

Universidad Internacional del Ecuador



Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz

**Artículo Investigación para la obtención del Título de Ingeniero en Mecánica
Automotriz**

“Análisis de la eficiencia del sistema de arranque en vehículos utilitarios”

AUTORES:

Luis David Novillo Albuja.

Juan Francisco Tunala Cevallos.

DIRECTOR: ING. Alex Imbaquingo

Quito, febrero 2017

CERTIFICADO

Yo, Luis David Novillo Albuja declaro que soy el autor exclusivo de la presente investigación y que esta es original, autentica y personal de mi autoría. Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de mi exclusiva responsabilidad.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la ley de propiedad intelectual.

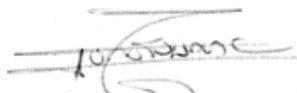


Luis Novillo A.

C.I. 172348513-0

Yo, Juan Francisco Tunala Cevallos declaro que soy el autor exclusivo de la presente investigación y que esta es original, autentica y personal de mi autoría. Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de mi exclusiva responsabilidad.

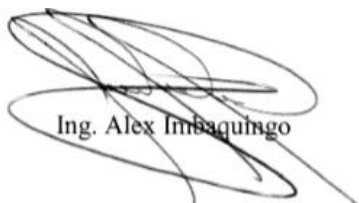
Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la ley de propiedad intelectual.



Juan Tunala

C.I 172029610-0

Yo, Alex Imbaquingo certifico que conozco a los autores del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



Ing. Alex Imbaquingo

DEDICATORIA

Este artículo va dedicado a mis padres que, con esfuerzo, dedicación, abnegación y amor lucharon para hacerme alguien útil para la sociedad y para que en un futuro no dependa de nadie, sino que sea un hombre independiente capaz de defenderme en cualquier situación con honestidad y humildad.

A mi madre Jhersy Gloria Albuja Flores, que día tras día estuvo a mi lado apoyándome y guiándome incansablemente desde que comencé el largo recorrido de mi educación y que cada vez que quise rendirme fue mi pilar y ejemplo latente en mi vida por eso madre adorada este trabajo va dedicado para ti.

Luis Novillo

Dedico este trabajo principalmente a dios y a la santísima virgen, que son mi guía por el buen camino y fortaleza, que me han permitido llegar hasta este momento importante de mi formación profesional.

A mi amada esposa Ivonne y mi pequeño Mathias que son el pilar de mi vida por su apoyo incondicional durante este proceso, por brindarme la oportunidad de demostrar ser un buen esposo y padre a la vez.

A mis Padres Francisco y Jacqueline quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir un sueño en mi vida, gracias por inculcar en mí los valores de educación, coraje, valentía, para formar un hombre de bien y ser un buen padre y esposo.

Juan Tunala

AGRADECIMIENTO

Los autores de este artículo agradecen a las autoridades y cuerpo docente de la Facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador y de manera muy especial al señor Ingeniero Alex Imbaquingo (Director de Artículo), a los señores, Ingeniero Cristian Oña, Ingeniero Darío Ávila e Ingeniero Diego Redin (Miembros del Tribunal Calificador); por la colaboración, atención y predisposición prestada para la culminación exitosa de este trabajo de grado.

Luis Novillo y Juan Tunala

ÍNDICE

CERTIFICADO	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
OBJETIVOS	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	viii
HIPÓTESIS.....	ix
INTRODUCCIÓN	ix
RESEÑA HISTÓRICA.....	ix
PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.....	ix
PARTES.....	x
FUNCIONAMIENTO.....	x
PROCEDIMIENTO	xi
ANÁLISIS DE RESULTADOS	xii
CONCLUSIÓN	xv
REFERENCIAS	xv

“ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE ARRANQUE EN VEHÍCULOS UTILITARIOS”

ING. Alex Imbaquingo

Luis David Novillo Albuja

Juan Francisco Tunala Cevallos

Universidad Internacional del Ecuador – Facultad de Ingeniería Automotriz.

OBJETIVOS:

Objetivo General.

- Analizar la eficiencia del sistema de arranque en vehículos utilitarios, mediante la utilización del **Analizador de Motor BOSCH FSA 740**.

Objetivos Específicos.

- Registrar datos acerca de los parámetros de funcionamiento del Sistema de arranque en vehículos utilitarios.
- Comparar los datos medidos para formular una tabla base de análisis de los mismos en las diferentes condiciones de funcionamiento “normal” en vehículos utilitarios.
- Establecer un cálculo de medición de eficiencia en sistemas de arranque de vehículos utilitarios en base a los datos medidos por el analizador de motor.
- Especificar el valor del porcentaje de eficiencia medido.

RESUMEN:

En este artículo se desarrolló el análisis de la eficiencia del sistema de arranque en automóviles utilitarios utilizando el equipo BOSCH FSA740 el cual facilita la toma de datos y análisis de resultados debido al software y herramientas de medición que posee además que mediante fórmulas que relacionan los datos antes mencionados se pudo llegar a determinar un valor porcentual el cual nos da una dimensión con la cual se puede afirmar o negar cuan eficiente es un sistema de arranque, por ello también se ha realizado cuadros comparativos y una gráfica que explica el grado porcentual en un total de 100% el grado de eficiencia que se llegó a obtener tras todo el proceso además que gracias a la comparación de los vehículos de similares características se pudo obtener datos muy concluyentes para el análisis definitivo el cual concluyó que los sistemas de arranque en vehículos utilitarios son eficientes.

PALABRAS CLAVE: Motor de Arranque, Eficiencia, BOSCH FSA 740, Rendimiento, Vehículos Utilitarios

ABTRACT:

This article developed the analysis of the efficiency of the starter system in utility vehicles using the BOSCH FSA740 equipment which facilitates data collection and analysis of results due to the software and measurement tools that it also possesses through formulas that relate the data Mentioned above it was possible to determine a percentage value which gives us a dimension with which we can affirm or deny how efficient a boot system is, so we have also done comparative tables and a graph that explains the percentage degree in a Total of 100% the degree of efficiency that was obtained after the whole process also that thanks to the comparison of the vehicles of similar characteristics it was possible to obtain very conclusive data for the definitive analysis which concluded that the systems of startup in commercial vehicles Are efficient.

KEYWORDS: Start Engine, Efficiency, BOSCH FSA 740, Performance, Utility Vehicles

HIPÓTESIS:

El sistema de arranque de un vehículo, o más conocido como motor de arranque se utiliza para poner el motor de combustión interna en marcha brindándole los primeros giros para que comience su trabajo normal; el motor de arranque debe vencer la inercia de los componentes del tren alternativo teniendo una relación peso/potencia adecuada la cual proporcione un par suficiente y que su consumo energético sea el indicado (para turismos hasta 30 Newton.metro Nm), por lo que su eficiencia radica en la relación que existe entre el trabajo que genera la corriente eléctrica en el rotor y estator del motor de arranque y la fuerza mecánica resultante generada para vencer la inercia de los elementos mecánicos que se encuentran estáticos; para que un motor de combustión comience su funcionamiento debe alcanzar una velocidad promedio de rotación de por lo menos 150 – 200 revoluciones por minuto (RPM). Por lo que la relación de transmisión entre el piñón béndix y el volante de inercia (1:10 – 1:16) influye directamente en la eficiencia debido al par generado por el motor de arranque que debe entregar para transmitir al conjunto del piñón bendix con el volante de inercia del motor de combustión y pueda funcionar por sus propios medios [1].

¿Qué porcentaje determinará la eficiencia en los sistemas de arranque tras relacionar la transformación de energías utilizadas para mover el motor de combustión interna de los vehículos utilitarios?

INTRODUCCIÓN:

Hoy en día los vehículos utilitarios y las nuevas tecnologías han hecho posible la mejora de los sistemas de eléctricos, ya que estos componentes tienen la necesidad de trabajar equilibradamente con las distintas condiciones de fuerza de los motores. El motor de arranque tiene la función de principal de dar el primer giro al cigüeñal para brindar el impulso o fuerza que rompa la inercia de los componentes del motor.

La eficiencia del motor de arranque está determinada por la relación que se obtiene entre la corriente eléctrica consumida y la resultante transformada en fuerza mecánica, esta eficiencia es medida mediante el analizador de motor BOSCH FSA-500, para

su medición se selecciona en el analizador de motor paso de prueba arrancador, batería y compresión para medir el número de tensión y revoluciones del motor.

El desarrollo del proyecto se basa en determinar qué tan eficiente es el sistema de arranque en los vehículos utilitarios y tomando en cuenta los parámetros preestablecidos del vehículo el cual será sujeto de análisis se realizará el cálculo respectivo y el análisis pertinente de la toma y medición de datos determinando así el valor único de eficiencia del vehículo de análisis.

RESEÑA HISTÓRICA:

Cuando se diseñó y construyó el primer motor de combustión interna a gasolina, uno de los problemas que tuvo fue dar el primer impulso al cigüeñal para conseguir el primer tiempo vivo. La solución se encontró al usar una manivela, dando movimiento a mano hasta encontrar el punto preciso para conseguir el primer impulso o chispazo que inicie el funcionamiento del motor. Este problema inicial se superó con la construcción y uso del motor de marcha o motor de arranque accionado mecánicamente con un contacto en el piso, a manera de botón que, en sí, era el puente para conectar el circuito eléctrico que moviera el arrancador y a su vez, movía el cigüeñal y era posible encontrar con facilidad el primer impulso de inicio de funcionamiento del motor; de esta manera se eliminó el uso de manivela de arranque. Actualmente se tiene un arrancador moderno con mando magnético accionado por un botón en el tablero o un contacto de retorno automático en la llave de encendido o llave de contacto [2].

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO:

El funcionamiento del motor de arranque está basado en la fuerza de atracción y repulsión de dos campos magnéticos creados por una corriente eléctrica. En función de la teoría de los campos electromagnéticos por una espira de cobre se hace circular una corriente eléctrica, se crea en ella un campo magnético cuyas líneas de fuerza circulan por el interior de la misma perpendicularmente al plano de la espira, y si ésta corriente es continua, el campo se polariza en ambas caras de la espira, determinando los polos norte (N) y sur (S) de la misma. Si la espira se coloca dentro de otro

campo magnético, tenderá a colocarse de forma que las líneas de fuerza del campo entren por su cara sur y salgan por su cara norte, creándose en la espira un par de rotación que origina su movimiento, para colocar sus polos enfrentados con los polos de signo contrario del campo, ya que los polos de signo contrario se atraen y los del mismo signo se repelen [3].

PARTES:

CARCASA. - Este elemento está formado por un cuerpo de acero de bajo contenido de carbono a través del cual se cierra el circuito magnético del campo inductor, formado en las expansiones polares y creado por las bobinas inductoras, dentro del cual se mueve el inducido o rotor.

ROTOR. - Es un eje de acero sobre el cual está montado en uno de sus extremos el colector y en el otro un estriado helicoidal que permite el desplazamiento de un piñón que engranara con la cinta del volante de inercia; también sirve como alojamiento de un conjunto de laminillas con ranurados que sirven para alojar las espiras o bobinas por donde fluirá corriente a través de las escobillas y el colector.

COLECTOR. - Es un anillo formado por un conjunto de laminillas de cobre llamadas delgas y montado cerca de uno de los extremos del eje donde los conductores del devanado se unen formando un lazo cerrado permitiendo el paso de corriente proveniente de una fuente a través de las escobillas y el colector, cumpliéndose lo explicado en el principio de funcionamiento de un motor eléctrico de corriente continua.

PIÑÓN DE ENGRANE. - Es un piñón de pocos dientes fijado sobre el estriado helicoidal del eje del rotor para que este se pueda desplazar hasta acoplarse con la cinta dentada del volante de inercia que posee un mayor número de dientes, con la finalidad que la relación de transmisión sea grande y que, con una pequeña fuerza del motor de arranque, podamos vencer la inercia y la alta compresión del motor de combustión interna.

ESCOBILLAS. - Las escobillas, vulgarmente conocidas como carbones por estar compuestas por este material con un porcentaje de cobre son las encargadas de

conducir la corriente eléctrica hacia el inducido.

En los motores de arranque las escobillas suelen ser cuatro; dos de las cuales estarán aisladas en la porta escobillas siendo los terminales finales de las bobinas inductoras que se encuentran el estator, y las siguientes están conectadas a masa determinando el punto de menor potencial o terminal negativo del sistema de arranque.

AUTOMÁTICO DE ARRANQUE. - Es un relé de gran potencia que se ha incorporado en el sistema de arranque con la finalidad de conectar y desconectar la corriente entregada por la batería al motor de arranque a través de un puente eléctrico.

Este sistema de conexión es por lo tanto el encargado de soportar altas corrientes consumidas por el motor de arranque, sin dañarse y sobretodo sin dañar al interruptor de arranque, adicionalmente es el encargado de desplazar la horquilla que empuja al piñón de engrane durante su recorrido axial para que este engrane con la cinta dentada del volante de inercia y de esta manera conseguir el arranque del motor de combustión interna [4].

En la FIGURA 1 se puede observar los componentes antes mencionados y como se encuentran montados en el motor de arranque.

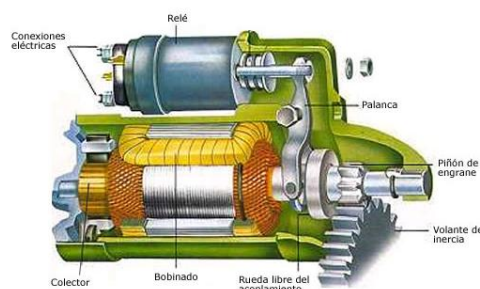


FIGURA 1.- Imagen que muestra los componentes básicos de un motor de arranque

FUENTE:

<http://www.aficionadosalamecanica.net/cursos/motor.htm>

FUNCIONAMIENTO:

El motor de arranque es un motor eléctrico de corriente continua. El funcionamiento eléctrico de estos motores en cuanto a su puesta en marcha es idéntica para todos los tipos, cambiando solamente la forma de realizar el acoplamiento con la corona del motor térmico,

según el tipo de mecanismo de arrastre empleado; para efectos del análisis se determinó que el tipo de motor de arranque que utilizan los vehículos seleccionados son de tipo engrane por horquilla. En este tipo de motor (FIGURA 2), Al cerrar el interruptor de puesta en marcha la corriente procedente de la batería (2) alimenta la bobina (4) del relé, la cual crea en su interior un campo magnético que hace desplazar en la dirección de sus líneas de fuerza el núcleo móvil (4), situado en el interior de la bobina, el cual cierra los contactos de alimentación (5) a los arrollamientos del motor (6). Al desplazarse el núcleo (4) por el interior de las bobinas (3A), realiza dos funciones consecutivas:

- a) cerrar los contactos (5) de paso de corriente al motor.
- b) desplazar el mecanismo de arrastre (7), para acoplar el piñón (8) a la corona (9) del motor térmico.

La relación de transmisión entre el anillo y la cremallera es de aproximadamente 20:1. En esta alta relación de transmisión el piñón no permanece engranado continuamente puesto que el motor de marcha alcanzaría una frecuencia de giro demasiado alta. Por ende, se necesita un dispositivo especial de desenganche, con el fin de que haya separación entre el motor principal y el de marcha, cuando la frecuencia de giro del motor sobrepase cierto valor [5].

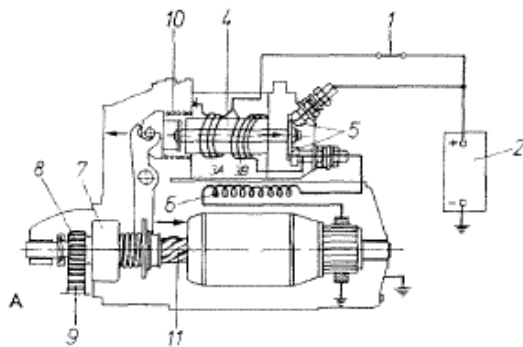


FIGURA 2.- Puesta en funcionamiento y desplazamiento del piñón: A, en posición de arranque,

FUENTE: Curso de Electricidad del Automóvil/Estudio del motor de Arranque

PROCEDIMIENTO:

Para comenzar a utilizar el equipo BOSCH FSA740, se procede a encender el computador e ingresar a la aplicación Bosch FSA; esperando antes de realizar cualquier proceso que el módulo de herramientas entre en línea ya que se conecta automáticamente por bluetooth inalámbrico.

Ahora se selecciona pasos de prueba, tras ello se va a desplegar la pantalla de los diferentes tipos de pruebas que se puede realizar con este equipo, en este caso se selecciona la prueba llamada Batería/Corriente del motor de arranque, una vez dentro de la pantalla de prueba, se colocan los datos del vehículo como número de cilindros N° y orden de encendido; también se coloca la norma SAE o DIN que se encuentra descrita en la batería del vehículo de prueba.



FIGURA 3.- Imagen que muestra el primer paso para ingresar a la pantalla de prueba de Batería/Corriente del motor de arranque

FUENTE: Captura de pantalla de aplicación del banco BOSCH FSA 740

El procedimiento antes descrito es en cuanto al set up del Hardware Bosch, ahora para realizar la prueba se necesitará el Cable múltiple de medición canal 1 (CH1); Cable múltiple de medición canal 2 (CH2); Pinza amperimétrica de 1000 A; Estroboscopio.

Donde el cable CH1 y CH2 se conectan en los polos positivo y negativo de la batería respectivamente; después de haberlos colocado se coloca la pinza amperimétrica ya sea en el cable positivo o en el negativo, únicamente teniendo en cuenta la dirección de la flecha la cual se tiene que colocar en base al flujo de la tensión.

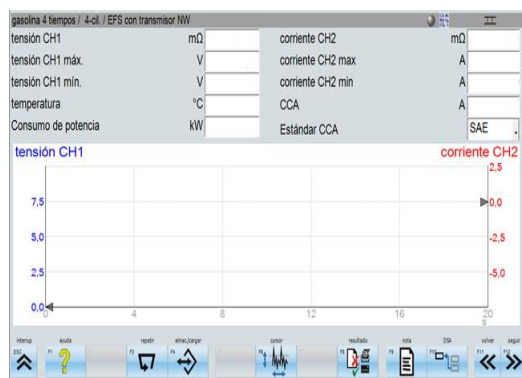


FIGURA 4.- Imagen que muestra la pantalla prueba de Batería/Corriente del motor de arranque

FUENTE: Captura de pantalla de aplicación del banco BOSCH FSA 740

Por ultimo coloca la punta del estroboscopio en el borne de alimentación del automático del motor de arranque.

Con los elementos ya colocados realizamos la prueba arrancando el vehículo hasta que encienda, y la pantalla nos arroja los datos, aparte se toma el tiempo que se demora en encender, para poder realizar el análisis realizamos las pruebas basándonos en tres condiciones:

- 1) la primera prueba con la Batería totalmente cargada,
- 2) la segunda con la batería a carga media con los accesorios funcionando
- 3) la tercera con batería baja

Estas tres condiciones nos arrojan diferentes resultados en los cuales se basa el análisis de la eficiencia en los motores de arranque en vehículos utilitarios.

ANÁLISIS DE RESULTADOS:

Al realizar las pruebas el equipo arrojó varios datos los cuales se colocó en una tabla comparativa, y tras realizar los cálculos pertinentes se obtuvieron los siguientes resultados:

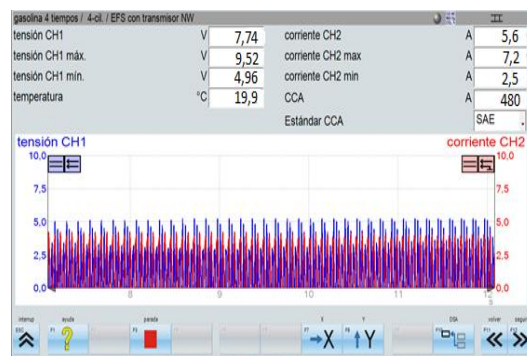


FIGURA 5.- Imagen que muestra la pantalla mientras se realiza la prueba de Batería/Corriente del motor de arranque/Vehículo de prueba 1

FUENTE: Captura de pantalla de aplicación del banco BOSCH FSA 740

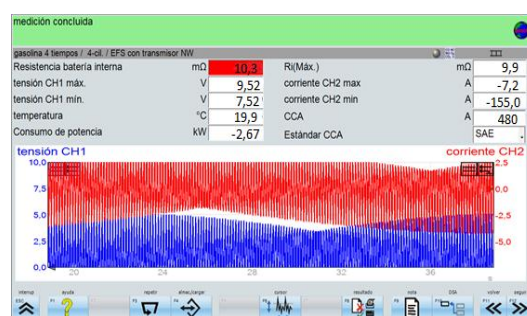


FIGURA 6.- Imagen que muestra la pantalla con los resultados prueba de Batería/Corriente del motor de arranque/ Vehículo de prueba 1

FUENTE: Captura de pantalla de aplicación del banco BOSCH FSA 740

TABLA 1.- Tabla de resultados de los datos obtenidos tras las pruebas realizadas en el vehículo Mazda BT-50

Mazda BT-50	Pinza	Multímetro	Tiempo
Carga Total	7,2 A	9,52 v	2,88 s
Carga Media	5,6 A	7,74 v	3,33 s
Carga Baja	2,5 A	4,96 v	5,31 s

FUENTE: Luis Novillo – Juan Tunala

En la TABLA 1 se encuentran los datos obtenidos del primer vehículo (Mazda BT-50) que se seleccionó para el análisis. Los datos obtenidos se han medido en tiempo real bajo las tres condiciones mencionadas anteriormente en el procedimiento. Los datos que se obtuvo en carga baja fueron tomados sin que el motor encendiera debido a la carga muy baja de batería.

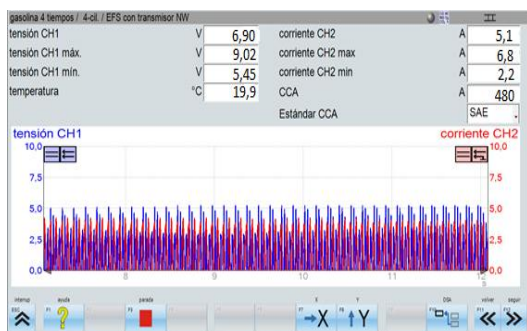


FIGURA 7.- Imagen que muestra la pantalla mientras se realiza la prueba de Batería/Corriente del motor de arranque/ Vehículo de prueba 2

FUENTE: Captura de pantalla de aplicación del banco BOSCH FSA 740

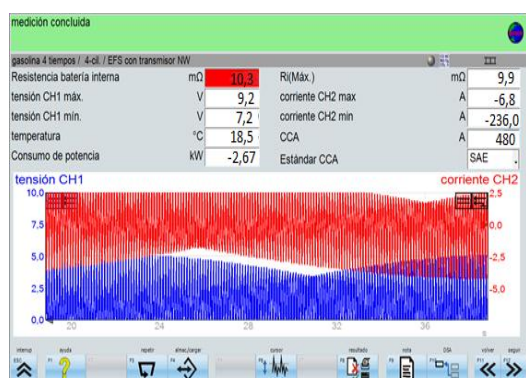


FIGURA 8.- Imagen que muestra la pantalla con los resultados prueba de Batería/Corriente del motor de arranque/ Vehículo de prueba 2

FUENTE: Captura de pantalla de aplicación del banco BOSCH FSA 740

TABLA 2.- Tabla de resultados de los datos obtenidos tras las pruebas realizadas en el vehículo Mazda B2600

Mazda B2600	Pinza	Multímetro	Tiempo
Carga Total	6,8 A	9,2 v	4,45 s
Carga Media	5,1 A	6,9 v	4,68 s
Carga Baja	2,2 A	5,45 v	7,74 s

FUENTE: Luis Novillo – Juan Tunala

En la TABLA 2 se muestran los resultados del segundo auto de análisis (Mazda B 2600), donde se puede apreciar los datos tomados al igual que con el primer vehículo en las tres condiciones de medición, aquí también con carga baja el vehículo no arranca.

Para efectos del caso de análisis se seleccionó dos vehículos con motores similares, fabricados en diferentes años y con un uso y

mantenimiento totalmente diferente, esto para poder aseverar que dentro del tiempo que se considera que un vehículo cumple su tiempo de vida útil que son 10 años, el motor de arranque del mismo debe ser eficiente a tal grado que no falle en el arranque.

La primera observación notoria es el tiempo que demoran ambas camionetas en poner en marcha al motor de combustión interna como se puede ver en la TABLA 3.

TABLA 3.- Tabla comparativa de tiempos de duración de arranque

Carga/Tiempo	Mazda BT-50	Mazda B 2600
Carga Total	2,88 s	4,45 s
Carga Media	3,33 s	4,68 s
Carga Baja	5,31 s	7,74 s

FUENTE: Luis Novillo – Juan Tunala

Como se puede apreciar en la TABLA 3 la diferencia en tiempo para arranque es marcado esto debido que el vehículo de prueba 1 es un vehículo de transporte privado, además que el propietario solo la utiliza pocas veces a la semana y los mantenimientos los realiza en el concesionario Mazda, por otro lado, el vehículo de prueba 2 es un vehículo que presta servicio de transporte público en el Cantón Mejía por lo que su desgaste, uso y mantenimiento es muy acelerado.

Al abrir el capot de ambos vehículos y revisar el estado de las baterías que por cierto para sorpresa eran similares, pudimos notar que ambas baterías tenían el agua muy baja, pero a diferencia del vehículo de prueba 1, el vehículo de prueba 2 ya llevaba tiempo con la batería falta de mantenimiento por lo que al comparar estos datos se dice que ambos motores de arranque son eficientes pero que al tener un buen mantenimiento y cuidado de los elementos que constituyen el sistema de arranque hacen que aumente la eficiencia del mismo ya que en concepto la eficiencia se define como la capacidad de realizar un trabajo optimizando recursos en este caso el tiempo, así que el tipo de uso y mantenimiento es un factor externo que afecta la eficiencia de los motores de arranque con base en el aumento del tiempo de arranque del motor de combustión interna.

Para poder determinar un valor porcentual de la eficiencia de los motores de arranque en vehículos utilitarios se fundamenta en las siguientes formulas las cuales ayudan a relacionar los datos que se obtuvo en la medición y generar un valor que dé una referencia del grado porcentual en que los motores de arranque funcionan.

$$W = W_v + W_a$$

W = potencia mínima del motor

W_v = potencia para arrancar el motor térmico

W_a = potencia consumida por el motor al arranque

Vehículos ligeros ——— 0,5 a 1 CV ——— 0,4 a 0,8 kW

Vehículos medios ——— 1 a 3 CV ——— 0,8 a 2,2 kW

Vehículos pesados ——— 3 a 6 CV ——— 2,2 a 5 kW

FÓRMULA 1.- Fórmula de Potencia mínima desarrollada por el motor con sus respectivos valores constantes

FUENTE: Curso de Electricidad del Automóvil/Estudio del motor de Arranque

Con los datos obtenidos con el equipo BOSCH FSA740 es posible gracias a esta fórmula obtener el valor de potencia consumida por el motor de arranque en funcionamiento; luego con estos datos utilizamos la FÓRMULA 2 para determinar la potencia útil para arrancar el motor de combustión interna.

$$W_u = \frac{C_m \cdot n}{716,2} \cdot 0,736 = \frac{K \cdot V_t \cdot n \cdot 0,736}{716,2} \text{ (en kW)}$$

C_m = par resistente del motor en kgf · m

V_t = cilindrada total del motor en litros

K = coeficiente determinado en función del tipo de motor, en el que intervienen el grado y tipo de combustión, relación de compresión, etc. Este valor oscila de 3 a 5 para motores de gasolina y de 5 a 10 para los motores Diesel

FÓRMULA 2.- Fórmula de Potencia útil desarrollada por el motor con sus respectivos valores constantes

FUENTE: Curso de Electricidad del Automóvil/Estudio del motor de Arranque

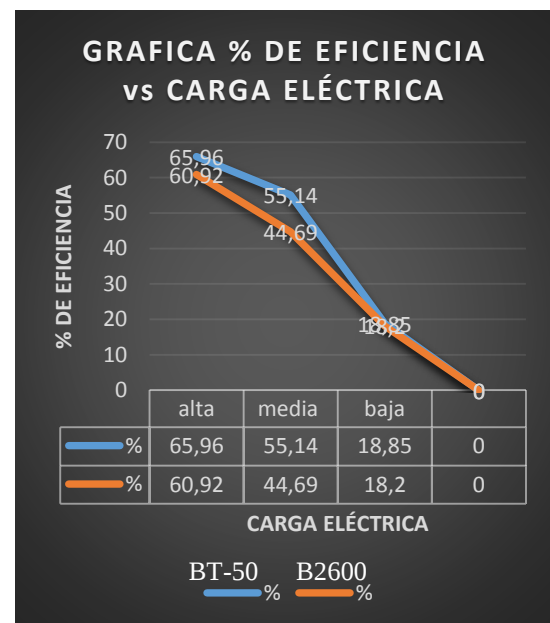
Tomando en cuenta los datos y constantes que se requieren para esta fórmula se realizó los cálculos utilizando 200 RPM para carga total; 150 RPM para carga media y 120 RPM para carga baja; de esta manera se puede determinar la potencia útil desarrollada para generar el arranque del motor de combustión interna. Obteniendo los siguientes resultados:

TABLA 4.- Tabla descriptiva de los valores de potencia y % de eficiencia obtenidos tras los cálculos pertinentes

BT-50	Pot. Consumida	Pot. Útil	% Eficiencia
Carga Total	67,74 Kw	2,67 Kw	65,96 %
Carga Media	42,54 Kw	2 Kw	55,14 %
Carga Baja	11,6 Kw	1,6 Kw	18,85 %
B2600			
Carga Total	61,76 Kw	2,67 Kw	60,92 %
Carga Media	34,39 Kw	2 Kw	44,69 %
Carga Baja	11,2 Kw	1,6 Kw	18,2 %

FUENTE: Luis Novillo – Juan Tunala

GRÁFICA 1



FUENTE: Luis Novillo – Juan Tunala

DESCRIPCIÓN: Gráfica con valores ascendentes relacionando la carga con el porcentaje de eficiencia del sistema de arranque

En la tabla N° 4 se puede apreciar el valor de eficiencia que se determinó tras relacionar el valor de la potencia consumida por el motor de arranque sobre el valor de potencia útil o potencia al freno para determinar un valor adimensional el cual es una referencia del valor porcentual de eficiencia en cuanto al funcionamiento del motor de arranque en vehículos utilitarios, además en la gráfica N°1 se ha representado los valores de porcentaje de

eficiencia del sistema de arranque. Tras la presente investigación se determinó que los sistemas de arranque en vehículos utilitarios son eficientes hasta un mínimo del 40%; menos de este valor el sistema con mucha dificultad puede operar y no cumple con su función principal.

CONCLUSIÓN:

Se determinó que el equipo de prueba FSA-740 es una herramienta muy útil para determinar la eficiencia de los sistemas de arranque de vehículos utilitarios ya que mediante la toma de datos; obtuvimos las siguientes conclusiones:

1. El motor de arranque en carga alta es muy eficiente.
2. Con carga media en el sistema el motor de arranque es eficiente dependiendo del tipo de mantenimiento y estado de los elementos del sistema ya que un mal cuidado de la batería o mal estado de los cables conductores determina el aumento del tiempo de puesta en marcha lo que se traduce en una baja eficiencia ya que no es eficiente si cumple con su función, pero demora un considerable periodo de tiempo en hacerlo, como se puede evidenciar en la TABLA 3.
3. En carga baja se determinó que los sistemas no son eficientes debido a que la carga no es suficiente para generar una potencia mínima que rompa el equilibrio de los elementos del motor de combustión así determinando muy sencillamente que bajo el 40% de eficiencia de los sistemas de arranque de vehículos utilitarios no son eficientes.

También la base de datos del software puede ayudar a determinar los valores de medición en tiempo real dando una gráfica muy explicativa acerca de los datos medidos.

Se concluyó también que mediante los datos obtenidos se puede realizar los cálculos pertinentes para determinar el valor porcentual de eficiencia de los sistemas de arranque en vehículos utilitarios.

Al determinar el valor porcentual de eficiencia de los sistemas de arranque se puede dar un

rango de eficiencia del 40% al 70% donde se afirma que basado en datos y cálculos los sistemas son eficientes si estos mantienen este rango. Si el porcentaje es menor del 40% el sistema de arranque no será eficiente ya que dicho motor no arrancará y no será capaz de romper la inercia para hacer girar los componentes del motor de combustión interna.

REFERENCIAS:

- [1]Alonso J, Técnicas del automóvil Equipos eléctricos, 10° edición, Paraninfo
- [2]<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-11153122>
- [3]<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-11153122>
- [4]Alonso J, Técnicas del automóvil Equipos eléctricos, 10° edición, Paraninfo; <http://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/130/1/T-UIDE-0134.pdf>
- [5]https://www.comforp.net/index.php/component/rsfiles/descargar-archivo/archivos.html?path=concurso%2Farranque_carga%2F2010-139-01-A.pdf