



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 20 – JULIO DE 2009

“UTILIZACIÓN DEL OSCILOSCOPIO EN EL AUTOMÓVIL”

AUTORÍA JESÚS DÍAZ FONSECA
TEMÁTICA MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS AUTOPROPULSADOS
ETAPA FORMACIÓN PROFESIONAL

Resumen

En el siguiente artículo se expondrá la importancia del buen conocimiento que debe tener el Técnico Electromecánico de Vehículos, así como el Técnico Superior de Automoción del osciloscopio como aparato de medición en el taller, de modo que con el mismo sea capaz de controlar una serie de señales eléctricas, incluso electrónicas, imposibles de controlar por medio del polímetro.

Palabras clave

Osciloscopio

Señal alterna

Frecuencia

Periodo

Hercios (Hz)

Señal de onda cuadrada

% Dwell, RCO, PWM (Modulación de impulsos)

1. INTRODUCCIÓN

En este artículo se realizará una descripción general de un osciloscopio para automoción, así como una muestra de varios ejemplos reales de mediciones con el mismo, sobre un sistema de inyección Diesel moderno. El objetivo que pretendo es demostrar que el alumno del Ciclo Formativo de Grado Medio de Electromecánica, así como el del Ciclo Formativo de Grado Superior de Automoción debe saber manejar este tipo de aparatos de medida, cuando las señales a medir no pueden ser captadas con un polímetro.

El osciloscopio es un equipo de medida capaz de visualizar en gráficas todas las mediciones eléctricas que se realizan con polímetro, además de otras que por la velocidad con la que cambian de valor no se pueden medir con el polímetro.

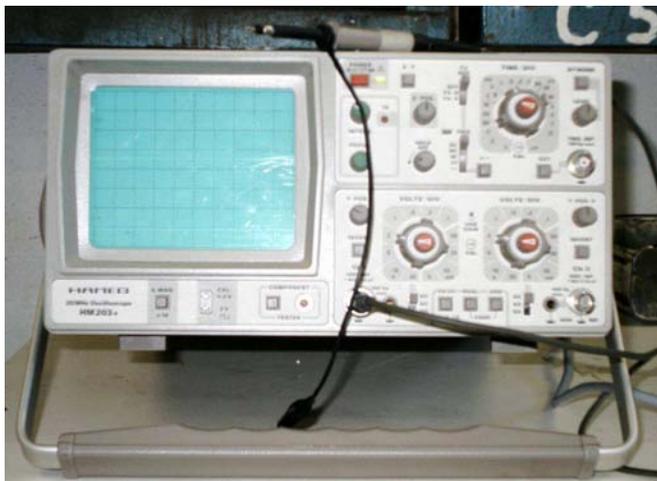
Existen osciloscopios de laboratorio que incluyen muchos controles y ajustes, algunos de los cuales no se utilizan en automoción, por lo que los más adecuados para el automóvil son los osciloscopios digitales portátiles, específicos de automoción, o también aquellos que se utilizan con el ordenador por medio de un software que se instala y de un interfaz o elemento que se coloca entre el ordenador y el circuito a medir.

2. TIPOS DE OSCILOSCOPIOS

En general existen tres tipos de osciloscopios: osciloscopio analógico de laboratorio, osciloscopio digital portátil de automoción, osciloscopio digital integrado en PC, pudiendo ser de 2 o 4 canales. Algunos muestran al menos 2 canales simultáneamente, lo cual es una ventaja a la hora de comparar señales que están relacionadas entre sí.

2.1. Osciloscopio de laboratorio

Este tipo de osciloscopio, analógico, muy utilizado por técnicos de TV, radio y electrónicos en general, no se utiliza en automoción, debido a la falta de respuesta en velocidad ante diferentes señales electrónicas del automóvil, aunque en ocasiones puede ser de utilidad.



2.2. Osciloscopio digital portátil de automoción

Existen varias marcas de aparatos de diagnóstico de automoción que ofrecen este tipo de osciloscopios, los cuales son muy eficaces, ya que pueden trasladarse fácilmente y funcionan conectados a la batería del automóvil, por lo que se convierte en una herramienta de disposición rápida y muy útil para diagnosticar averías fuera del taller en vehículos inmovilizados en la carretera, o bien realizar pruebas en el vehículo rodando en carretera.

**INNOVACIÓN
Y
EXPERIENCIAS
EDUCATIVAS**

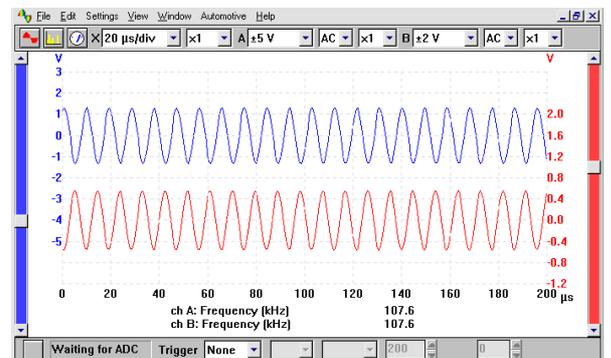
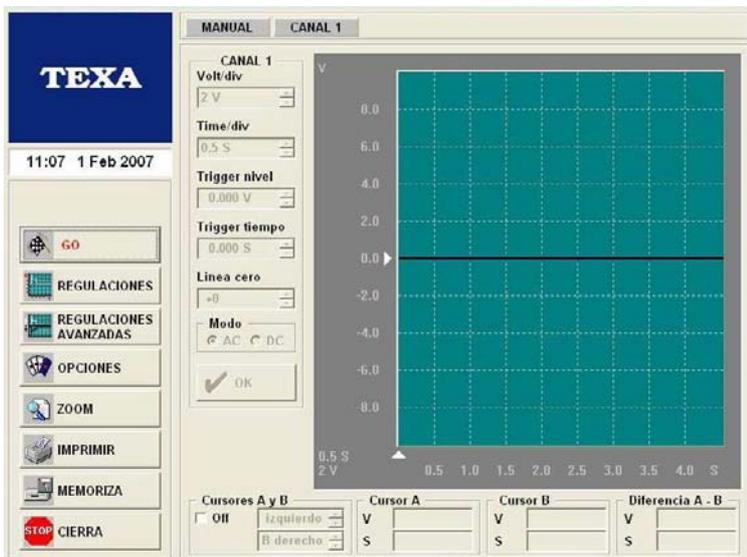
ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 20 – JULIO DE 2009



EJEMPLOS DE OSCILOSCOPIOS DIGITALES DE MANO PARA AUTOMOCIÓN

2.3. Osciloscopio integrado en PC

Esta solución es de las más comunes en los talleres y consiste en un aparato que se conecta a modo de interfaz entre el PC y el vehículo; Es necesario instalar el programa adecuado en el PC, y al utilizarlo, las gráficas se muestran en la pantalla del ordenador.





ISSN 1988-6047

DEP. LEGAL: GR 2922/2007

Nº 20 – JULIO DE 2009

3. AJUSTES Y CONTROLES EN EL OSCILOSCOPIO

Un osciloscopio de automoción está diseñado para que sea capaz de analizar y comprobar los circuitos de carga, arranque, sistemas de encendido, y especialmente todos los sistemas electrónicos que actualmente incorporan los automóviles, estando muy indicado para la comprobación de señales digitales y alternas que generan los diversos y variados sensores del automóvil, así como las señales aplicadas por la UCE a los actuadores de los sistemas electrónicos.

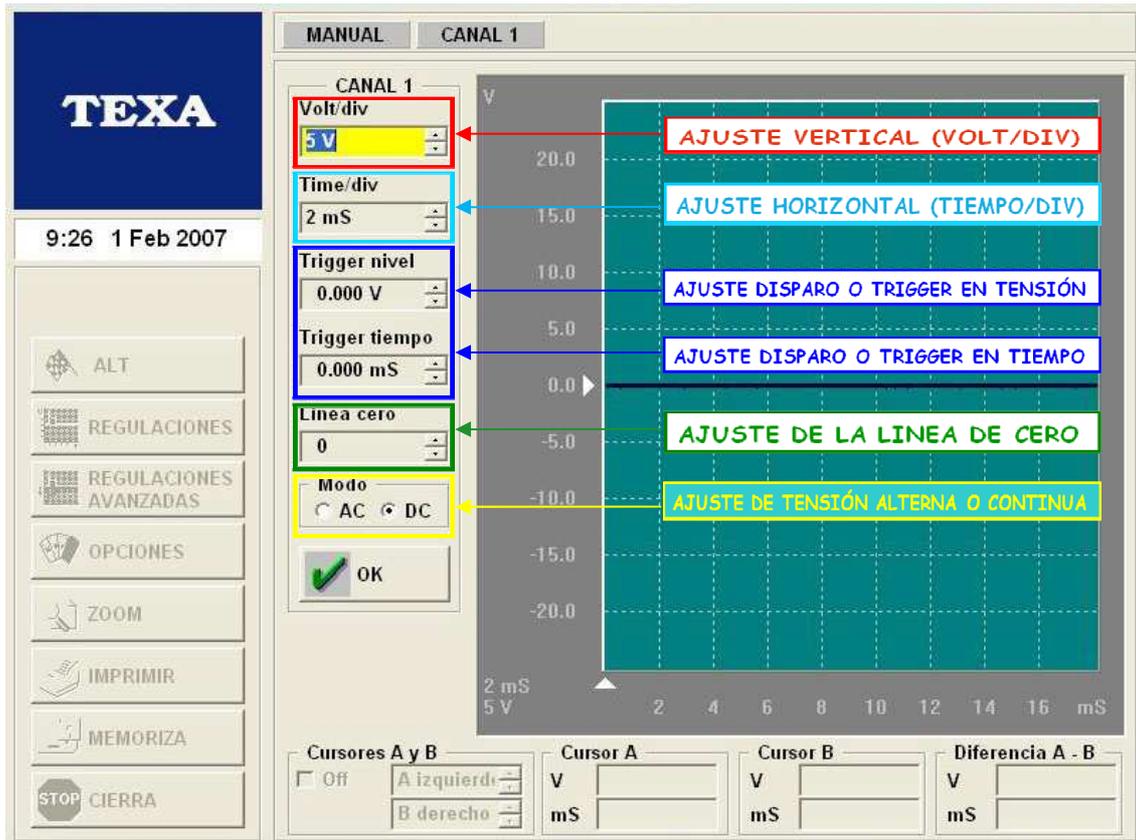
La visualización de una señal en un osciloscopio puede diferir bastante en función del ajuste que se efectúe en éste, de modo que dichos ajustes dependerán de la frecuencia y valor de tensión de una señal, para que ésta se vea en la proporción adecuada en la pantalla.

Para explicar el funcionamiento y utilización del osciloscopio, se mostrará un osciloscopio digital diseñado especialmente para su utilización en el automóvil.

3.1. Ajustes en el osciloscopio

Dichos ajustes son:

- **Ajuste vertical**, donde tendremos que ajustar el nivel de tensión de la señal para que no se vea muy pequeña ni que se salga de la pantalla; en concreto se escoge el valor de Voltios / división, siendo la división cada cuadrícula en la que se divide la pantalla.
- **Ajuste horizontal**, donde tendremos que ajustar el valor del tiempo que dura un ciclo (periodo), de modo que cada ciclo ocupe, aproximadamente, una división, con lo que en el ancho de pantalla veremos varios ciclos y tendremos una visión clara de la señal. Es lo que se llama Tiempo / división.
- **Ajuste de tensión alterna o continua**, situaremos el selector correspondiente en alterna o continua dependiendo del tipo de señal.
- **Ajuste del disparo o trigger**, que es una función que permite sincronizar el comienzo de visualización de una señal en un punto concreto de la pantalla, coincidiendo con un nivel de tensión y otro de tiempo ajustado previamente por el usuario; de este modo parecerá que la señal está congelada, ésta no se moverá mucho y será fácil analizarla.
- **Ajuste de la línea de cero**, que es la línea que separa la parte positiva y negativa de la señal, cuando ésta sea alterna. Cuando nos interese ver una señal continua con su nivel de tensión muy ampliado, tendremos que bajar la línea de cero; al visualizar una señal alterna, normalmente situaremos la línea de cero a mitad de pantalla, para que se vean bien las componentes positivas y negativas de la señal.



3.2. Aplicaciones de los osciloscopios en automoción

Las aplicaciones más comunes que han tenido los osciloscopios en automoción hasta hace algunos años eran las visualizaciones obtenidas de las tensiones del primario y secundario en el sistema de encendido de los motores de gasolina.

Modernamente, los vehículos incorporan multitud de dispositivos electrónicos que, o bien generan señales digitales o alternas (sensores), o bien funcionan con las mismas (actuadores), ya sean con motores diesel como con gasolina, ya que existen una serie de sistemas no relacionados con el motor que funcionan electrónicamente.

En las siguientes páginas se explicarán algunas de estas señales y los dispositivos que las generan o las utilizan, a modo de ejemplo, así como los ajustes realizados en el osciloscopio mostrado anteriormente, para su correcta visualización e interpretación.

4. TIPOS DE SEÑALES MÁS COMUNES EN AUTOMOCIÓN

4.1. Señales de tensión alterna

Las señales alternas más comunes a controlar en el automóvil son las siguientes:

- Señal de sensores inductivos

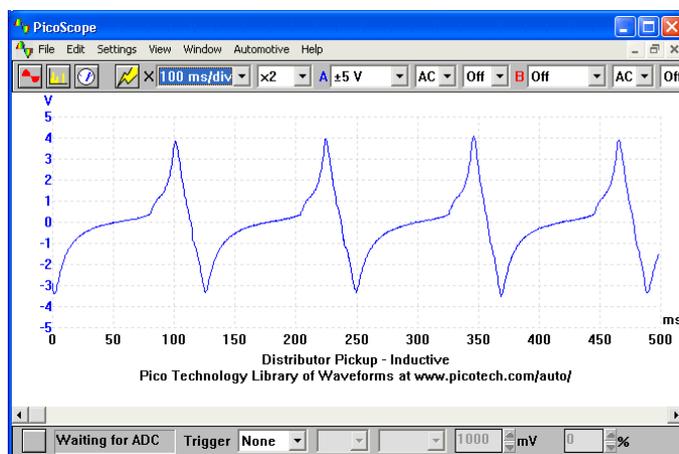
En este gráfico se ve el tipo de señal alterna que generan estos sensores.

En estos tipos de señales cada ciclo completo se realiza en un determinado tiempo o frecuencia.

No necesitan alimentación para generar esta señal.

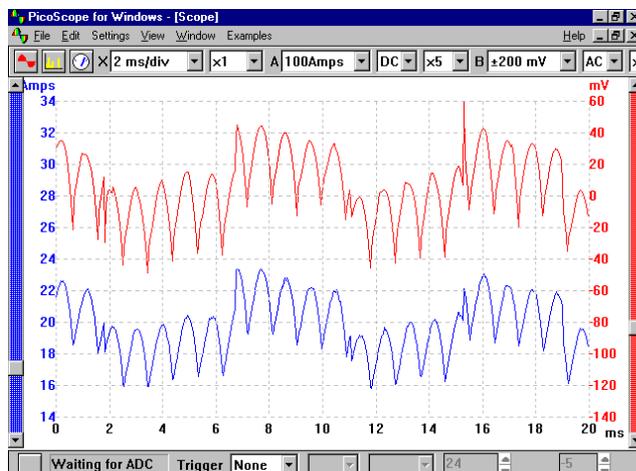
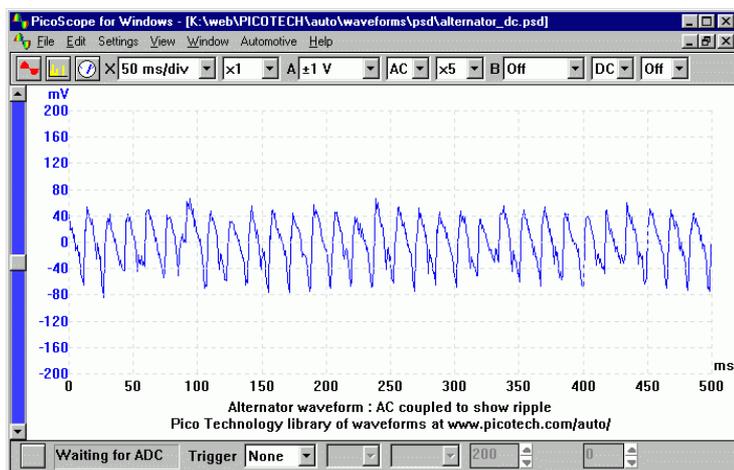
Las encontramos en elementos como sensores de revoluciones de motor, de ruedas (en el ABS), etc.

Para visualizar en el osciloscopio este tipo de señales, tendremos que seleccionar la opción AC, además de los ajustes necesarios para la correcta visualización.



- Señal de la componente alterna rectificada en el alternador

Aunque es una señal “rectificada” se observa que mantiene una componente alterna, la cual se ve diferente según el distinto ajuste del osciloscopio, ya que en la imagen de la derecha el distinto ajuste hace que se vea la señal ampliada. Los fallos en el puente de diodos (rectificador) se mostrarían esta señal, ya que sería una señal alterna no rectificada. En la imagen de la derecha y en azul se muestra el oscilograma de la intensidad de carga del alternador, por medio de una pinza amperimétrica.

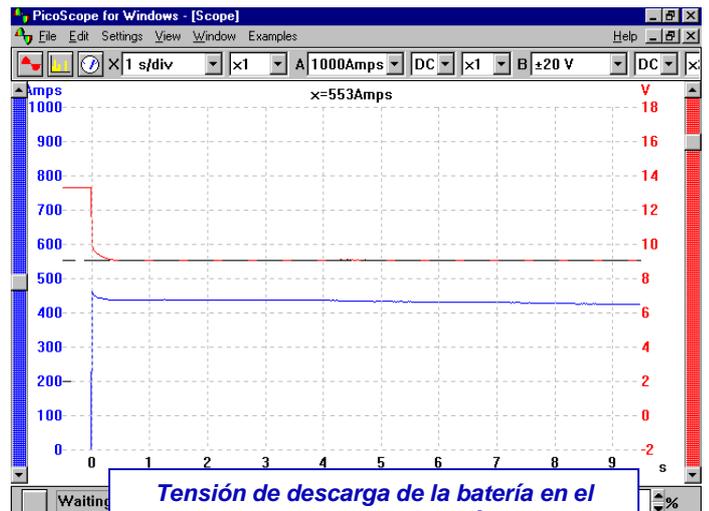


**INNOVACIÓN
Y
EXPERIENCIAS
EDUCATIVAS**

ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 20 – JULIO DE 2009

4.2. Señales de tensión continua

Como si utilizásemos un polímetro, con el osciloscopio se pueden medir tensiones continuas.



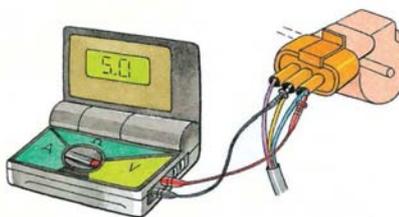
4.3. Señales de tensión continua variables

Son señales que generan algunos sensores de los diferentes sistemas electrónicos y que informan a la UCE de ciertas situaciones y condiciones físicas, como pueden ser el caudalímetro de aire, el potenciómetro del acelerador o la sonda lambda en los sistemas de gestión de motor, que informan de la cantidad de aire aspirado, la posición del pedal de acelerador o de la cantidad de oxígeno en los gases de escape, respectivamente.

Estas señales son de corriente continua, pero su valor es variable, en función de la variación de los parámetros físicos o variables de las que informan.



CAUDALÍMETRO



POTENCIÓMETRO DE ACELERADOR

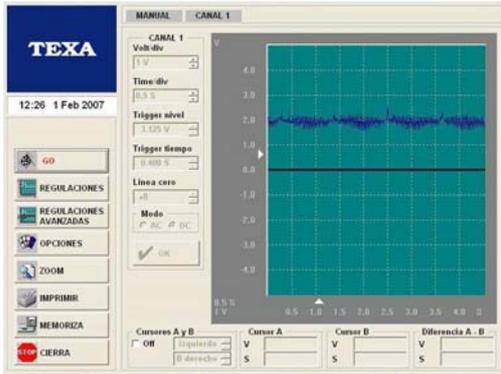


SONDA LAMBDA

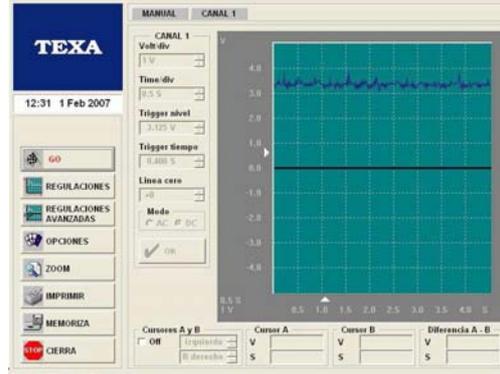
INNOVACIÓN Y EXPERIENCIAS EDUCATIVAS

ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 20 – JULIO DE 2009

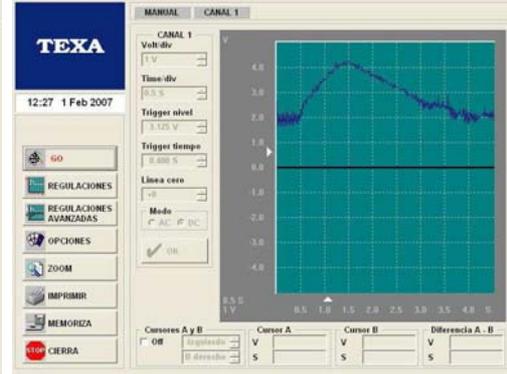
- Señal de un caudalímetro



SEÑAL DEL CAUDALÍMETRO AL RALENTÍ



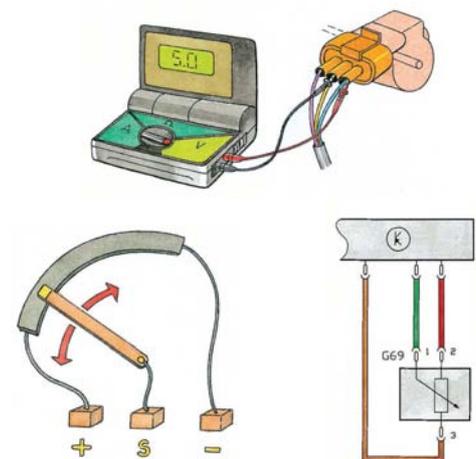
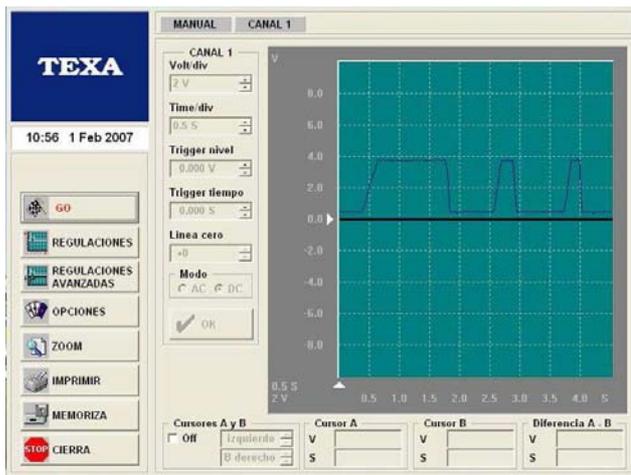
SEÑAL DEL CAUDALÍMETRO A 2500 RPM



SEÑAL DEL CAUDALÍMETRO DURANTE UN ACELERÓN

- Señal de un potenciómetro de acelerador

Un potenciómetro de acelerador no es más que una resistencia variable, con tres conexiones, a la que se le aplica una tensión (+ y -) entre dos de sus bornes y, en función de la posición que tome el acelerador ofrece un valor de tensión diferente a través de la tercera conexión o salida. Normalmente dan un valor cercano a 0,5 V en ralentí para ir subiendo el valor hasta 4,75 V aproximadamente, con el pedal totalmente pisado.



SEÑAL DE POTENCIÓMETRO DE ACELERADOR DANDO TRES ACELERACIONES DE DURACIÓN VARIABLES



INNOVACIÓN
Y
EXPERIENCIAS
EDUCATIVAS

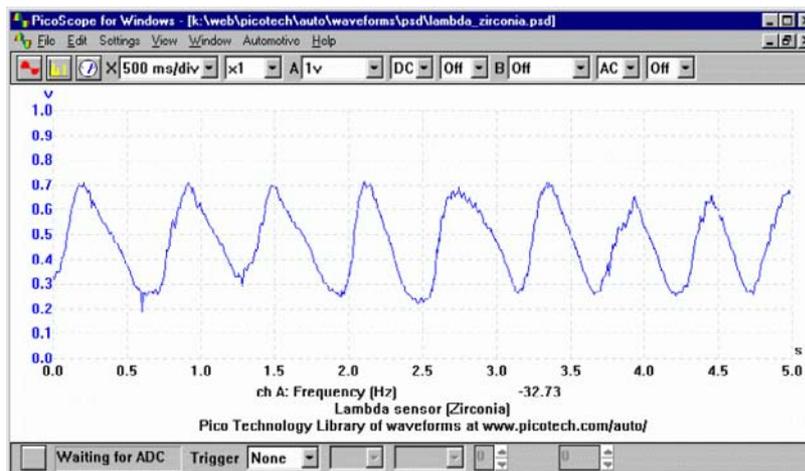
ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 20 – JULIO DE 2009

- Señal de sonda lambda

Para medir un sensor de **O₂** o **sensor lambda**, debemos colocar un polímetro digital en una escala que puede ser mV o V.

En ella veremos una variación de ciclos en valores de 0 a 1 V (de 0 mV a 1000 mV), y debe cambiar 10 veces en 10 segundos, lo cual indicará que la proporción de mezcla está cambiando continuamente de pobre a rica, tratando de mantenerse alrededor de 500 mV, o proporción estequiométrica.

Si queremos medir en mV deberemos colocar el polímetro en mV. Esta variación es igual que la anterior, pero irá de 0 a 1000 mV.



En el caso de querer visualizar la señal con un osciloscopio, veríamos una señal continua cuyo valor irá oscilando entre los valores ya comentados y con una frecuencia aproximada de 1 Hz.

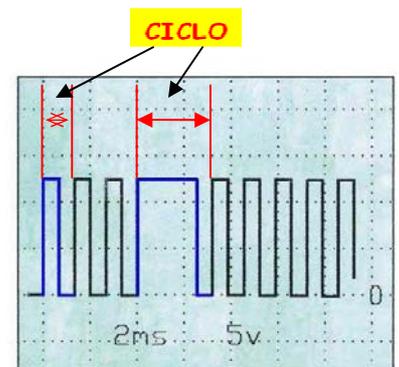
- Señales de onda cuadrada

Este tipo de señal es continua, ya que no cambia de polaridad, pero variable en su nivel de tensión, pudiendo ser positiva o negativa.

Tienen un valor mínimo, que no tiene por qué ser 0V y uno máximo, que puede ser 5V, 12V, etc.

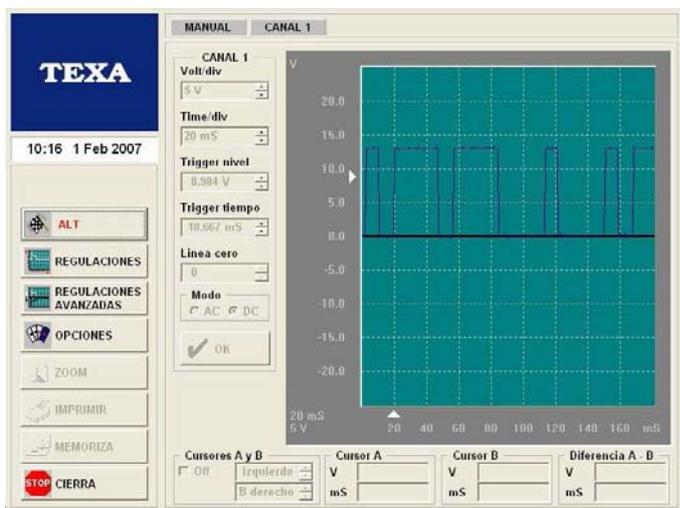
Unas veces son generadas por diversos dispositivos para ofrecer informaciones de estados físicos del motor o del vehículo, como revoluciones de motor, velocidad del vehículo, posición del árbol de levas o del distribuidor de encendido, etc.

Otras veces son señales suministradas por unidades electrónicas de control, aplicadas a diferentes actuadores para que estos realicen sus funciones, como son válvulas EGR, válvulas de pilotaje del turbo, presión de combustible, motores de ralentí, etc.



Su frecuencia de trabajo viene dada por la duración de un ciclo.

A veces se utilizan señales con frecuencia fija donde la mitad del tiempo la señal está al nivel alto y la otra mitad al nivel bajo. Otras veces, para identificar un punto concreto de un elemento se utilizan frecuencias variables, determinadas por una parte característica del sensor, como en la figura siguiente.



SEÑAL GENERADA POR UN SENSOR DE FASE DE UN MOTOR DIESEL HDI. ESTA SEÑAL SIRVE PARA QUE LA UCE DETECTE LA POSICIÓN EXACTA DE CADA UNO DE LOS CILINDROS Y CONTROLAR LA APERTURA DE LOS INYECTORES

- Señales con modulación de impulsos

Otras veces se utiliza lo que se conoce como relación cíclica de apertura (RCO) o porcentaje Dwell, en la que la frecuencia es fija pero la duración del estado de nivel de tensión máximo y mínimo es variable.

Hasta ahora se han estudiado dos tipos de corriente, la continua y la alterna, pero existe un tercer tipo que posee características de ambas, son los **impulsos**.

Las Unidades de Control Electrónico diseñadas para gobernar algunos actuadores, tales como electroválvulas, donde es necesario un perfecto control de la apertura y el cierre, funcionan generando impulsos de mando sobre el actuador.

El control puede hacerse de dos modos:

1. Enviando impulsos de corriente continua y haciendo variar la frecuencia a la que se producen.
2. Manteniendo la frecuencia constante, hacer variar la anchura del impulso; en ambos casos se consigue regular la corriente de mando sobre el actuador.

INNOVACIÓN
Y
EXPERIENCIAS
EDUCATIVAS

ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 20 – JULIO DE 2009

En los impulsos se aprecian las siguientes características:

1. Son de corriente continua, puesto que circulan siempre en el mismo sentido.
2. Son intermitentes (igual que las ondas).
3. Poseen cierta longitud (o duración) que es el ciclo (o periodo).
4. Sólo una parte del impulso es “activo”.
5. La relación en porcentaje entre la duración de la parte activa y la duración del periodo del impulso proporciona una exacta referencia de la energía que aplica el impulso.

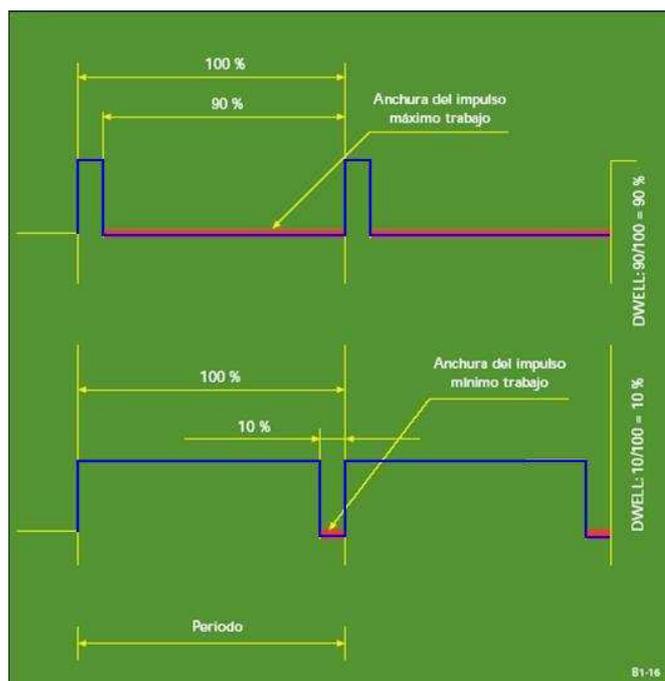
A esta relación se denomina factor de trabajo o DWELL de la señal.

Este último procedimiento de regulación: impulsos a frecuencia fija y con variación de su anchura, es el más habitual y se conoce como variación en la relación de ciclo de la señal o también variación del DWELL.

Es el método que se emplea para el control de las electroválvulas de inyección o para el mando regulado de algunas válvulas de ralentí.

Los actuadores reciben impulsos de mando con una tensión y frecuencia fija, y se hace variar la relación entre la anchura del impulso a nivel bajo (masa) y alto (12 V), es decir se modifica la relación entre la señal cuando “trabaja” y “no trabaja”.

El resultado final es que los dispositivos a controlar reciben una corriente perfectamente regulada y la unidad de control no se somete a los peligros de la excesiva disipación de energía.

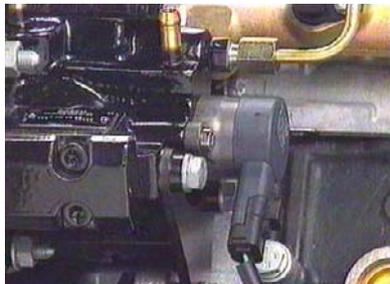


Otros modos de llamar a esta particular forma de activar ciertos elementos eléctricos es:

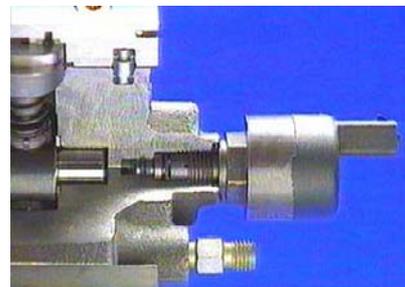
- Modulación de impulsos
- Porcentaje Dwell
- Modulación de ancho de pulso (PWM)

Su utilización se explica con el siguiente ejemplo, en el que se describe el funcionamiento de un regulador de presión de alta de combustible de un sistema de inyección Diesel de alta presión (Common Rail).

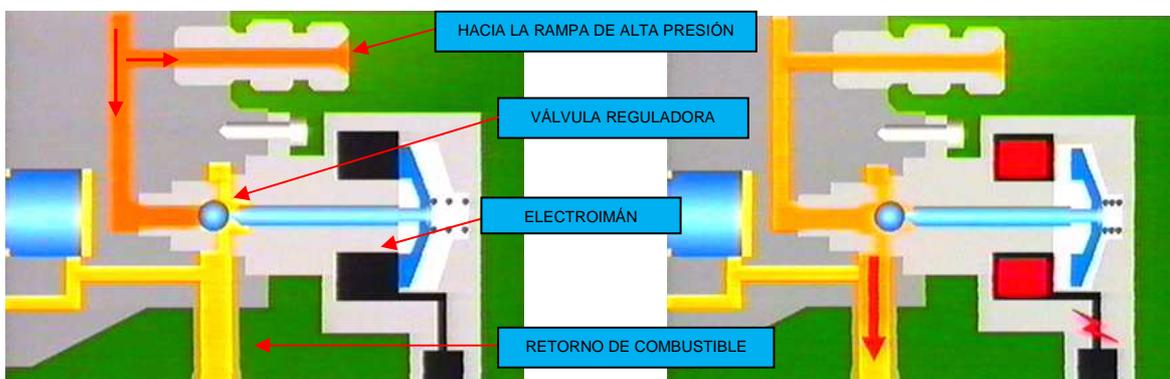
- El regulador de presión de alta es una electroválvula que retiene el combustible que iría al retorno del depósito de combustible, de modo que mientras más cantidad de combustible retorne menos presión habrá en la rampa de alta presión, y lo contrario, mientras menos cantidad de combustible retorne habrá mayor presión en rampa.
- Ocurre que si la válvula la activamos eléctricamente, la abrimos, de modo que retorna el combustible y baja la presión, pero inmediatamente tendríamos que volver a cerrarla porque si no la presión caería mucho, y así sucesivamente tendríamos que estar activando y desactivando eléctricamente la válvula para conseguir estabilizar la presión y poder aumentarla o disminuirla con precisión.



SITUACIÓN DEL REGULADOR EN LA BOMBA DE ALTA PRESIÓN



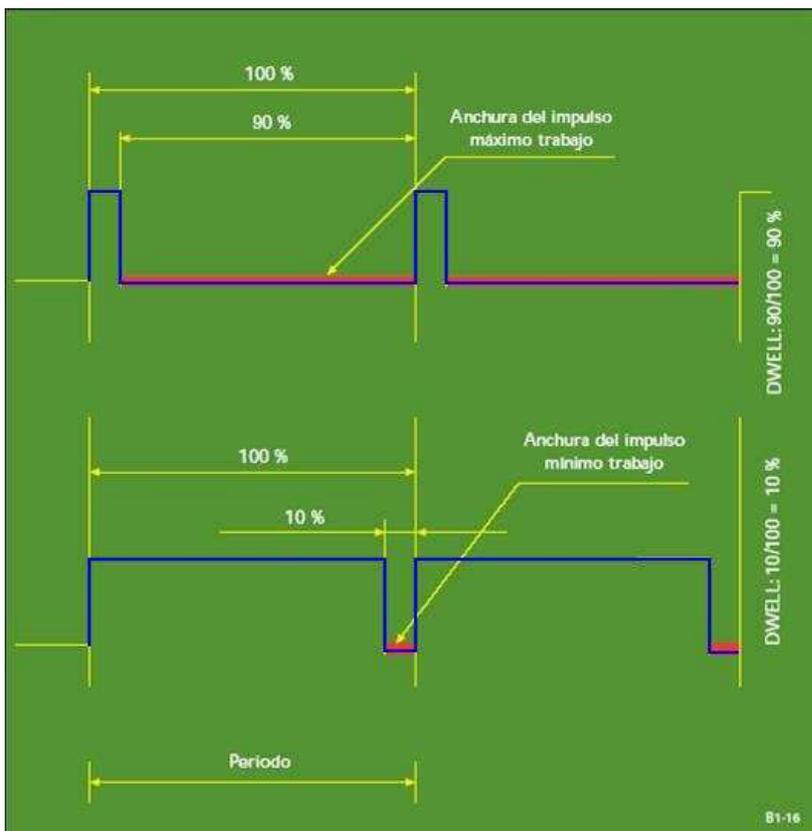
LA VISTA ANTERIOR SECCIONADA



Hasta aquí lo que se ha conseguido es abrir o cerrar la electroválvula completamente, pero la forma adecuada de conseguir la regulación precisa de la presión es poder abrirla MÁS o MENOS, de modo que si abrimos más, baja más la presión y si abrimos menos, cae menos la presión.

Este objetivo se consigue eléctricamente por medio de la relación cíclica de apertura (RCO), aplicando sobre los elementos a activar impulsos eléctricos en forma de onda cuadrada, con una frecuencia fija, pero con un tiempo de puesta a masa (activación eléctrica del elemento) variable.

La relación que existe entre el tiempo que dura la activación o puesta a masa y el tiempo que dura un ciclo completo de la onda cuadrada nos da el valor (en porcentaje) de la relación cíclica de apertura o porcentaje Dwell, de modo que un porcentaje cercano al 100 % significa mucho tiempo de activación o puesta a masa, y por lo tanto electroválvula muy abierta; al contrario un porcentaje cercano al 0 % significa muy poco tiempo de puesta a masa y una apertura pequeña de la electroválvula.



Este método de regulación, denominado como relación de ciclo, también se conoce de otros modos diferentes, tales como:

Regulación por ciclo de trabajo variable

Variación del factor de trabajo

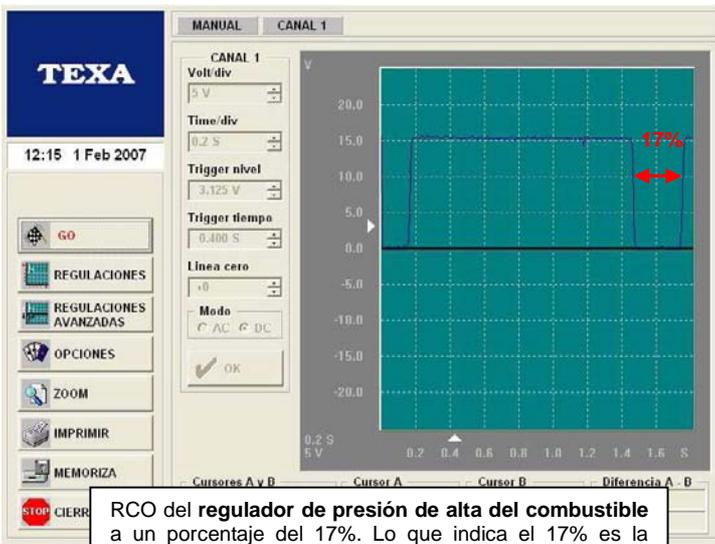
PWM (Pulse Width Module) o modulación del ancho de pulso

Estas señales que hemos visto se visualizan con un osciloscopio, pero se puede determinar su valor por medio de un polímetro, midiendo su frecuencia (en el caso de una señal de onda cuadrada con frecuencia variable) o en posición de medición Dwell (en el caso de una señal de frecuencia fija con variación del impulso de activación)

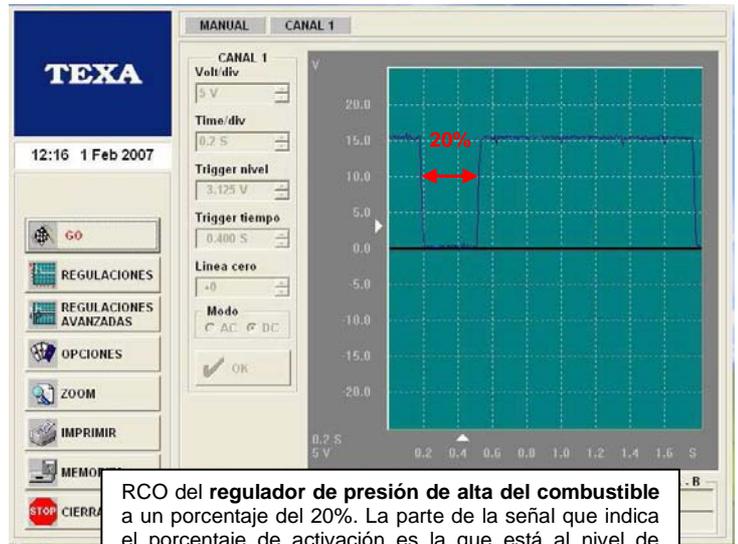
**INNOVACIÓN
Y
EXPERIENCIAS
EDUCATIVAS**

ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 20 – JULIO DE 2009

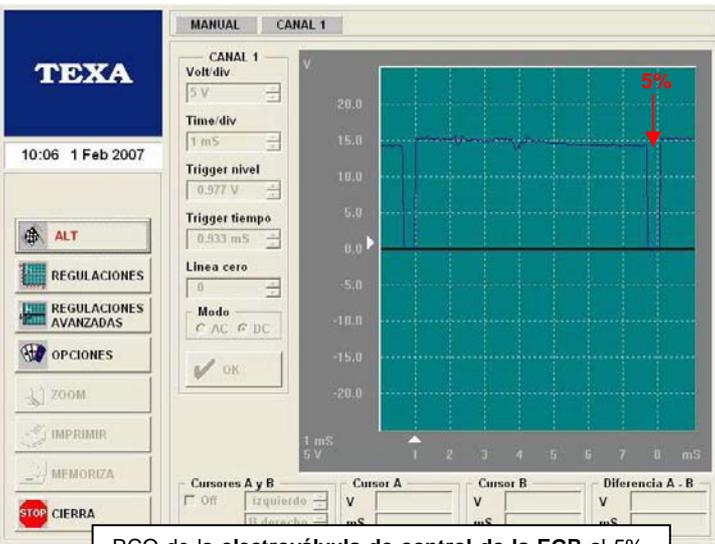
A continuación se muestran varias figuras con dos oscilogramas de la activación del regulador de presión de combustible anteriormente explicado, con diferentes porcentajes de modulación de impulsos al encontrarse el motor en distintas fases de funcionamiento. Igualmente los tres últimos oscilogramas muestran la variación en la activación por parte de la UCE de la electroválvula EGR.



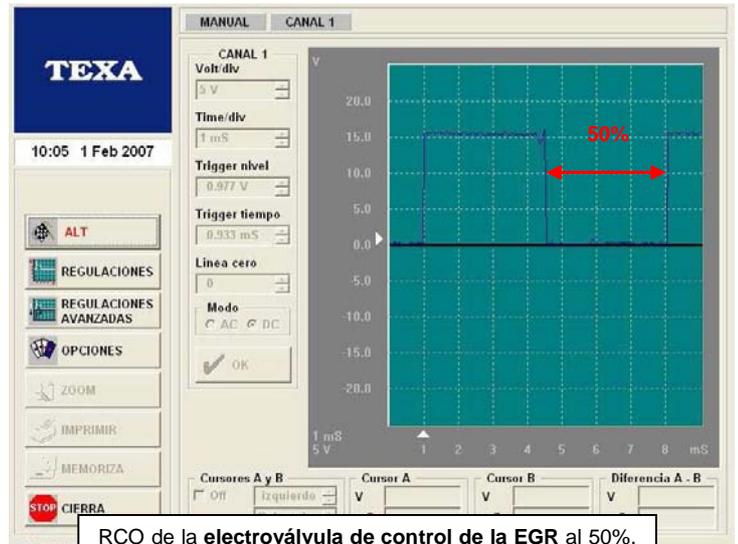
RCO del regulador de presión de alta del combustible a un porcentaje del 17%. Lo que indica el 17% es la porción de señal que está a un nivel bajo, es decir el porcentaje de tiempo respecto al total de un ciclo que la electroválvula está puesta a masa.



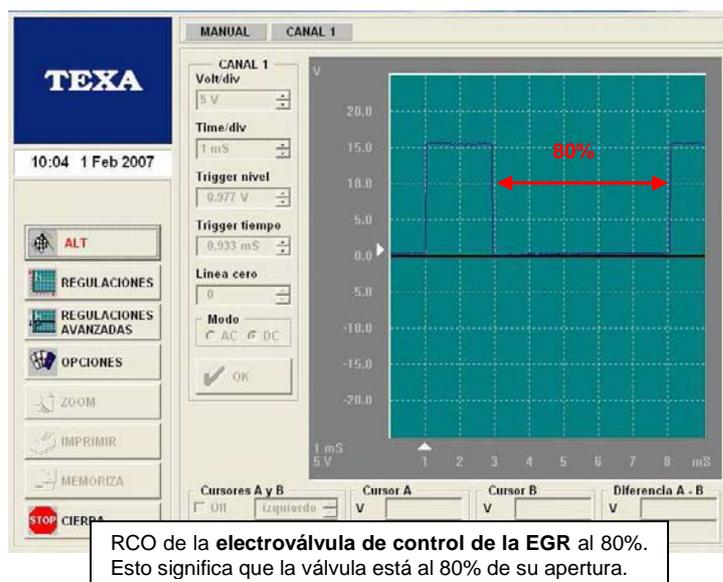
RCO del regulador de presión de alta del combustible a un porcentaje del 20%. La parte de la señal que indica el porcentaje de activación es la que está al nivel de tensión bajo y, aunque la diferencia es mínima, se puede observar que esta parte de la señal ha crecido en anchura.



RCO de la electroválvula de control de la EGR al 5%. Esto significa que la válvula está prácticamente cerrada (el 5% de apertura) en las condiciones del motor en que la UCE lo determina.



RCO de la electroválvula de control de la EGR al 50%. Se puede observar que la parte activa de la señal ha crecido y ambas partes (activa y no activa) tienen el mismo ancho de pulso. La electroválvula estará justamente a media apertura.



Por último, hay que señalar que todas estas señales, tanto de frecuencia variable como con frecuencia fija con variación del ancho de impulso, son medibles (numéricamente) con polímetros que dispongan de las funciones de medición de frecuencia (Hz) y de porcentaje Dwell (%).

5.CONCLUSIONES FINALES

La conclusión que podemos extraer de estas experiencias en el taller con el osciloscopio, es que aunque parezca complicado el funcionamiento de este aparato, basta con utilizarlo con cierta frecuencia para darnos cuenta de que si disponemos de un osciloscopio que no sea engorroso de poner en funcionamiento (los de mano son los más rápidos), a la larga utilizaremos este aparato para medir incluso tensiones continuas, las cuales se miden normalmente con el polímetro, ya que las gráficas son muy intuitivas respecto de la evolución de cualquier señal en el tiempo.

Así mismo hemos visto que existen señales a medir en diversos sistemas del automóvil que no podemos captar ni con el mejor de los polímetros, por lo que en la actualidad el osciloscopio de taller se convierte en una herramienta indispensable para el futuro Técnico Electromecánico y Técnico Superior de Automoción.

Autoría

- Nombre y Apellidos: Jesús Díaz Fonseca.
- Centro, localidad, provincia: I.E.S. "Torreblanca", Sevilla.
- E-mail: jdf007sev@gmail.com