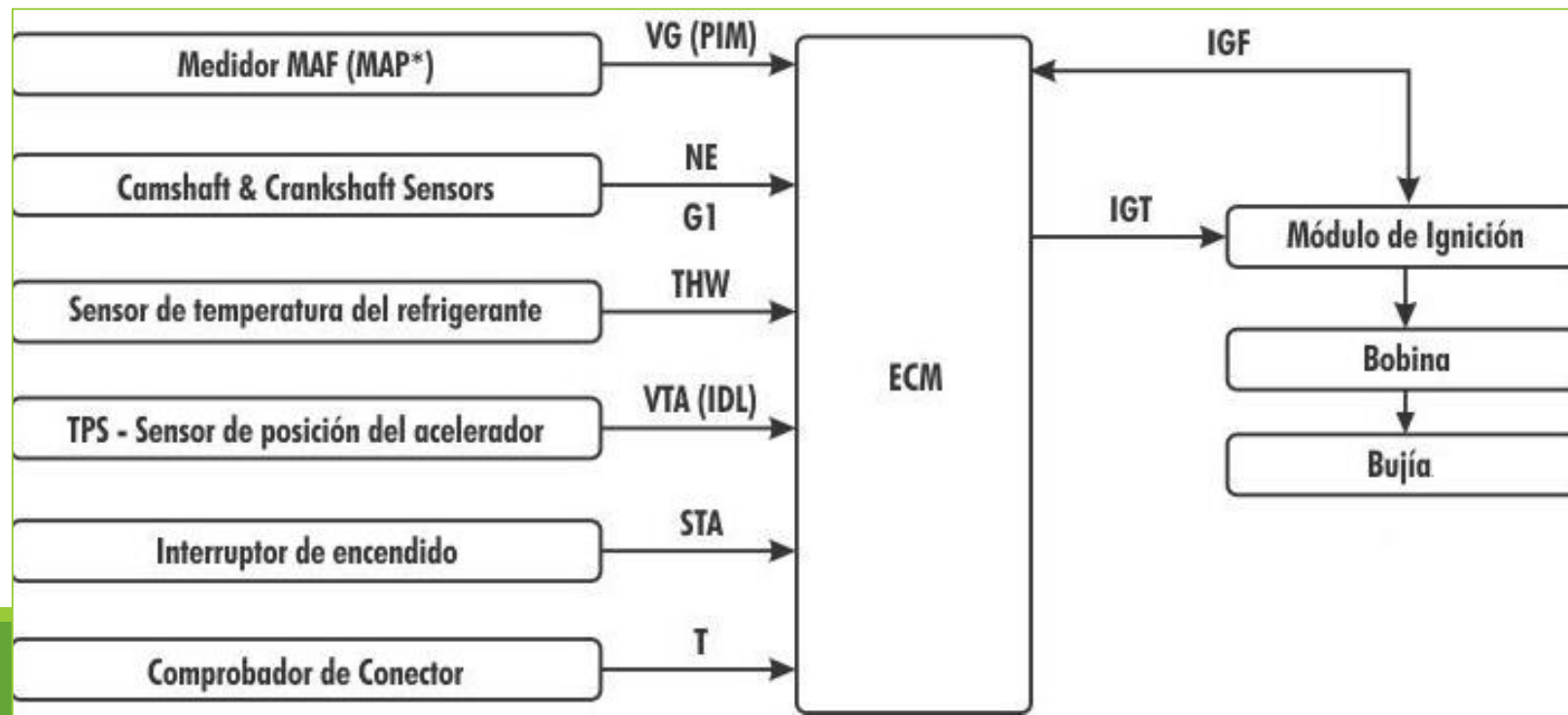


Nota:

- Hay que tener en cuenta que cuanto mayor sea la cilindrada unitaria del motor, se necesitara un ángulo de avance mayor, ya que el retraso en la combustión de los gases es proporcional a la cantidad de los gases que ingresan a la cámara.
- Sin embargo este ángulo de adelanto de la chispa no puede ser excesivo porque si se hace demasiado pronto la explosión empujara el pistón antes de alcanzar el PMS y por tanto intentara que el motor gire en dirección contraria a la habitual, esta situación donde el avance de encendido es demasiado grande recibe el conocido nombre de “picar biela”.

Sistema Electrónico de Avance de la Chispa

En estos tipos de sistemas es casi ideal, debido a que la ECU determina el tiempo de ignición variando únicamente entre 10° y 15° , basándose principalmente en la entrada de las señales de los sensores, a la vez que cuenta con datos del tiempo de ignición guardados en su memoria interna según condiciones de funcionamiento del motor, una vez determinado este tiempo por la ECU, está envía la señal de sincronización de ignición y se produce el salto de la chispa



Como factores principales también se toma en cuenta la velocidad del motor y la presión del múltiple de admisión, es decir, cuando la velocidad del motor es alta, la ignición (salto de la chispa) debe ser antes, y cuando la velocidad es baja la ignición debe ocurrir más delante de la llegada del pistón al PMS, a la vez: la forma de la cámara de combustión, temperatura dentro de la cámara de combustión, entre otros. Por todo esto es necesario un control electrónico para que el tiempo de ignición sea el ideal para nuestro motor

DISEÑO Y FABRICACIÓN

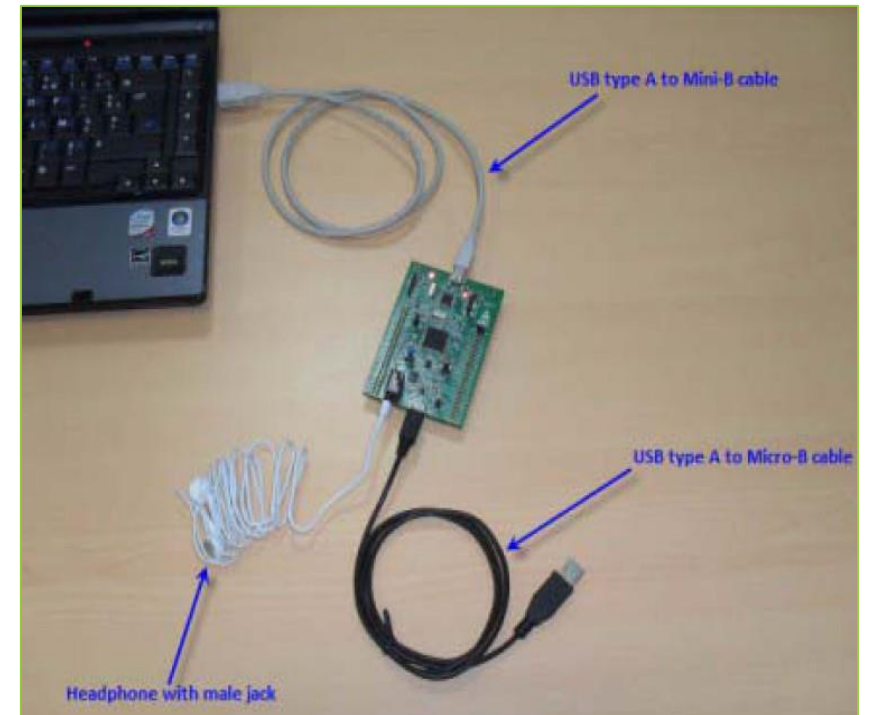
■ TARJETA ELECTRÓNICA STM32F4 Discovery

Es una tarjeta con las mismas características de los Microcontroladores, es decir, se guardara una programación para su ejecución según las necesidades del usuario, sin embargo esta tarjeta tiene más componentes y el lenguaje que se puede utilizar queda al criterio de sus usuarios ya que es una tarjeta interactiva.



MODO DE COMUNICACIÓN

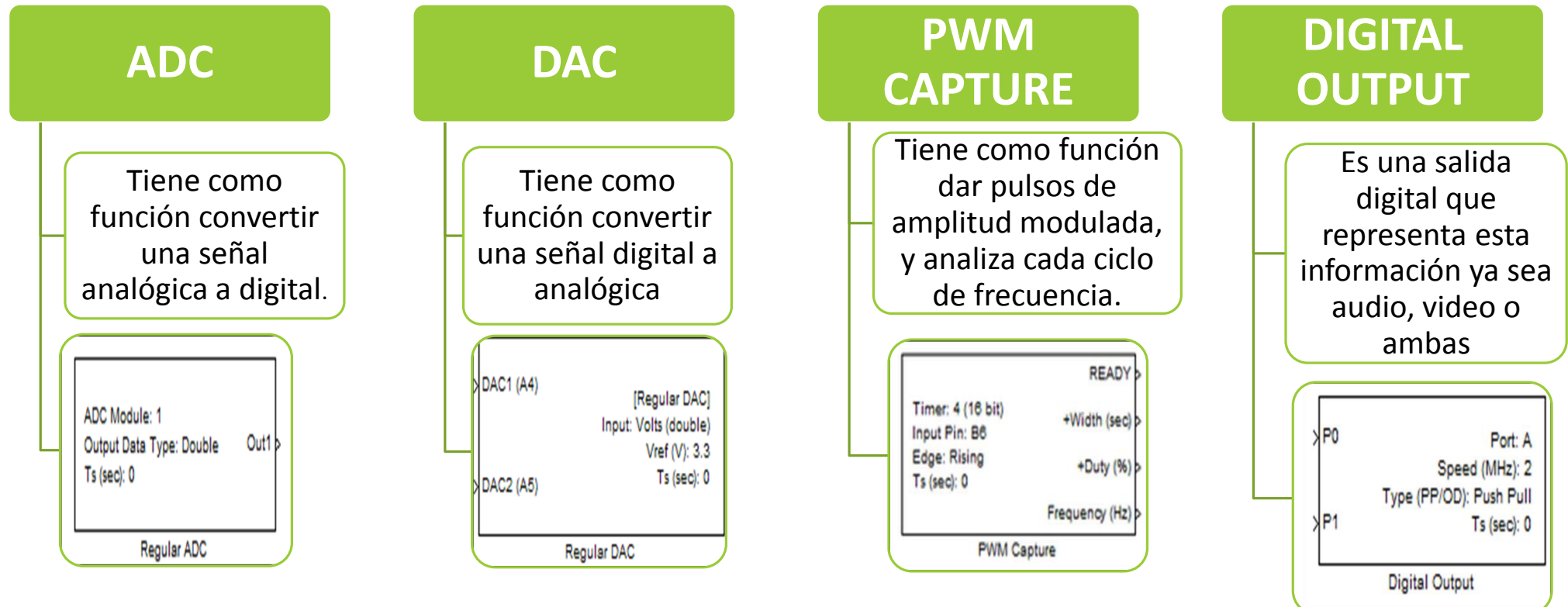
- ✓ Una computadora con cualquier procesador
- ✓ Cable USB tipo A Mini-B, utilizado para alimentar la placa (a través del conector USB CN1) desde el PC y conectarse al ST-LINK/V2 para depuración y programación.



■ MATLAB-SIMULINK

- Permite construir y simular modelos de sistemas físicos y de control mediante diagrama de bloques, y los mismos son definidos en nuestro caso mediante funciones de transferencia.
- Este lenguaje de programación se basa en la interconexión de diagramas en forma de bloques.
- Esta herramienta es utilizada en su mayoría para una ingeniería de control, debido a que posee una serie de utilidades facilitando la visualización, análisis y guardado de los resultados de simulación.

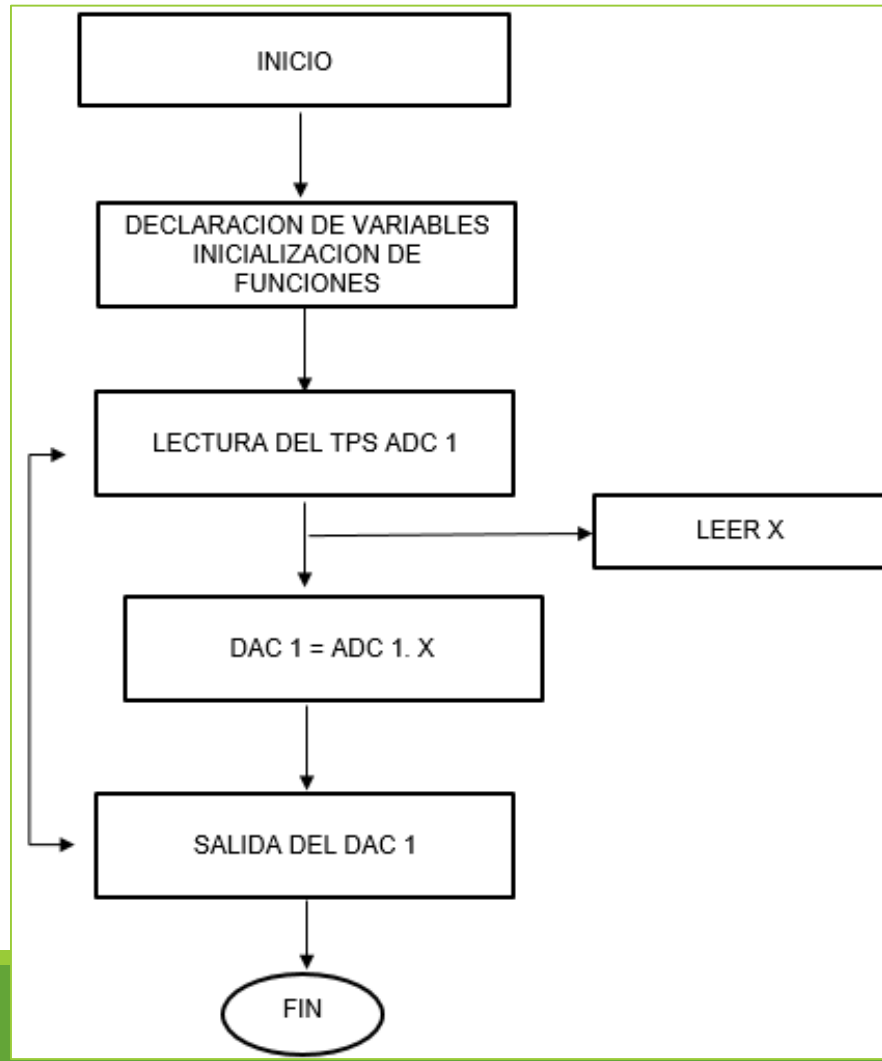
Periféricos (bloques) del microcontrolador que vamos a utilizar para nuestro sistema de encendido:



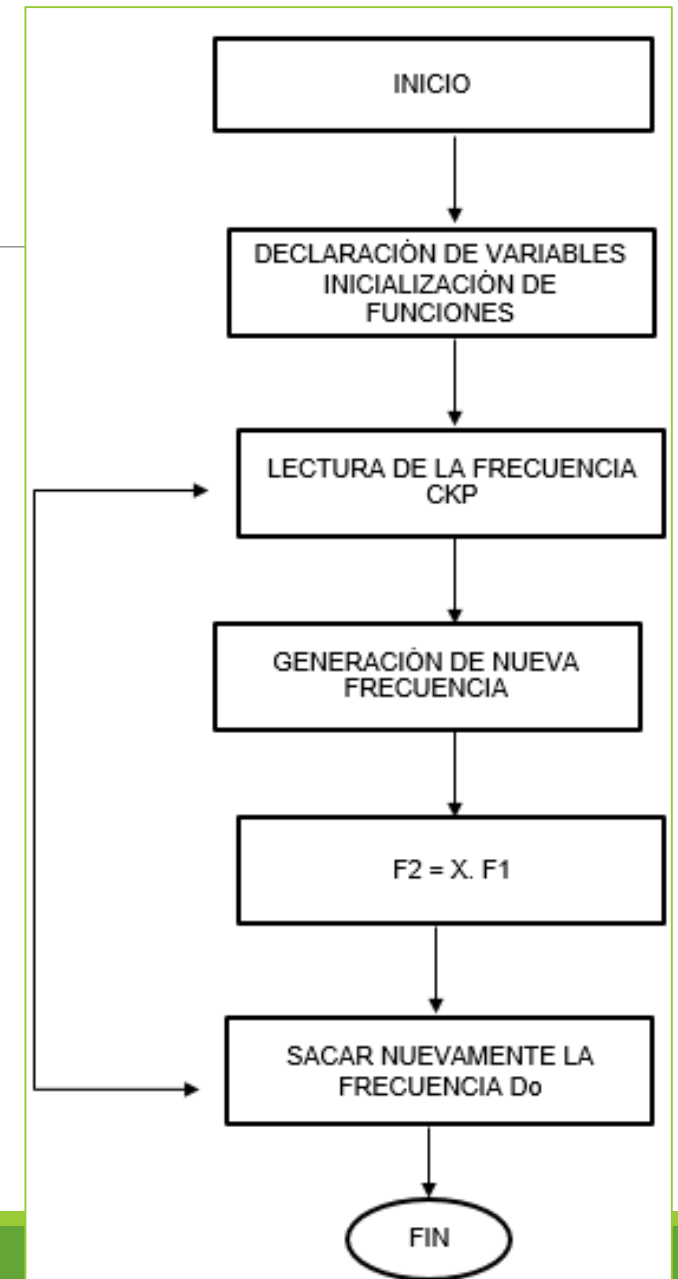
PROGRAMACIÓN

FLUJOGRAMAS:

TPS:



CKP:



Wajung: 14.05a
 Compiler: GNU ARM
 MCU: STM32F407VG
 Auto Compile Download: ON
 Full Chip Erase: OFF
 Auto run app: ON
 Execution Profiler: None
 Base Ts (sec): 0.0001

Target Setup

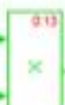
LECTURA TPS



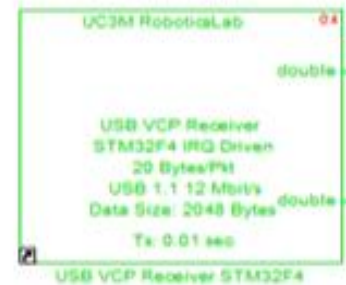
CAMBIO A VOTIOS



GANANCIA TPS

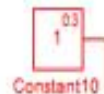


SALIDA DE VOLTAJE TPS

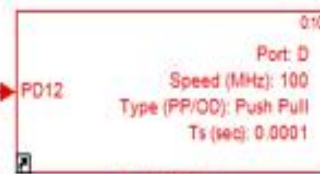
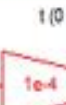


LECTURA FRECUENCIA CKP

GANANCIA FRECUENCIA CKP



CALCULO FUNCION CUADRADA

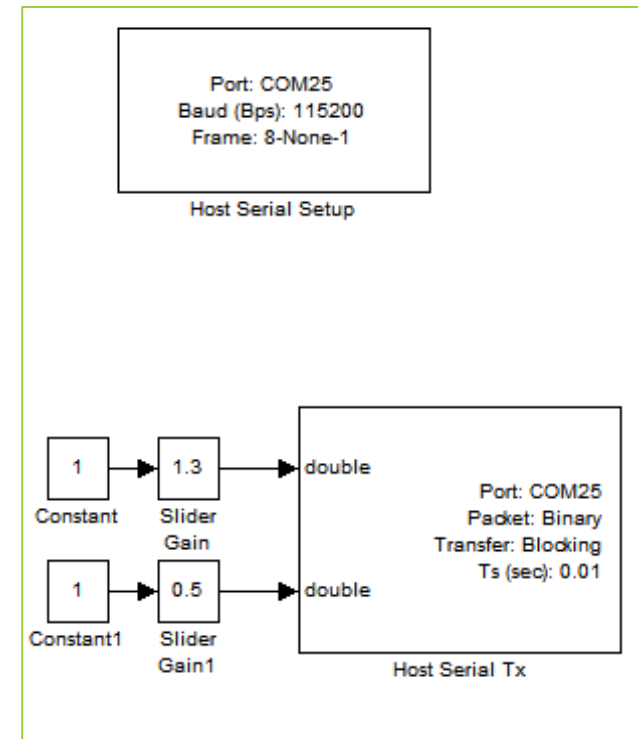


SALIDA DE FRECUENCIA CKP

DESCRIPCIÓN:

En esta programación lo que se hace es recibir la señal de los sensores, por lo que se utiliza un bloque ADC que nos ayuda a transformar la señal recibida, paso seguido viene el bloque de ganancias de nuestros sensores, en esta parte lo que se hace es multiplicar por una variable x , y cuyo valor está a criterio de nosotros, finalmente existe un bloque DAC de salida en unidades apropiadas para la visibilidad de nuestra curva características, y para esto utilizamos un bloque PWM CAPTURE. En el sensor CKP lo que aumenta es el cálculo de la curva (cuadrada).

Lo único que se hace en esta programación es utilizar un bloque Digital Output que sirve para tener el control de nuestra variable X, y de esta manera acondicionar la señal de los sensores según nuestras necesidades.



PRUEBAS:

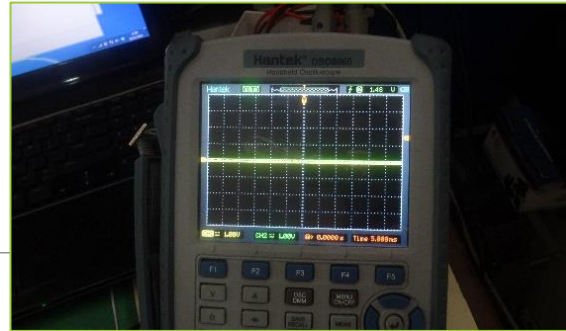
- Transferencia de la programación a nuestra tarjeta electrónica STM32F4 Discovery.



- Conexión con el osciloscopio.



- Simulación de las curvas características del TPS.



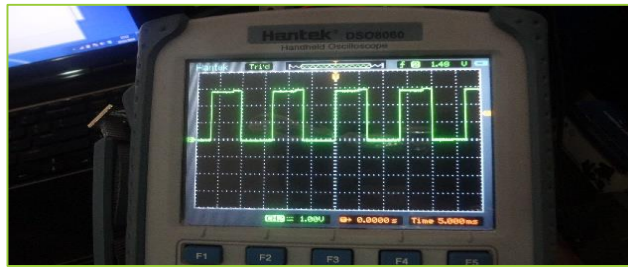
No acelerado



Levemente acelerado

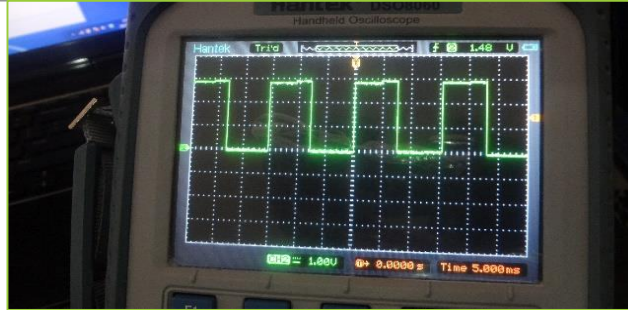


Totalmente acelerado



Señal original

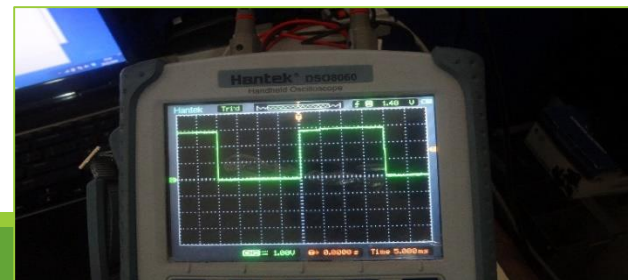
- Simulación de las curvas características del CKP.



Aumento del 25%



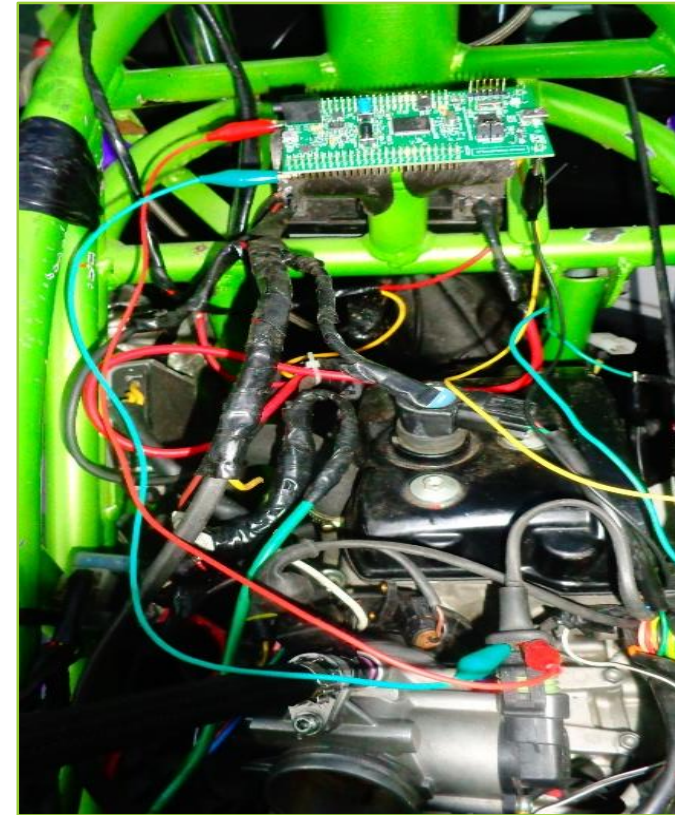
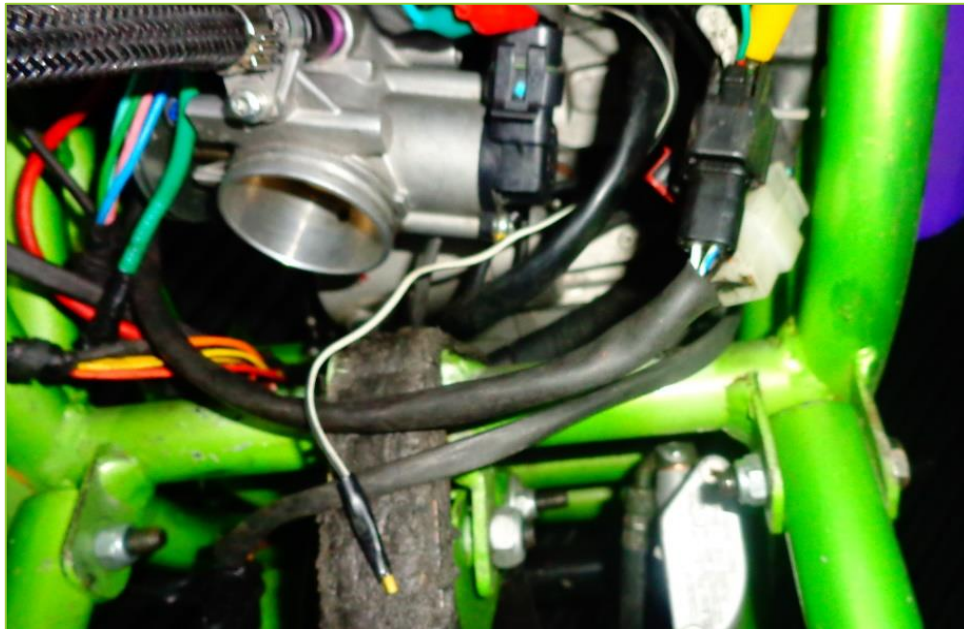
Aumento del 50%



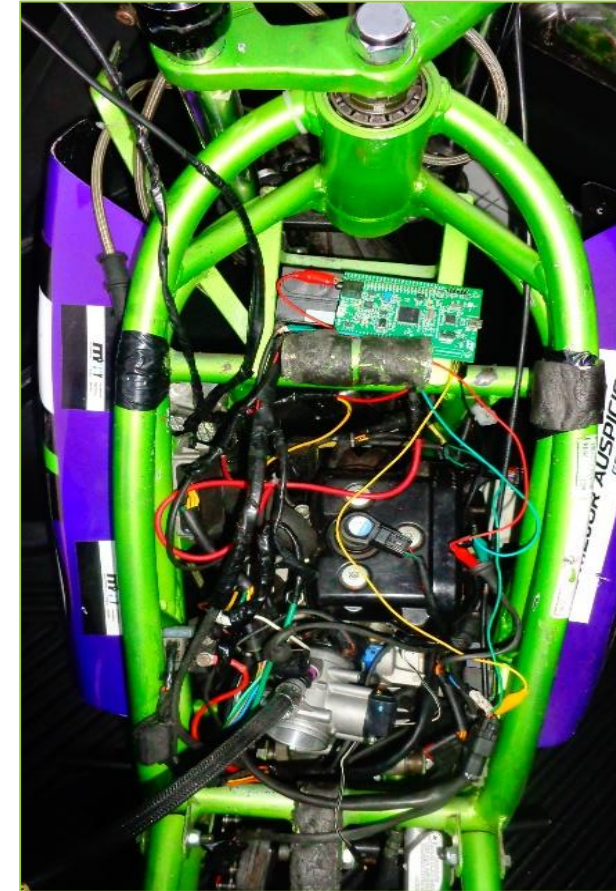
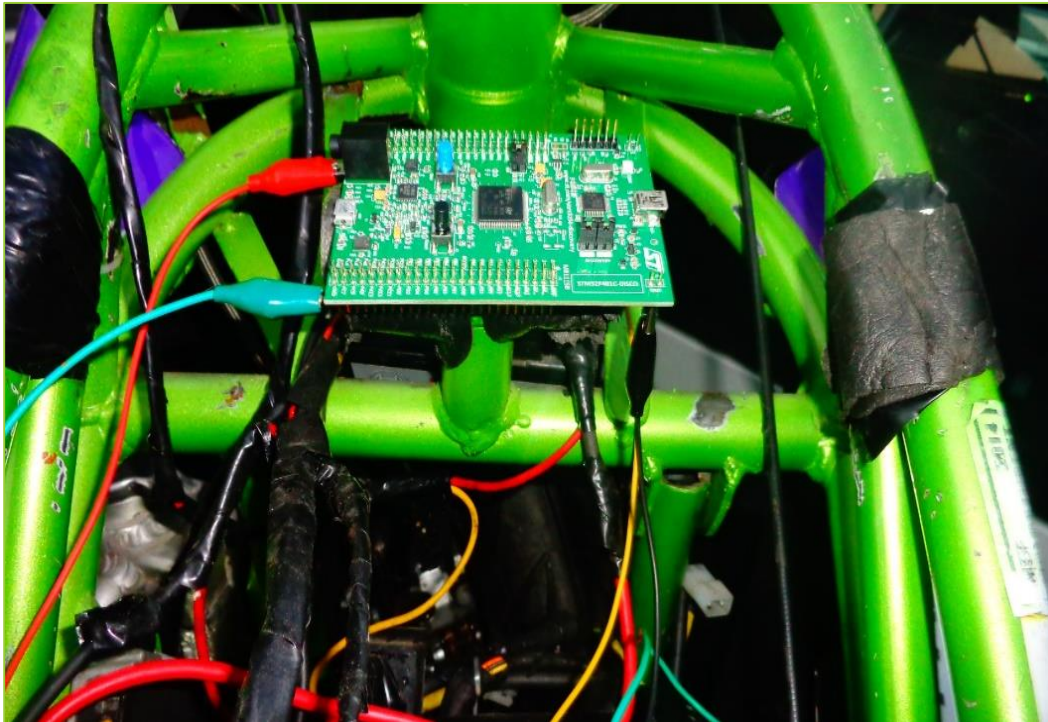
Aumento del 100%

IMPLEMENTACIÓN AL PROTOTIPO

Conexión en lo Sensores CKP y TPS:



Conexión con la tarjeta electrónica:



El objetivo principal de nuestro circuito eléctrico es simular las curvas características de los sensores CKP y TPS , no afectando al funcionamiento de nuestro motor y teniendo una variable de frecuencia para poder variar el mismo, con el objetivo de mejorar su rendimiento.



COMPETENCIA

Ubicación en los paddock



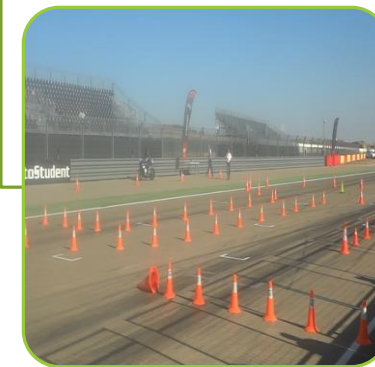
PRUEBAS ESTÁTICAS



PRUEBAS DINÁMICAS



PRUEBAS DE INCLINACIÓN, FRENADO Y ACCELERACIÓN



PRUEBA DE MECÁNICOS



Se califico: proyecto de industrialización, como de diseño, y se presentó cada uno de los proyectos de innovación, el cual se incluyeron:

- Sistema de encendido de alto desempeño.
- Tablero por telemetría.
- Un sistema de suspensión McPherson.



Al lograr buenas calificaciones y haber aprobado el cumplimiento del reglamento se corrió la carrera final:



RESULTADOS DE LA COMPETENCIA

Nuestra participación obtuvo los siguientes puestos:

- **Tercer** lugar en innovación:
- **Quito** lugar en proyecto de industrialización:
- **Onceavo** lugar en diseño:



CONCLUSIONES

- Se diseñó, construyó e instaló un sistema de encendido de alto desempeño para la determinación de un correcto ángulo de avance de la chispa, incrementando de esta manera el rendimiento del motor Sherco 250i-R.
- Debido a que podemos interactuar con las curvas de señal de los sensores de posición de árbol de levas (TPS) y el sensor de velocidad (CKP), la ECU determinara un ángulo de avance específico para nuestras necesidades, bajo parámetros impuestos por nosotros mismos.
- El ángulo de avance puede variar únicamente entre 10° y 15° , debido a que si este valor aumenta o disminuye tendremos dificultades en el rendimiento del motor.
- Con tarjeta electrónica STM32F4 Discovery con una programación adecuada hace la función de los sensores, evitando problemas con la interpretación de valores de la ECU.

RECOMENDACIONES

- Las pruebas que se realizan se deben hacer en un lugar apartado y con mucho tiempo de anticipación para poder hacer cambios necesarios si así lo amerita hasta lograr obtener el resultado requerido.
- Nuestro motor al ya contar con una conexión eléctrica, es necesario verificar el diagrama eléctrico para proceder a realizar la re-conexión de nuestro módulo y de esta manera evitar cualquier daño que se puede ocasionar.
- Utilizar materiales adecuados para la re-conexión de sistema de encendido, y así evitar que se dé un corto circuito, ya sea por una masa mal ubicada o una mala toma de fuente de alimentación.
- Tener en cuenta el estado de los fusibles utilizados, ya que son los únicos componentes que nos dan la seguridad de que no se dañen nuestros componentes electrónicos por aumento de corriente.
- La ubicación del nuevo sistema de encendido debe ser estratégica, para evitar que se desubique y produzca complicaciones al momento de la carrera.
- Cada uno de los cables que salen de nuestra tarjeta y unidos al socket de los sensores deben ser soldados previamente con estaño para evitar la desconexión debido a la vibración de nuestra motocicleta.

GRACIAS

