



UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE DE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

**MANUAL DE MAQUETA DE DIAGNÓSTICO SISTEMA ELECTRICO MOTOR
CATERPILLAR C175**

Trabajo de Titulación para optar
al Título de Técnico Universitario
en
MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Alumnos:

Carlos Alfredo Lagos Libano.

Joaquín Alejandro Cofre Veliz.

Profesor Guía:

Sr. Roberto Leiva I.

2023



RESUMEN

Keywords: CATERPILLAR C175- ECM- SENSORES- FINNING- DIAGNÓSTICO-
SIMULADOR DE FALLAS- INYECTOR- PLANOS- MULTITESTER-.

En el presente informe se entregarán antecedentes sobre el funcionamiento de sensores caterpillar, específicamente de los sensores críticos de un motor C175 CAT, con la entrega de esta información se busca que el informe sirva de guía y apoyo para el estudio del motor en cuestión, como también para la construcción de una maqueta.

Para llevar a cabo el informe se realizó una investigación donde se recopiló información mediante artículos digitales y estudios previos encontrados en la web, como también por contactos directos con personal autorizado de Finning Caterpillar, lo que permitió a los autores el poder explicar de mejor manera cómo funciona la ECM del motor C175 el cual es usado en la serie F de camiones Caterpillar.



INDICE

RESUMEN	2
INTRODUCCIÓN	7
OBJETIVO GENERAL	7
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
Normas de Seguridad	8
Capítulo 1: “Características Técnicas”	9
1.1 Motor C175	10
1.1.1 ECM (Módulo de Control Electrónico)	11
1.2 ENTRADA DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DEL MOTOR.	11
1.2.1	11
1.2.2	11
1.2.3 red can motor c175	12
1.2.4 sistema de inyección electrónica motor c175	14
1.3 SALIDA SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO.	15
1.4 Sensores	16
1.5 Tipos de sensores	17
1.5.1 Sensores de frecuencia	17
1.5.2 Sensores PWM (digital).	17
1.5.3 Sensores análogos.	17
1.5.4 Sensores análogos digitales.	17
1.6 SENSORES ENCONTRADOS EN LA MAQUETA	18
1.6.1 Sensor de temperatura de aire	18
1.6.2 Sensor de presión atmosférica	18
1.6.3 Sensor de velocidad del cigüeñal	18
1.6.4 Sensor de presión de aceite	18
1.6.5 Sensor de posición del acelerador	18
1.6.6 Sensor de temperatura del líquido refrigerante	18
1.6.7 Sensor de temperatura del escape	19
Capítulo 2: “Diseño de Maqueta”	20
2.1 DISEÑO DE MAQUETA	21
2.2 COMPONENTES UTILIZADOS	22
2.3 DETALLE DE CADA COMPONENTE Y SU FUNCIÓN	22
2.3.1 Módulo de control electrónico.	22
2.3.2 Transformador	23
2.3.3 Transformador	23
2.3.4 Simulador de fallas.	24
2.3.5 Sensor de posición del acelerador.	24
2.3.6 Sensor de presión atmosférica.	25



2.3.7 Sensor de nivel de aceite.	25
2.3.8 Sensor de presión de aceite.	26
2.3.9 Sensor de velocidad del cigüeñal.	26
2.3.10 Paso de alimentación del inyector.	27
2.3.11	262.3.12
	262.3.13
	272.4 CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA
	28
Capítulo 3: “Uso y Diagnóstico”	29
3.1 USO Y DIAGNÓSTICO	30
3.2 USO DE MAQUETA	30
3.2.1 MULTITESTER	31
3.3 DIAGNÓSTICO	31
3.3.1 SENSOR DE VELOCIDAD DEL CIGÜEÑAL	32
3.3.2 SENSOR DE PRESIÓN ATMOSFÉRICA	32
3.3.3 SENSOR DE PRESION DE ACEITE	32
3.3.4 SENSOR DE POSICIÓN DEL ACELERADOR	33
	33
3.3.5 SENSOR DE NIVEL DE ACEITE	34
3.3.6 SENSOR DE TEMPERATURA DE AIRE	34
3.3.7 SENSOR DE TEMPERATURA DE REFRIGERANTE	35
3.4 CÓDIGOS DE FALLA	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
BIBLIOGRAFÍA	37

INDICE DE FIGURAS



Figura 1-1 Motor C175	10
Figura 1-2 Sensores	12
Figura 1-3 Control de inyección	14
Figura 2-1 Foto maqueta de frente	21
Figura 2-2 Módulo de control electrónico.	22
Figura 2-3 Transformador	23
Figura 2-4 Caja de fusibles	23
Figura 2-5 Simulador de fallas	24
Figura 2-6 Sensor de posición del acelerador	24
Figura 2-7 Sensor de presión atmosférica	25
Figura 2-8 Sensor de nivel de aceite	25
Figura 2-9 Sensor de presión de aceite	26
Figura 2-10 Sensor de velocidad del cigüeñal	26
Figura 2-11 Paso de alimentación del inyector	27
Figura 2-12 Sensor de temperatura del aire	27
Figura 2-13 Sensor de refrigerante	27
Figura 2-14 Inyector	28
Figura 2-15 Planos	28
Figura 3-1 Multitester	31
Figura 3-2 Sensor de velocidad del cigüeñal	32
Figura 3-3 Sensor de presión de aceite	33
Figura 3-4 Sensor de presión de aceite	33
Figura 3-5 Sensor de posición del acelerador	34
Figura 3-6 Sensor de nivel de aceite	34
Figura 3-7 Sensor de temperatura de aire	35
Figura 3-8 Sensor de temperatura de aire	35
Figura 3-9 Sensor de temperatura de refrigerante	35
Figura 3-10 Sensor de temperatura de refrigerante	35

ÍNDICE DE TABLAS



Tabla 1-1 Tabla comparativa de motores	10
Tabla 3-1 Tabla códigos de falla	38

SIGLAS Y SÍMBOLOS

SIGLAS

ECM: Módulo de control electrónico.

VIMS: Módulo administrador de información vital

SIMBOLOGÍAS

A : Amper

V : Voltaje

Hz : Hertz

INTRODUCCIÓN



En el presente trabajo se diseñará un material de estudio donde se explicará el uso y funcionamiento de los sensores utilizados en un motor Caterpillar C175. Este material didáctico fue diseñado para ayudar en la formación de los Técnicos Automotrices de la Universidad Federico Santa María en el cual se detalla los tipos de sensores que usa el motor además de cómo funcionan estos y sus valores de trabajo para realizar un buen diagnóstico.

Para empezar, se explicará el tipo de motor y sus características técnicas, esto gracias a la información proporcionada por Finning, donde se recibieron manuales de capacitación de las distintas materias vistas en la maqueta.

Posteriormente se hablará de los componentes utilizados explicando el funcionamiento de cada sensor, para finalmente centrarse en el diagnóstico de cada estos. Buscando siempre un enfoque en mejorar las habilidades de diagnóstico de los alumnos de Mecánica Automotriz de la Universidad Federico Santa María.

OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar habilidades que le permitan al estudiante identificar y reconocer el funcionamiento de sensores utilizados en maquinaria CAT, específicamente en el motor C175.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aprender del Motor C175 y su sistema electrónico.
- Comprender el funcionamiento de sensores.
- Identificar y reconocer sensores dentro del motor.
- Analizar y realizar un método de diagnóstico adecuado.



Normas de Seguridad

Las lesiones en un lugar de trabajo son evitables, por eso existe un protocolo de seguridad para cada tarea en el rubro de la mecánica. Este protocolo debe ser dado a conocer antes de empezar a trabajar por el Profesor o Instructor.

Es muy importante utilizar los EPP (Elementos de Protección Personal) de manera correcta, para evitar accidentes.

Siempre se debe tener certeza de cómo llevar a cabo una acción antes de manipular cualquier elemento o equipo, si no se tiene conocimiento de cómo realizarlo se recomienda dar a conocer las inquietudes al docente a cargo.

En muchos rubros existe riesgo de accidentes, es por esto, que el uso de los EPP es primordial y obligatorio, esto nos permite resguardar la salud personal y de los compañeros de trabajo. Los EPP corresponden a cualquier equipo, aparato o dispositivo diseñado para proteger el cuerpo de cualquier daño provocado por algún agente externo.

Es importante conocer que los EPP no eliminan los riesgos y peligros que pueden existir en el área de trabajo, pero sí ayudan a proteger y pueden disminuir notablemente el daño en caso de algún accidente.

Procedimiento de Arranque Seguro:

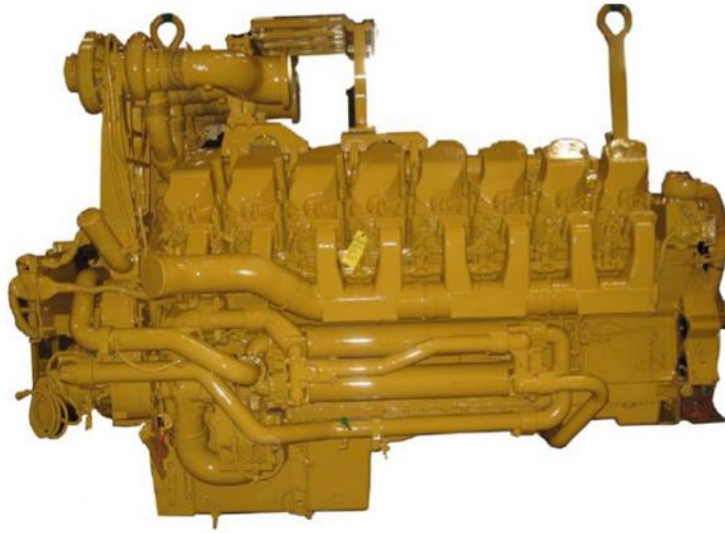
Todos los estudiantes deben utilizar zapatos de seguridad, overol, protección auditiva y antiparras si lo amerita.

Verificar donde se encuentra cada participante de la clase.



Capítulo 1: “Características Técnicas”

1.1 Motor C175



Fuente: Material de apoyo Caterpillar

Figura 1-1 Motor C175

En la imagen se muestra el motor C175.

Este motor es utilizado por Caterpillar en la flota de camiones serie F, donde destacan por su velocidad, mayor potencia y mejoras de emisiones.

La siguiente tabla muestra una comparación de las características del C175 de 12, 16 y 20 cilindros.

Modelo	C175-12	C175-16	C175-20
RPM	1800	1800	1800
Desplazamiento	63,5 L	84,7 L	105,9 L
Calibre & carrera	175 x 220	175 x 220	175 x 220
Largo	3,385 m	3,945 m	4,505 m
Alto	2,146 m	2,146 m	2,146 m
Ancho	1,658	1,658	1,658
Peso	8200 Kg	10435 Kg	12300 Kg

Fuente: Material de apoyo Caterpillar

Tabla 1-1 Tabla comparativa de motores

1.1.1 ECM (Módulo de Control Electrónico)

El módulo de control electrónico o ECM en sus siglas en inglés, es básicamente una computadora la cual recibe y envía información, esto para supervisar el trabajo adecuado en el motor, aunque supervisa todos los aspectos electrónicos del motor, se centra específicamente en el rendimiento de este, asegurándose de que el aire, el combustible, presión y chispa están en la proporción y el tiempo correctos de funcionamiento.

La ECM funciona mediante un control de bucle cerrado o un tipo de esquema de control diseñado para monitorear las salidas de un sistema con el fin de controlar las entradas enviadas al sistema.

El motor tiene decenas de sensores en los sistemas eléctricos que envían datos al módulo de control electrónico y realiza cálculos para determinar factores para que contribuyan a un óptimo funcionamiento del motor.

1.2 ENTRADA DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DEL MOTOR.

El Motor C175 tiene señales de entrada y señales de salida, en la ECM (figura 1-1) los dispositivos de entrada son usados para el monitoreo de la información asociada a los sistemas de la máquina. Los dispositivos de entrada convierten parámetros físicos como velocidad, temperatura, presión, posición, flujo o nivel en una señal electrónica. Los sistemas de control electrónico usan esta señal electrónica (información de entrada) para el monitoreo de los componentes y para originar señales de salida apropiadas.

Diferentes tipos de Dispositivos de entrada proveen información a los módulos de control ECM, estos son interruptores, emisores y sensores.

Por ejemplo: La ECM a través de las señales de entrada puede determinar en qué momento energizar el solenoide de los inyectores y con esto determina la sincronización del motor, el tiempo de energización determinará la velocidad del motor.

1.2.1 Interruptores.

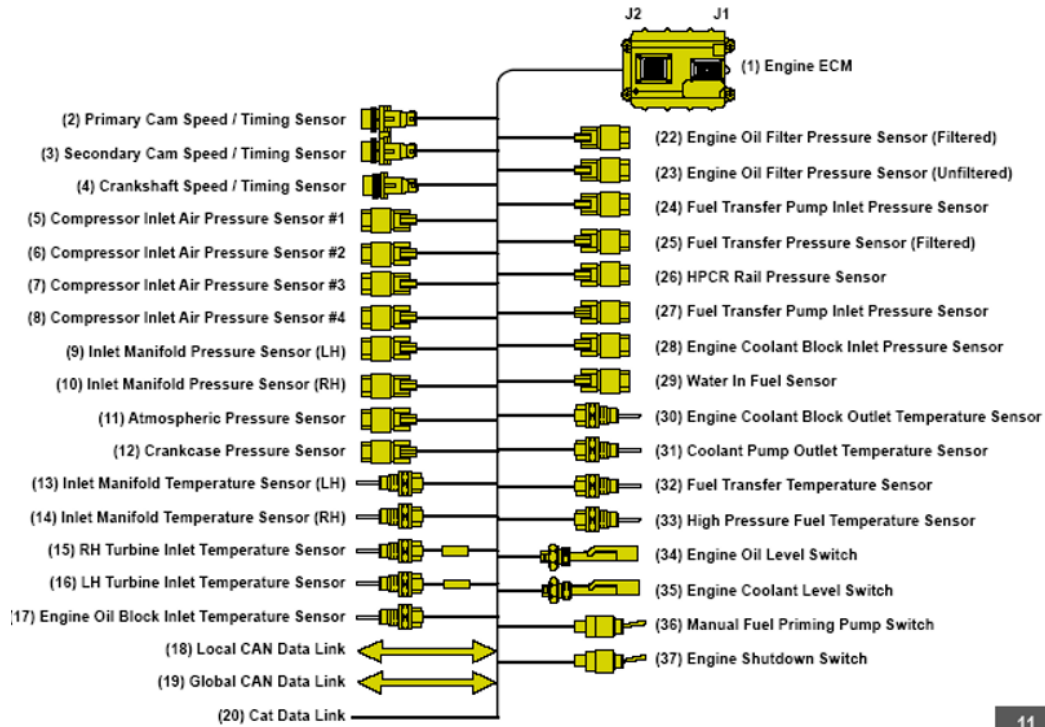
Los interruptores poseen múltiples aplicaciones para control, como por ejemplo el nivel, flujo o presión; poseen en su interior dos contactos, que pueden estar normalmente abiertos o cerrados, dependiendo de la construcción mecánica y de la necesidad de cada caso.

1.2.2 Actuadores

Los actuadores son parte fundamental del correcto funcionamiento mecánico de la maquinaria o automóvil, podemos encontrar una gran variedad de actuadores que van desde accionados hidráulicamente, neumáticos, eléctricos y electromecánicos.

1.2.3 Red CAN motor C175

A continuación se aprecia en la imagen de apoyo la red de conexiones directas de sensores y switches con la ECM, que en sincronía forman parte esencial del funcionamiento del motor.



Fuente: Material de apoyo Caterpillar

Figura 1-2 Sensores

Traducción Figura 1-2 sensores:

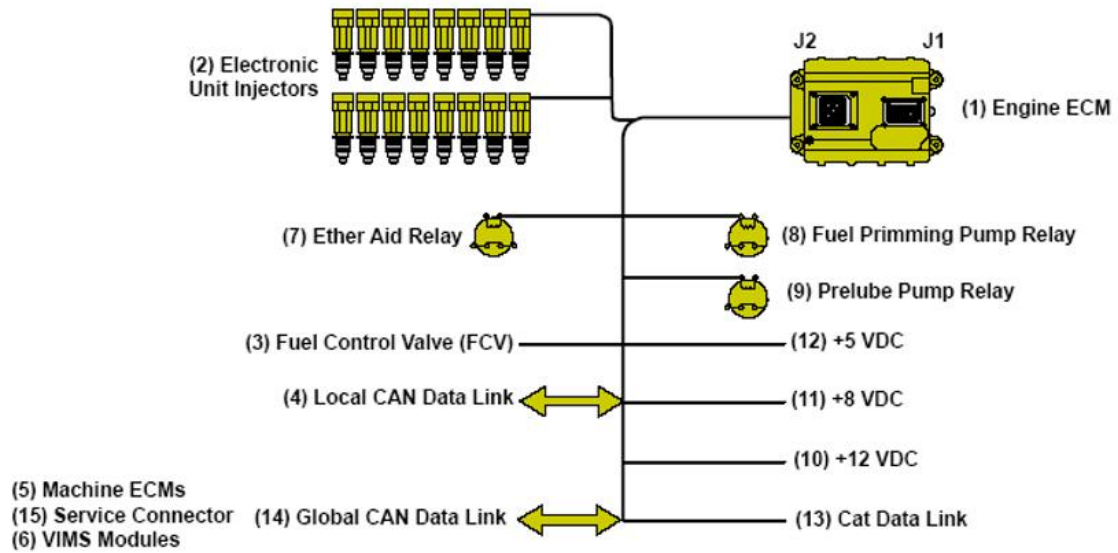
- 1- ECM DEL MOTOR.
- 2- SENSOR DE VELOCIDAD/ LEVA PRIMARIA.
- 3- SENSOR DE VELOCIDAD/LEVA SECUNDARIA.
- 4- SENSOR DE VELOCIDAD/ CIGUEÑAL.
- 5- SENSOR DE PRESIÓN DE ENTRADA DE AIRE N°1.
- 6- SENSOR DE PRESIÓN DE ENTRADA DE AIRE N°2.
- 7- SENSOR DE PRESIÓN DE ENTRADA DE AIRE N°3.
- 8- SENSOR DE PRESIÓN DE ENTRADA DE AIRE N°4.
- 9- SENSOR DE PRESIÓN DEL COLECTOR DE ADMISIÓN (LH).
- 10- SENSOR DE PRESIÓN DEL COLECTOR DE ADMISIÓN (RH).
- 11- SENSOR DE PRESIÓN ATMOSFÉRICA.
- 12- SENSOR DE PRESIÓN DEL CÁRTER.
- 13- SENSOR DE TEMPERATURA DEL COLECTOR DE ENTRADA. (IZQUIERDO)



- 14-SENSOR DE TEMPERATURA DEL COLECTOR DE ENTRADA. (DERECHO)
- 15-SENSOR DE TEMPERATURA DE ENTRADA DEL TURBO. (DERECHO)
- 16-SENSOR DE TEMPERATURA DE ENTRADA DEL TURBO. (IZQUIERDO)
- 17-SENSOR DE TEMPERATURA DE ENTRADA DEL ACEITE AL MOTOR.
- 18- ENLACE DE DATOS LOCAL (CAN).
- 19- ENLACE DE DATOS GLOBAL (CAN).
- 20- ENLACE DE DATOS (CAT).
- 22- SENSOR DE PRESIÓN DEL FILTRO DE ACEITE DEL MOTOR(FILTRADO).
- 23- SENSOR DE PRESIÓN DEL FILTRO DE ACEITE DEL MOTOR (SIN FILTRAR).
- 24- SENSOR DE PRESIÓN DE ENTRADA DE LA BOMBA DE TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE.
- 25- SENSOR DE PRESIÓN DE TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE (FILTRADO)
- 26-SENSOR DE PRESIÓN DEL RIEL HPCR.
- 27-SENSOR DE PRESIÓN DE ENTRADA DE LA BOMBA DE TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE.
- 28- SENSOR DE PRESIÓN DE ENTRADA DEL BLOCK DE REFRIGERANTE DEL MOTOR.
- 29-SENSOR DE LLENADO DE AGUA
- 30-SENSOR DE TEMPERATURA DE SALIDA DEL BLOCK DE REFRIGERANTE DEL MOTOR.
- 31-SENSOR DE TEMPERATURA DE SALIDA DE LA BOMBA DE REFRIGERANTE.
- 32-SENSOR DE TEMPERATURA DE TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE.
- 33-SENSOR DE TEMPERATURA DE COMBUSTIBLE DE ALTA PRESIÓN.
- 34-INTERRUPTOR DE NIVEL DE ACEITE DEL MOTOR.
- 35-INTERRUPTOR DE NIVEL DE REFRIGERANTE DEL MOTOR.
- 36-INTERRUPTOR DE LA BOMBA DE CEBADO DE COMBUSTIBLE MANUAL.
- 37-INTERRUPTOR DE PARADA DEL MOTOR

1.2.4 Sistema de inyección electrónica motor C175

A Continuación se observa el sistema de inyección que posee el motor estudiado, a través de esta ilustración se pueden identificar los diferentes componentes del sistema de inyección.



Fuente: Material de apoyo Caterpillar

Figura 1-3 Control de inyección

Traducción Figura 1-3 control de inyección:

- 1-ECM DEL MOTOR.
- 2- UNIDAD ELECTRONICA DE INYECTORES.
- 3-VÁLVULA DE CONTROL DE COMBUSTIBLE.
- 4-ENLACE DE DATOS CAN LOCAL.
- 5- ECMs DEL MOTOR.
- 6-MÓDULOS VIMS.
- 7-RELÉ DE AYUDA.
- 8-RELÉ DE LA BOMBA DE CEBADO DE COMBUSTIBLE.
- 9- RELÉ DE LA BOMBA DE PRELUBRICACIÓN.
- 10- +12 VDC
- 11- +8VDC
- 12- +5 VDC
- 13- ENLACE DE DATOS CAT
- 14- ENLACE DE DATOS CAN GLOBAL.
- 15- CONECTOR DE SERVICIO.

1.3 SALIDA SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO.

Tomando las señales de entrada, el módulo de control analiza la información y energiza a los inyectores electrónicos (2) para controlar la entrega de combustible por medio de la señal de corriente enviada a sus solenoides respectivamente. El ECM envía una señal PWM a la válvula de control de combustible FCV (3), esta controla la salida de la bomba de combustible de alta presión.

La red CAN data link global (14) sirve para enviar información entre los ECM's de la máquina (5) y los módulos VIMS (Vital Information Manager System) (6).

El Módulo de control electrónico envía señales de voltaje a los relays de componente de ayuda de partida (7), bomba de cebado de combustible (8) y bomba de prelubricación (9).

El ECM trabaja con voltajes de salida que son enviados a los diversos sensores, estos tienen el valor de: ± 12 VDC (10) ± 8 VDC (11) ± 5 VDC (12).

El CAN Data Link se usa para la transmisión de datos a alta velocidad entre los EMC's, este se reconoce por los cables y el conector blindado. Dentro de él hay un par de cables de cobre torcidos, con un resistor de 120 ohm en cada uno de sus extremos, que lo protegen de las interferencias electromagnéticas.

El módulo de control electrónico recibe tres tipos distintos de señales de entrada:

Entradas de interruptor: Proporciona la línea de señal a la batería, a masa o abierta.

Entradas PWM: Proporciona la línea de señal con una onda cuadrada de frecuencia específica y un ciclo de trabajo positivo variable.

Señal de velocidad: Proporciona una línea de señal, que puede ser de un voltaje patrón fijo, repetitivo o una señal sinusoidal de frecuencia y nivel variable.

El módulo de control electrónico tiene tres tipos de comandos de salida:

Comando ON/OFF: Entrega al dispositivo de salida una señal de voltaje de batería (ON) o menos de 1 volt (OFF).

Comando PWM: Entrega al dispositivo de salida una onda cuadrada de frecuencia fija y ciclo de trabajo positivo variable.

Corriente controlada: El ECM energiza al solenoide con una corriente de pull-up solo por un tiempo determinado y entonces disminuye al nivel de corriente de mantención por el tiempo que dure el estado ON. El amperaje alto inicial le da al actuador una rápida respuesta y el nivel bajo mantiene al solenoide en la posición correcta.

El módulo de control electrónico tiene la capacidad de auto chequearse, esto gracias a CAT ET (Electronic Technician), que detecta condiciones de fallas en el tren de potencia, el ECM almacena los eventos en la memoria y los códigos de diagnóstico para solucionar las fallas.

1.4 Sensores

Los sensores se diferencian de los actuadores o interruptores, porque pueden entregarnos una variedad de parámetros medidos o sensados, por ejemplo, un sensor de temperatura del lubricante del motor, se activará o desactiva solo cuando se alcancen los parámetros ya preestablecidos, el sensor nos dará dos informaciones diferentes dependiendo de los valores que este obtenga.

Para que este trabajo se pueda realizar los sensores contienen en su interior circuitos eléctricos que analizan la información antes de ser enviada a los dispositivos de módulo de control electrónico (ECM).

La señal eléctrica se modula de tres formas, modulación de frecuencia, modulación de duración de impulso (digital) y la modulación analógica. Los sensores presentes en la maqueta pueden ser del tipo:

- Frecuencia
- PWM (Digital)
- Análogo
- Análogo Digital

Además, estos sensores pueden ser del tipo:

- Pasivo
- Activo

Los sensores pasivos procesan la información antes de ser enviada, no requieren de alimentación externa y por lo general tienen solo dos terminales.

Los sensores activos requieren de un voltaje de alimentación para funcionar, tiene tres terminales, dos se utilizan para alimentación, del tercero se obtiene la señal o nivel de voltaje correspondiente al parámetro sensado.

1.5 Tipos de sensores

1.5.1 Sensores de frecuencia

El sensor tiene un imán permanente que genera un campo magnético el cual es sensible al movimiento de metales, se posiciona de tal forma que los dientes del engranaje pasan por el campo magnético. Cada diente del engranaje altera el campo magnético, al estar en constante alteración el campo cambiante pasa a una bobina de alambre dentro del sensor, y como resultado se obtiene corriente alterna en la bobina.

Este tipo de sensores miden la frecuencia con la cual la corriente se alterna y está relacionada con la velocidad de rotación y número de dientes del engranaje, por lo que se debe inferir que estos sensores proporcionan una información sobre la velocidad, ya sea de cigüeñal, eje levas, transmisión, etc.

1.5.2 Sensores PWM (digital).

PWM significa pulse wide modulated o modulación de ancho pulso, este tipo de sensores entrega una señal digital, está tiene solo dos estados, un voltaje asume un valor determinado positivo y luego se mantiene a un nivel 0 o negativo. La duración del nivel alto o valor positivo se le denomina como ciclo de trabajo y se expresa en términos de porcentajes en un rango de 0 a 100%. Se usa como sensores de posición del acelerador.

1.5.3 Sensores análogos.

Está compuesto por un transductor y un amplificador que transforma un cambio físico en una señal eléctrica. En resumen, se comporta como un condensador variable cuya variación es procesada y transformada en una señal eléctrica. Este tipo de sensores son los de temperatura de refrigerante y todos los sensores de presión.

1.5.4 Sensores análogos digitales.

Es una combinación de dos tipos de sensores, se utiliza un dispositivo que transforma o convierte una señal de nivel de voltaje, que puede venir de un sensor análogo o producto de la variación de una resistencia. Este tipo de sensores son los de presión de aire, nivel de combustible y nivel de refrigerante.

1.6 SENSORES ENCONTRADOS EN LA MAQUETA

1.6.1 Sensor de temperatura de aire

Sensor izquierdo de temperatura de aire y sensor derecho de temperatura de aire, situados encima del motor, son los encargados de monitorear las temperaturas del aire que se utilizara para la combustión, esta información es enviada a la ECM donde se determinará cuáles son las necesidades del motor dependiendo la temperatura registrada, estas pueden ser desde el funcionamiento totalmente normal del motor hasta la detención inmediata del motor en el evento

de un problema, donde se refleja en señales de advertencia del tipo sonora y visual para el operador del motor.

1.6.2 Sensor de presión atmosférica

Está ubicado encima del motor hacia el lado derecho, el sensor es del tipo analógico y monitoreado por la ECM, la ECM del motor puede calcular pérdidas de potencia por altitud, pérdidas de potencia por restricciones de entrada aire, gracias a estos datos se pueden calibrar otros sensores.

1.6.3 Sensor de velocidad del cigüeñal

Está ubicado en la parte izquierda delantera más baja del motor, este sensor mide la velocidad del cigüeñal para controlar la sincronización y la entrega de combustible a los cilindros.

1.6.4 Sensor de presión de aceite

El sensor es del tipo analógico siendo supervisado por la ECM, cuando la presión de aceite es baja, debido a una fuga o anomalía en el sistema de lubricación, la ECM arrojará una falla avisando al operador a través del Vims para detener el motor y así evitar un problema mayor en el motor.

1.6.5 Sensor de posición del acelerador

Ubicado detrás del pedal derecho, el sensor entrega información acerca de en qué posición se encuentra el acelerador. La señal de salida es un pulso que se expresa en porcentaje de 0% a 100%.

1.6.6 Sensor de temperatura del líquido refrigerante

Situado encima del motor hacia el lado izquierdo delantero, el sensor es del tipo análogo supervisado por la ECM del motor, cuando la temperatura del refrigerante sea demasiado elevada la ECM mostrará una señal de advertencia.

Mide la temperatura del líquido refrigerante. Cuando la temperatura del líquido refrigerador aumenta a más de 110° C (230° F), la ECM del motor iniciará una advertencia del nivel 1. Cuando la temperatura del líquido refrigerante excede 111° C (231° F), la ECM del motor iniciará un nivel 2. En 111° C (231° F) la ECM del motor iniciará un 25% de de-rateo. En el 100% de de-rateo, la potencia del motor baja aproximadamente al 50% para así evitar un daño en el motor.

1.6.7 Sensor de temperatura del escape

Los sensores de temperatura de escape miden la temperatura del aire que fluye por los múltiples de escape convirtiéndolo en voltaje y siendo enviado a la ECM. Si la temperatura pasa por encima de los 760°C (1400°F) y se mantiene así por más de 4 minutos, los sensores iniciaran niveles de advertencia reduciendo la potencia del motor.



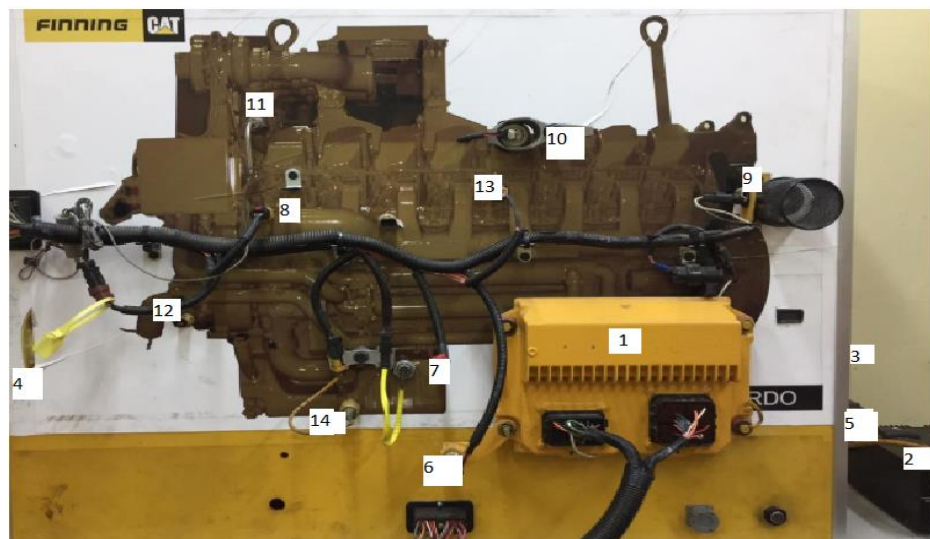
Capítulo 2: “Diseño de Maqueta”

2.1 DISEÑO DEL MATERIAL DE APOYO

El material de apoyo fue desarrollado para guiar a los estudiantes de la carrera de mecánica automotriz de la Universidad Federico Santa María, permitiéndoles adquirir los conocimientos necesarios para llevar a cabo la confección de una maqueta del motor CAT C175, reconocer sus componentes ya sean los sensores, ECM, transformador, entre otros.

El objetivo principal del informe es proporcionar apoyo en el aprendizaje de los alumnos, permitiendo entender cómo diagnosticar los distintos sensores encontrados en ella, además de identificar y conocer la función de cada componente de esta.

Se deben adquirir las habilidades para poder realizar un diagnóstico acertado a los componentes de la maqueta, para esto primero se debe conocer y diferenciar los tipos de sensores, además de saber la función de cada uno de estos, teniendo también una base de estudio sobre el uso correcto de las herramientas de medición que se utilizaran en este caso.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-1 Foto maqueta de frente

2.2 COMPONENTES UTILIZADOS

Todo el material ya sean fotos o información fueron obtenidos gracias al área de capacitación y mentoría de Finning, donde se realizó un material didáctico mostrando el motor C175 y señalando los sensores críticos de este motor. Cada sensor tendrá su explicación.

2.3 DETALLE DE CADA COMPONENTE Y SU FUNCIÓN

2.3.1 Módulo de control electrónico.

Recibe y envía las señales, Consta de una alimentación de 24v, y 2 conectores uno de 70 pines (lado izquierdo) y otro de 120 pines (lado derecho).



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-2 Módulo de control electrónico.

2.3.2 Transformador

Recibe la corriente del enchufe y la modifica a los 24 voltios utilizados por la ECM de la maqueta.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 2-3 Transformador

2.3.3 Caja de fusibles

Diseñado para proteger los circuitos del sistema eléctrico de la maqueta. Está al costado derecho de la maqueta.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-4 Caja de fusibles

2.3.4 Simulador de fallas.

Este componente permite manipular los circuitos de los sensores, provocando fallas en estos, ya sea conectando a tierra un sensor, quitando la alimentación, etc. Está a un costado izquierdo de la maqueta.

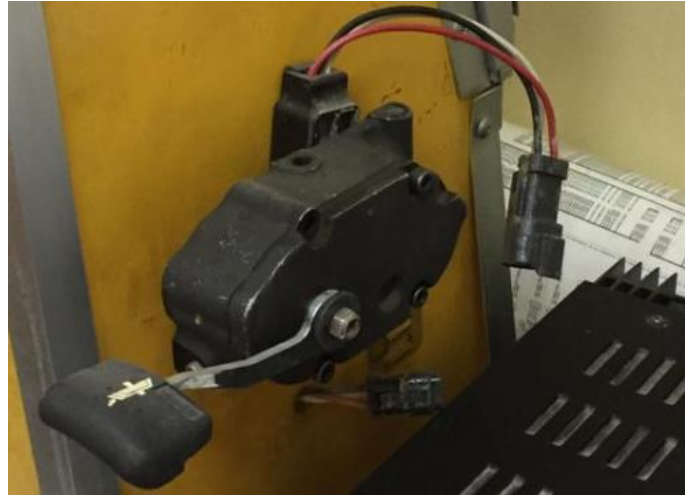


Fuente: Elaboración propia

Figura 2-5 Simulador de fallas

2.3.5 Sensor de posición del acelerador.

Al accionar la palanca modifica el voltaje del sensor enviando una señal para realizar la aceleración del motor.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-6 Sensor de posición del acelerador

2.3.6 Sensor de presión atmosférica.

Está a un costado de la ECM, manda la señal de la presión atmosférica al módulo de control, para operar de manera correcta.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-7 Sensor de presión atmosférica

2.3.7 Sensor de nivel de aceite.

Mide el nivel del aceite, se encuentra en la parte inferior del motor.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-8 Sensor de nivel de aceite

2.3.8 Sensor de presión de aceite.

Mide parámetros de la presión de aceite dentro del motor.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-9 Sensor de presión de aceite

2.3.9 Sensor de velocidad del cigüeñal.

El sensor de velocidad/sincronización del cigüeñal cumple 4 propósitos: Medir la velocidad del motor. Medir la sincronización del motor. Identificación del N° de cilindro, ubicación del PMS y Protección de rotación inversa.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-10 Sensor de velocidad del cigüeñal

2.3.10 Paso de alimentación del inyector.

Alimenta al inyector y su funcionamiento se puede alterar a través del simulador de fallas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-11 Paso de alimentación del inyector

2.3.11 Sensor de temperatura del aire.

Mide la temperatura del aire que usará el motor en la combustión.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-12 Sensor de temperatura del aire

2.3.12 Sensor de refrigerante.

Mide la temperatura del refrigerante a través de una resistencia térmica.

El sensor de temperatura de salida de la bomba de refrigerante es un sensor pasivo de dos cables, que se ubica a la salida de la bomba de refrigerante. El sensor envía una señal al módulo de control de temperatura, como ya se ha descrito anteriormente.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-13 Sensor de refrigerante

2.3.13 Inyector.

Ya que la maqueta es solo de sensores, este inyector es para simular al actuador, y demostrar dónde iría un inyector.



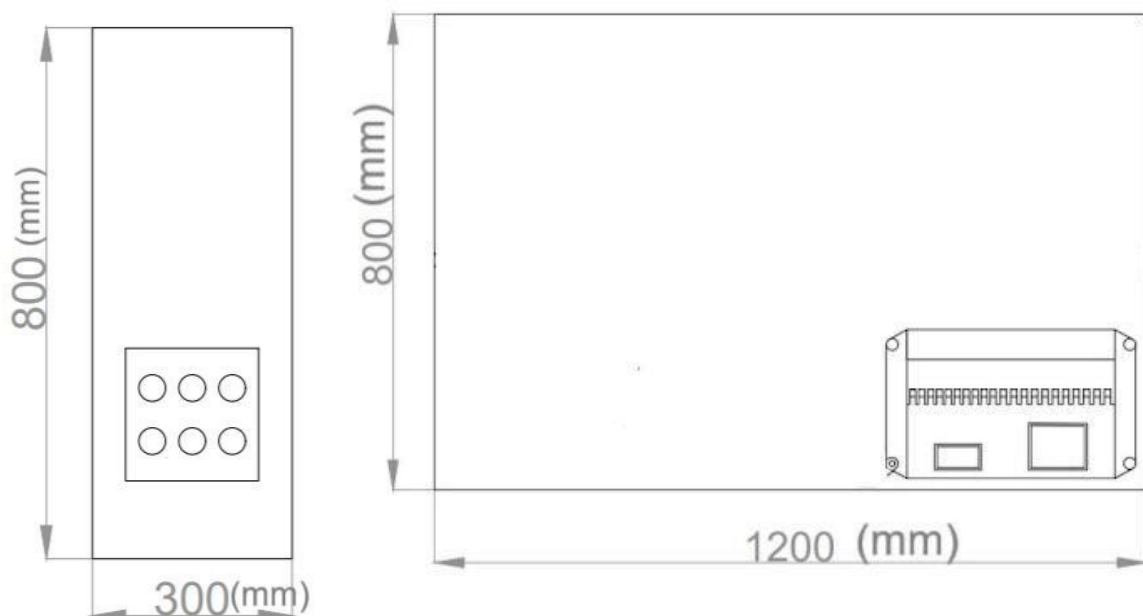
Fuente: Elaboración propia

Figura 2-14 Inyector

2.4 CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA

Al tener todos los componentes necesarios para el montaje de la maqueta se procederá a su construcción, en donde se verificará el estado de cada componente. La caja que sería el cuerpo de la maqueta se le pondrá la calcomanía del motor C175 simulando a este, luego se harán las perforaciones respectivas donde debería ir cada sensor, para después empezar con el cableado y montaje de sensores. Cada sensor irá con sus conexiones al interior de la maqueta.

Las dimensiones de la maqueta fueron dispuestas en un plano en donde se encuentran las medidas en milímetros (mm).



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-15 Planos



Capítulo 3: “Uso y Diagnóstico”

3.1 USO Y DIAGNÓSTICO

3.1.1 Protocolos de uso:

El alumno deberá tener conocimientos previos del uso de herramientas de testeo y diagnóstico antes de manipular la maqueta.

Para manipular la maqueta se debe usar los EPP requeridos por el taller.

No se puede consumir alimentos al manipular las herramientas y la maqueta.

Para realizar las actividades los alumnos se deben separar en grupos, para que todos tengan la oportunidad de manipularla y aprender.

3.2 USO DE MATERIAL DE APOYO

El material de estudio y diagnóstico está pensado para certificar que los estudiantes logren diagnosticar los distintos sensores que se encuentran en el sistema eléctrico, en este caso del motor C175. El material de apoyo visual se entregará de forma virtual, donde se podrá encontrar una breve descripción de cada sensor presente en el motor, también se entrega información correspondiente al uso de herramientas de medición, este material también cuenta con cápsulas de audio para facilitar el estudio y comprensión de lo antes mencionado.

Este material será de uso para la carrera de mecánico automotriz, donde los estudiantes podrán identificar, reconocer y explicar el funcionamiento de los sensores, además de tener noción de cómo realizar un diagnóstico a estos, sabiendo donde se realizan y cuales son las medidas de trabajo de los sensores, logrando así evaluar la capacidad de diagnóstico de los alumnos.

La maqueta puede ser utilizada en asignaturas de control electrónico donde los estudiantes desarrollaran las habilidades de reconocer sensores, y diagnosticarlos. Para esto se debe realizar un buen uso de los instrumentos como tester.

3.2.1 MULTITESTER

El téster será el instrumento que se utilizará para el diagnóstico de los componentes de la maqueta. Para medir voltajes, resistencias y amperajes. para realizar las mediciones debemos de colocar el conmutador giratorio en la escala de medida que necesitemos y utilizando las puntas del tester para medir entre los puntos de alimentación y tierra en el caso que midamos voltaje del sensor.



Fuente: Material de estudio Caterpillar

Figura 3-1 Multitester

3.3 DIAGNÓSTICO

Es importante a la hora de diagnosticar siempre seguir un método el cual garantice encontrar la falla principal, para así ahorrar tiempo y dinero. Por lo que seguiremos un método de diagnóstico el cual consiste en investigar, aislar, reparar y documentar. Siguiendo estos pasos garantizamos una buena resolución al problema.

Procedimiento de Diagnóstico:

En el diagnóstico del motor o en este caso la maqueta se realizará con un procedimiento en el cual primero se deben conocer los sistemas del motor, para luego verificar que las mediciones de los sensores se encuentren en buen estado, si las mediciones efectuadas no corresponden a los valores se debe ver si el sensor se encuentra bien conectado o ver la falla en la pantalla Vims.

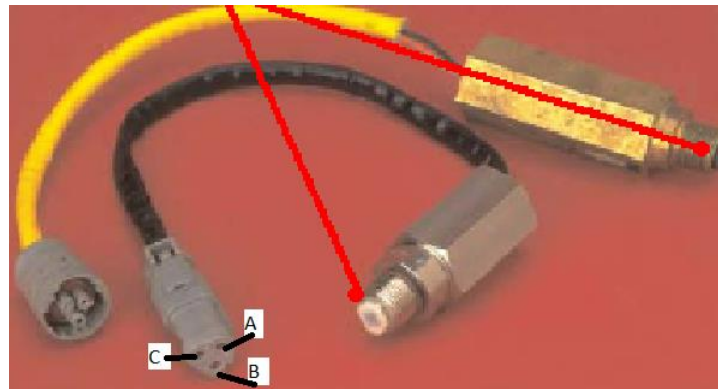
3.3.1 SENSOR DE VELOCIDAD DEL CIGÜEÑAL

Es del tipo frecuencia electrónica.

Las medidas de este sensor son:

El voltaje en A y B debe estar entre 12 y 13 VDC.

En el arranque, el voltaje medido entre los terminales B y C debe estar entre 2VDC y 4 VDC.



Fuente: Material de estudio Caterpillar

Figura 3-2 Sensor de velocidad del cigüeñal

3.3.2 SENSOR DE PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Es del tipo análogo, el voltaje de trabajo es de +5 VDC. El sensor debe permanecer alimentado para generar una medición. Sus terminales son A alimentación, B tierra y C señal. Sus mediciones son:

- A y B debe estar en 5VDC
- B y C 0.2 a 4.8 VD

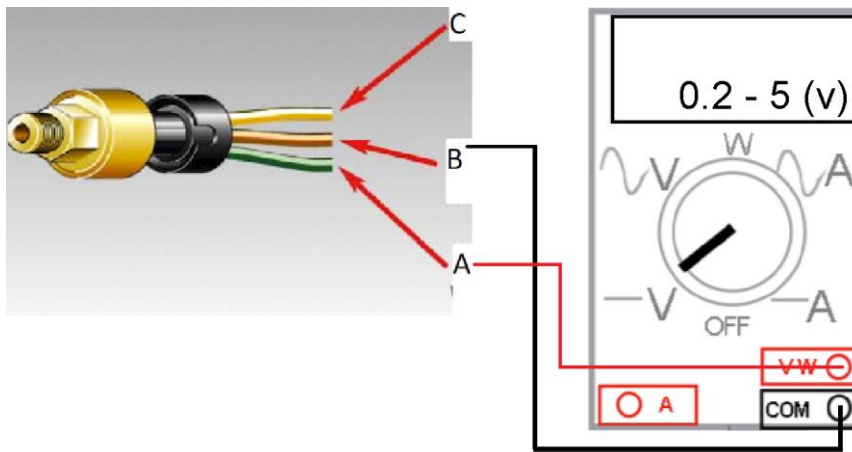
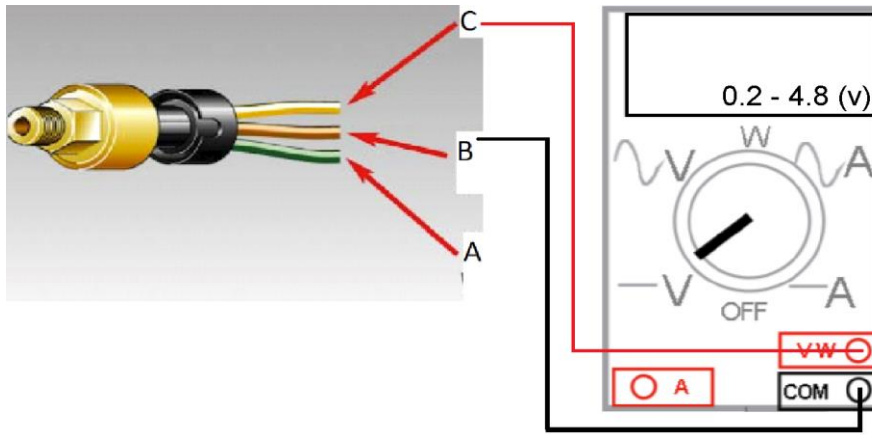
3.3.3 SENSOR DE PRESION DE ACEITE

Es del tipo análogo. Sus mediciones son:

es alimentado con 5 volt +/- 0.2 volt entre los puntos (A y B)

Señal de salida de 0.2 mínimo a 4.8 máximo volt entre los puntos (B y C) con el sensor conectado.

Medir entre (B y C) con el sensor desconectado la medición debería arrojar un dato aproximado a 6.4 volts



Fuente: Material de estudio Caterpillar

Figura 3-3 Sensor de presión de aceite

Figura 3-4 Sensor de presión de aceite

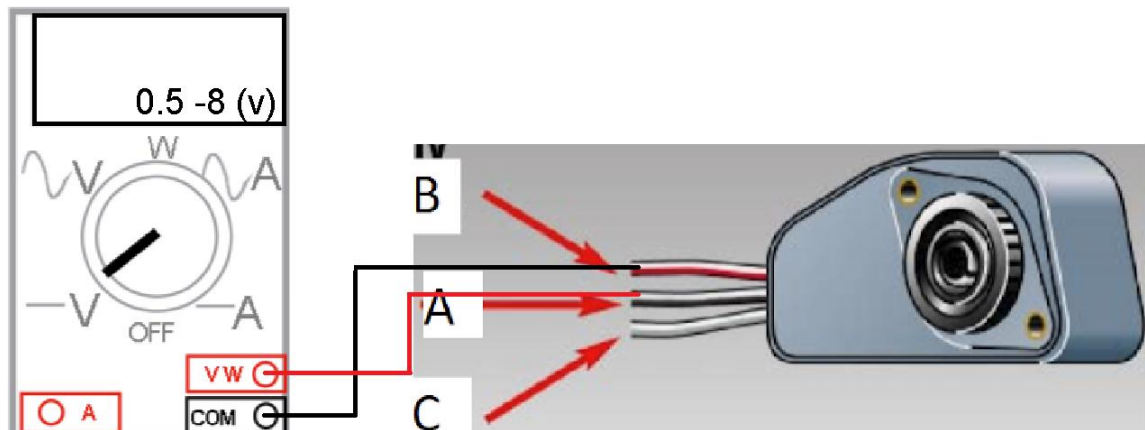
3.3.4 SENSOR DE POSICIÓN DEL ACELERADOR

Es del tipo análogo digital. Sus mediciones son:

La alimentación del sensor se mide entre los puntos A y B dando valores entre 8 volts a 0.5 volts.

La señal del sensor se mide entre los puntos B Y C con el pedal sin presionar la medición debe ser +/- 10% como ciclo de trabajo mínimo.

La señal del sensor medida entre B Y C con el pedal presionado a su máximo debe ser de +/- 54% como ciclo de trabajo máximo.



Fuente: Material de estudio Caterpillar

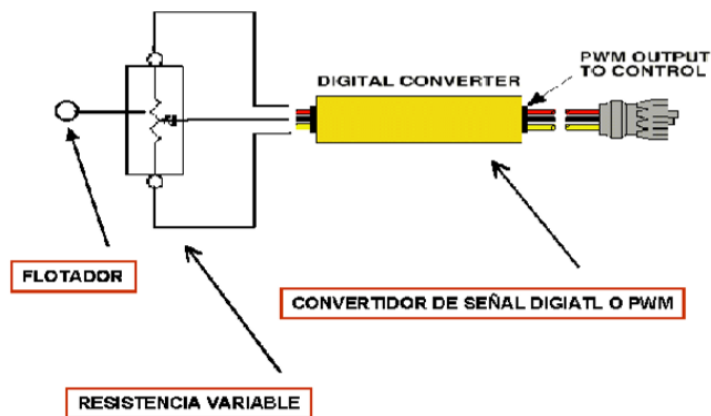
Figura 3-5 Sensor de posición del acelerador

3.3.5 SENSOR DE NIVEL DE ACEITE

E197 Alta temperatura del aceite del motor

E072(2) Marca baja del nivel de aceite

Es del tipo análogo digital. Es alimentado con 12V DC, posteriormente es reducido a 5V DC



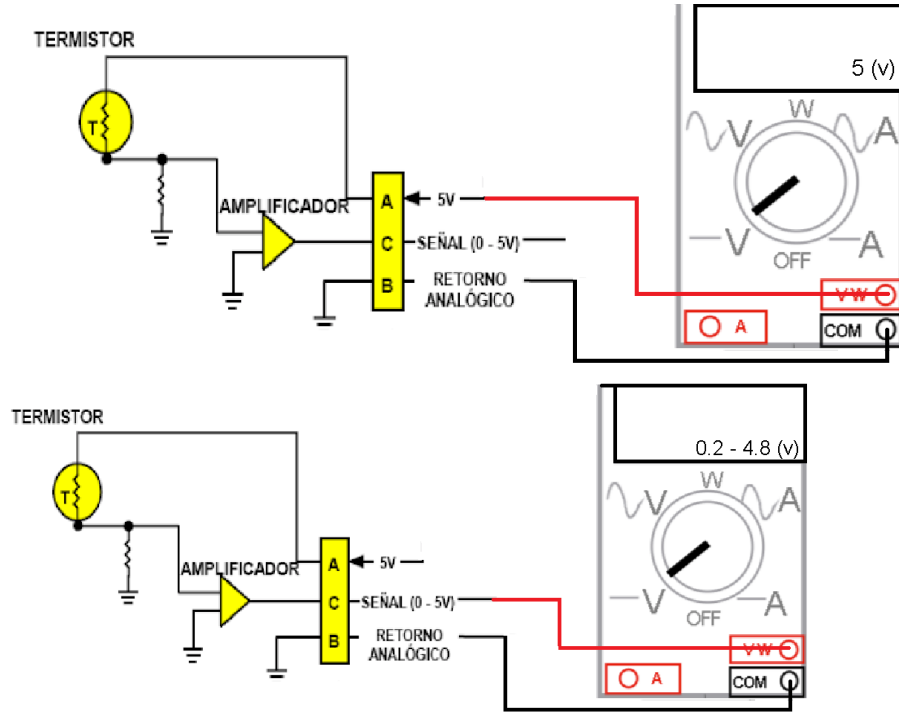
Fuente: Material de estudio Caterpillar

Figura 3-6 Sensor de nivel de aceite

3.3.6 SENSOR DE TEMPERATURA DE AIRE

Es del tipo análogo. sus mediciones son:

- Entre A y B alimentación regulada de 5 VDC
- Entre C y B 0,2 - 4,8 VDC proporcional al valor de T°



Fuente: Material de estudio Caterpillar

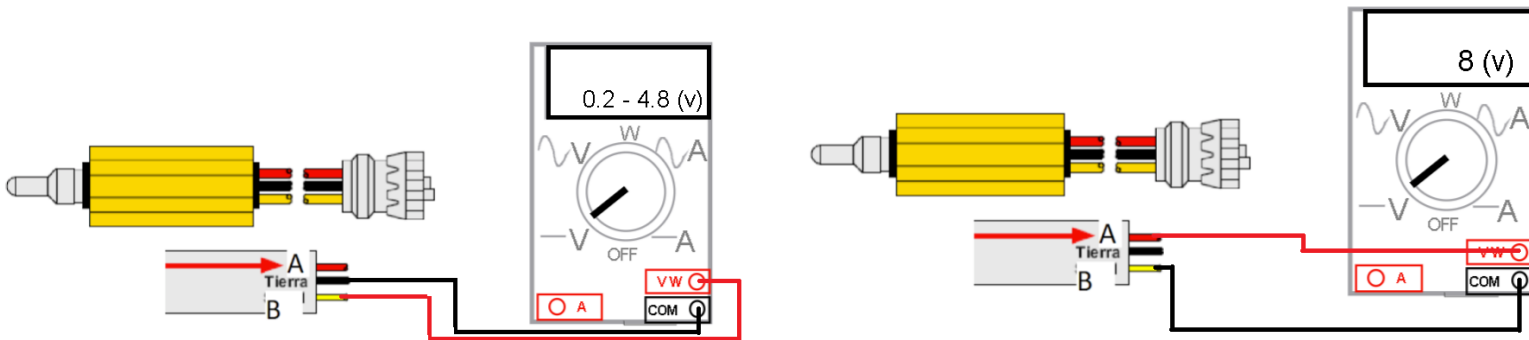
Figura 3-7 Sensor de temperatura de aire

Figura 3-8 Sensor de temperatura de aire

3.3.7 SENSOR DE TEMPERATURA DE REFRIGERANTE

Es del tipo análogo. Sus mediciones son:

- Entre A y B alimentación de 8 VDC
- Entre Tierra y B 0,2 - 4,8 VDC proporcional al valor de T°



Fuente: Material de estudio Caterpillar

Figura 3-9 Sensor de temperatura de refrigerante

Figura 3-10 Sensor de temperatura de refrigerante

3.4 CÓDIGOS DE FALLA

3.4.1 Códigos de suceso activos:

El panel de interfaz se utiliza para notificar al operador de un problema inmediato o inminente. El Enlace de datos Cat comunica a través del Sistema Monitor la condición anormal que detecta el ECM del motor. El Sistema Monitor utiliza los siguientes indicadores de advertencia para comunicar los niveles de gravedad que informa el ECM del motor:

- Luz indicadora de estado del motor
- Luz de acción y mensaje del Advisor
- Alarma de acción

3.4.2 La "E" identifica al código como un código de suceso. "XXX(X)" representa un identificador numérico para el código de suceso. La cuarta "(X)" asigna uno de los tres niveles al código de suceso activo según la gravedad de la condición anormal del sistema. La siguiente tabla muestra lo antes descrito.

Indicadores (1), (2) y (3)	
Indicador de categoría de advertencia	Gravedad
(1)	El menos grave
(2)	Gravedad moderada
(3)	El más grave

Fuente: Material de apoyo Caterpillar

Tabla 3-1 Tabla códigos de falla

3.4.3 Códigos de suceso activos: Un código de suceso activo representa un problema con la operación del motor. Resuelva el problema tan pronto como sea posible. Los códigos de suceso activos se indican en orden numérico ascendente. Se muestra primero el código con el número más bajo.

3.4.4 Información de referencia cruzada para códigos de sucesos.

Los códigos se generan cuando existen condiciones de operación anormales. La Tabla 3.2 muestra una lista de códigos de suceso para el motor. Los códigos de suceso tienen referencias cruzadas con el procedimiento adecuado que puede utilizarse para localizar y solucionar problemas con el código.

por ejemplo en la siguiente imagen se puede observar el mismo código de falla en diferentes estados de gravedad, pero que poseen la misma descripción en el procedimiento a la hora de de la entrega de información por parte de la ecm para el usuario poder ser leída por el escáner

E361(1) Alta temperatura del refrigerante del motor	Localización y Solución de Problemas, "Alta temperatura del refrigerante"
E361(2) Alta temperatura del refrigerante del motor	
E361(3) Alta temperatura del refrigerante del motor	

Fuente: Material de estudio Caterpillar
Figura 3-11 Ejemplo información cruzada

3.5 tabla de códigos de falla asociados a los diferentes sensores vistos anteriormente, además de su posible procedimiento para reparación y nivel de gravedad.

Código de suceso	Procedimiento
E072(2) Marca baja del nivel de aceite	El nivel de aceite del motor está por debajo del nivel especificado. Revise el nivel de aceite del motor. Si es necesario, añada aceite al motor y vuelva a ponerlo en servicio. Para obtener más detalles, consulte el
E197(2) Alta temperatura del aceite del motor	
E199(1) Baja temperatura del refrigerante	Localización y Solución de Problemas, "Alta temperatura del aceite"
E361(2) Alta temperatura del refrigerante del motor	
E362(1) Exceso de velocidad del motor	Localización y Solución de Problemas, "Baja temperatura del refrigerante"
E396(1) Alta presión del conducto de combustible	Localización y Solución de Problemas, "Alta temperatura del refrigerante"
E770(2) Alta temperatura del conducto de combustible	Localización y Solución de Problemas, "Exceso de velocidad del motor"
E2112(1) Baja presión del refrigerante del motor	Localización y Solución de Problemas, "Alta presión del conducto de combustible"
E2143(2) Bajo nivel de refrigerante del motor	Localización y Solución de Problemas, "Alta temperatura del combustible"
E101(1) Advertencia de alta presión en el cárter	Localización y Solución de Problemas, "Baja presión del refrigerante"
	sistema de enfriamiento y vuelva a poner el motor en servicio. Para obtener más detalles, consulte el Manual de Operación y Mantenimiento.
	Localización y Solución de Problemas, "Presión alta del cárter"

Fuente: Material de apoyo Caterpillar

Tabla 3-2 Tabla códigos de falla



Guía de Desarrollo

Objetivos: Desarrollar habilidades de diagnóstico, mediante identificación y medición de sensores.

- Realizar mediciones a las baterías (12v).
- Nombrar y explicar los tipos de sensores Caterpillar.
- Identificar y nombrar todos los sensores y componentes.
- Realizar mediciones a los sensores.
- Sensor de velocidad del cigüeñal (entre A y B 12-13 V), (entre C y B 3 +/- 10V) y (entre B y C con arranque 2 +/- 4 V).
- Sensor de presión atmosférica (entre A y B 5V) y (entre B y C 0.2 a 4.8 V).
- Sensor de presión de aceite (entre A y B 5V) y (entre B y C 6.4V).
- Sensor de posición del acelerador (entre A y B 8V) y (B y C mínimo 10% máximo 54%).
- Sensor de nivel de aceite (entre A y B máximo nivel 12V, mínimo nivel 5V).
- Sensor de temperatura de aire (A y B alimentación 5V) y (B y C 0.2 a 4,8V valor de T°).
- Sensor de temperatura de refrigerante (A y B 8v) y (B y C 0.2 a 4.8).



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En resumen, se puede afirmar que comprender el funcionamiento del sistema electrónico de un motor, aprendiendo de sus sensores y funcionamiento, puede desarrollar habilidades que permitan al estudiante ser un mejor mecánico y técnico, pudiendo diagnosticar de mejor manera.

Con la ayuda del material Caterpillar podemos decir que se obtendrán los conocimientos que le permiten al estudiante trabajar en cualquier motor CAT que utilice los sensores de esta maqueta. Por otro lado, les permitirá potenciar y mejorar las habilidades diagnósticas adquiridas mediante su proceso de estudio y avance respecto a la malla curricular.

El equipo de investigadores espera que la información recopilada y entregada mediante este informe sea la adecuada para dar apoyo y guiar la formación de los futuros estudiantes de la carrera Técnico Universitario Mecánico Automotriz de la Universidad Federico Santa María, permitiéndoles cumplir con el perfil profesional de nuestra casa de estudio.



BIBLIOGRAFÍA

Toda la bibliografía fue adquirida a través del departamento de mentoría y capacitación de Finning.

Manual del estudiante Motor Caterpillar C175 [en línea PDF],<file:///C:/Users/lagos/Downloads/document.pdf>, [consulta:15 de septiembre 2023].

Libro del Instructor Motores,Francisco Cornejo U,[en línea PDF]<<https://dokumen.tips/documents/motor-c175pdf.html>> [consulta:10 de agosto 2023].

Libro del estudiante,Finning Caterpillar Ltda,[en línea PDF]<https://issuu.com/fernandosagredo4747/docs/motor_c175_material_del_estudiante>[consulta:25 de julio 2023].

libro del estudiante instrucción técnica [en línea PDF]<<https://es.scribd.com/document/437759251/293970298-Manual-Del-Estudiante-C175-pdf>>[consulta:13 de junio 2023].