



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA  
AUTOMOTRIZ**

**“ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS MECÁNICOS Y ELECTRÓNICOS DE  
FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALTA PRESIÓN DEL CONJUNTO  
CRDI DEL MOTOR DIÉSEL KIA 2.0L TIPO D4EA”**

**AUTOR: MOLINA SANTAMARÍA, JHONATAN JAVIER**

**ING. GERMÁN ERAZO  
DIRECTOR DE TESIS**



# Objetivo General

- Analizar los parámetros de desempeño mecánico y electrónico del sistema de inyección de alta presión del conjunto CRDI del motor Kia 2.0L, para optimizar operaciones de diagnóstico y la localización de fallas.



# Objetivos Específicos

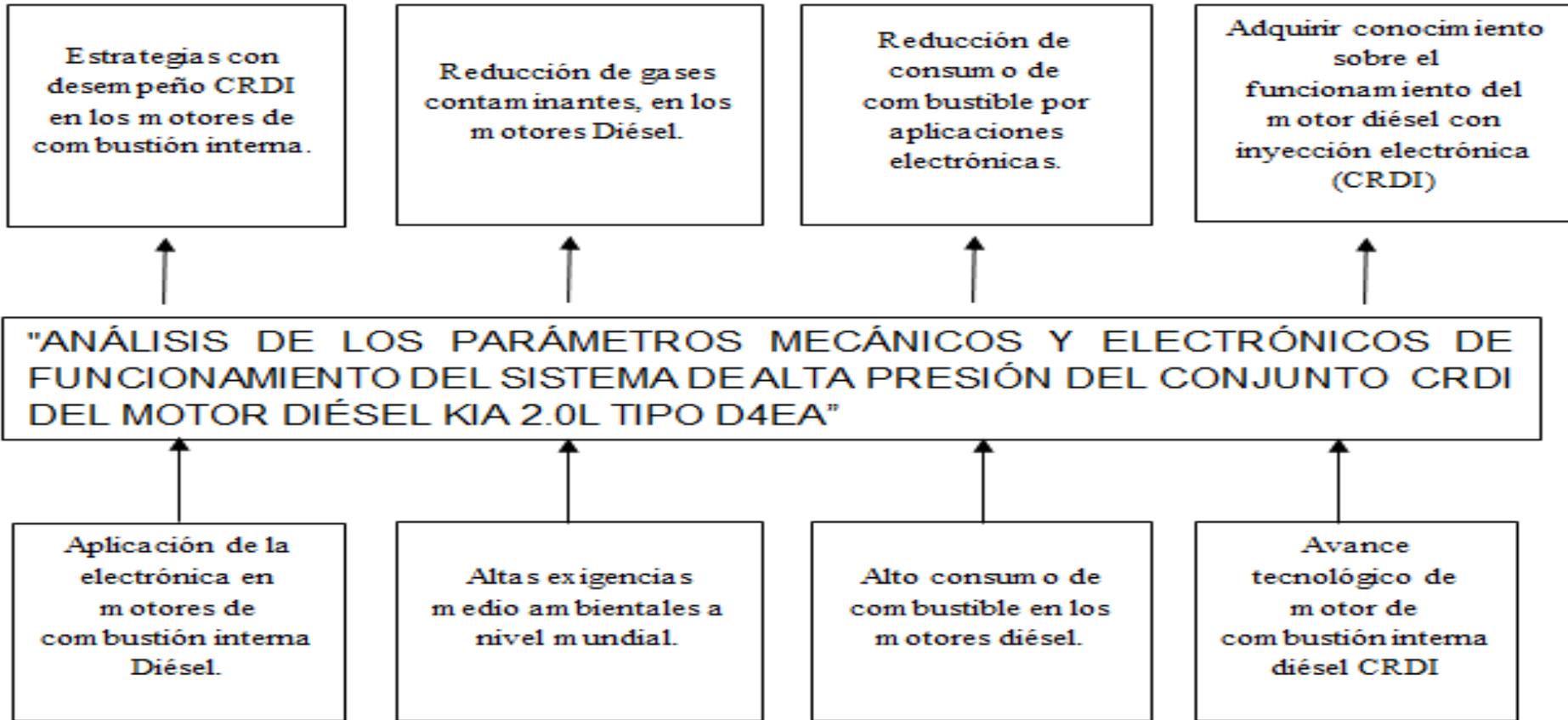
- Recopilar información de fuentes confiables como son manuales, libros, artículos científicos, tesis relacionadas que faciliten el desarrollo del proyecto.
- Analizar los datos de funcionamiento del sistema de alta presión del conjunto CRDI a diferentes regímenes del motor.
- Elaborar el banco de pruebas para el motor diésel Kia 2.0L CRDI tipo D4EA.



- Realizar el protocolo de pruebas para analizar el funcionamiento de los diferentes actuadores del sistema de control electrónico del sistema CRDI.
- Obtener las curvas de funcionamiento y valores de voltaje correspondientes a los diferentes actuadores del sistema de alta presión, con instrumentos de medición y diagnóstico automatizado.
- Analizar los datos resultantes de cada una de las pruebas de los componentes del sistema de inyección electrónica CRDI.



# Planteamiento del Problema



# Metas



Elaborar un banco de pruebas electrónicas del sistema CRDI, con un motor KIA 2.0L tipo D4EA, el cual permita realizar las pruebas pertinentes para la obtención de información confiable, en un periodo doce semanas.



Realizar las pruebas de los parámetros mecánicos y electrónicos del sistema CRDI con los diferentes tipos de instrumentos automotrices como multímetro, osciloscopio, escáner, diagnostico de imágenes y probador de retorno de combustible, en un periodo de tres semanas.

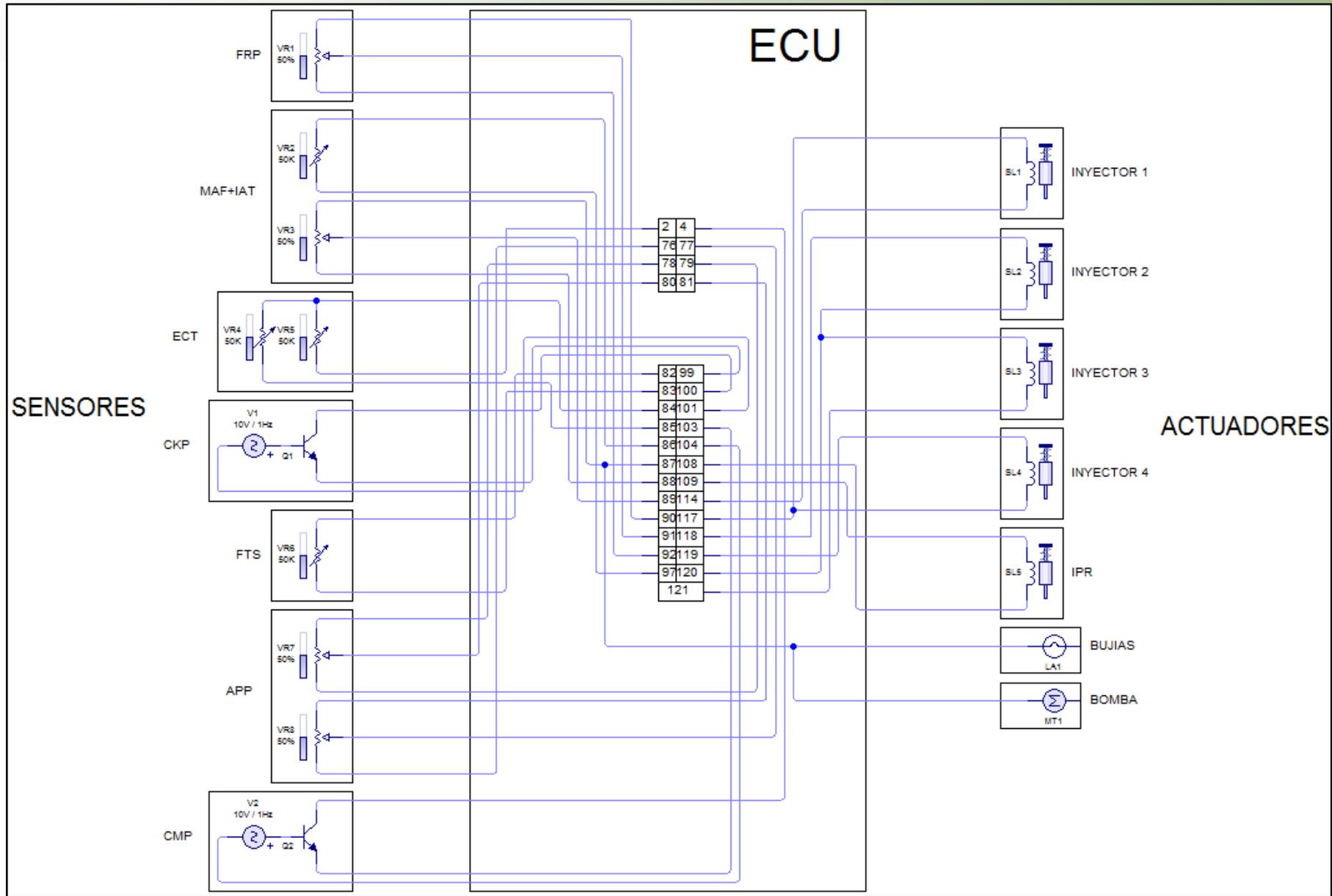


Identificar las curvas características de cada actuador del sistema de inyección CRDI, como también los valores de voltaje, en un periodo de dos semanas.



# SISTEMA DE INYECCIÓN CRDI





# CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS

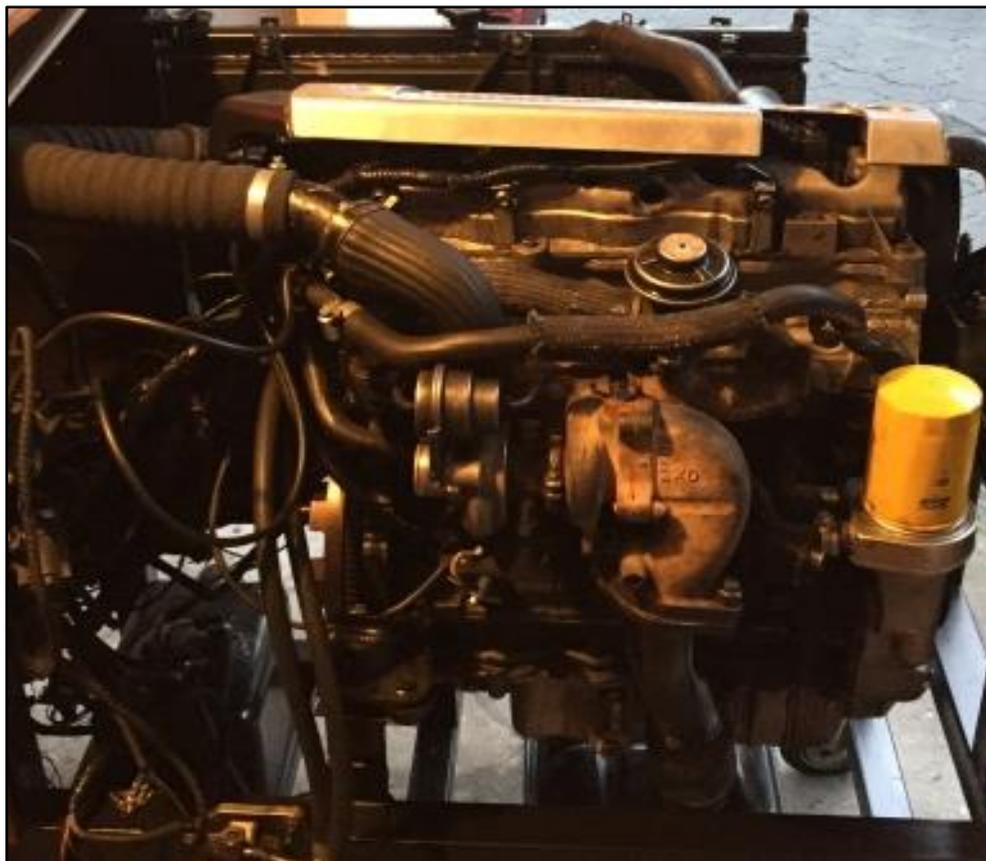




**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



# EQUIPOS

- Osciloscopio Hantek 1008c



- **Multímetro TRUPER MUT-105**



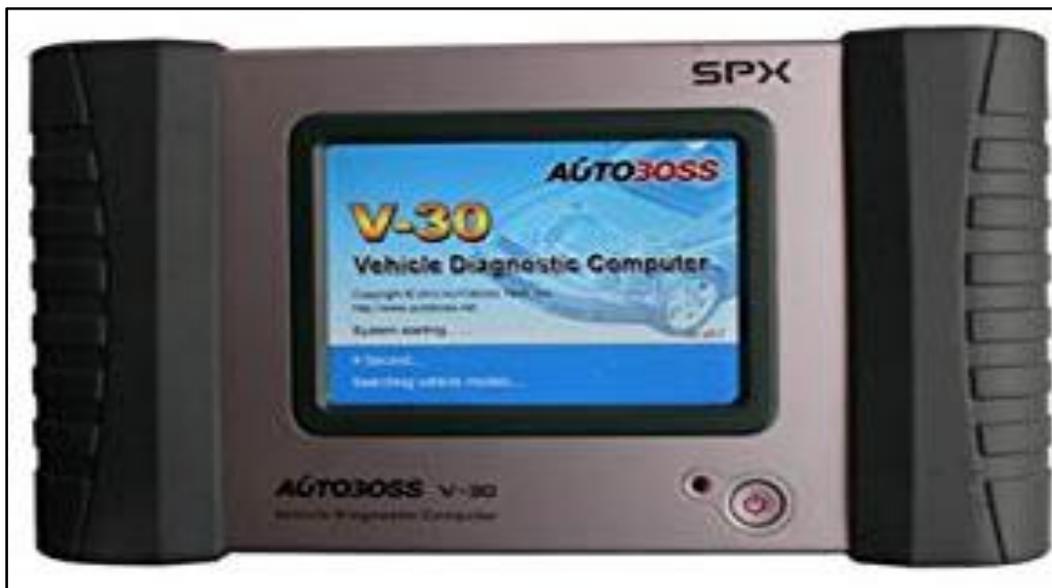
- **Pinza amperimétrica Brain Bee**



- **Detector de fallas y osciloscopio FADOS9F1**



- Escáner AUTOBOSS V-30



- **Medidor de retorno de combustible**



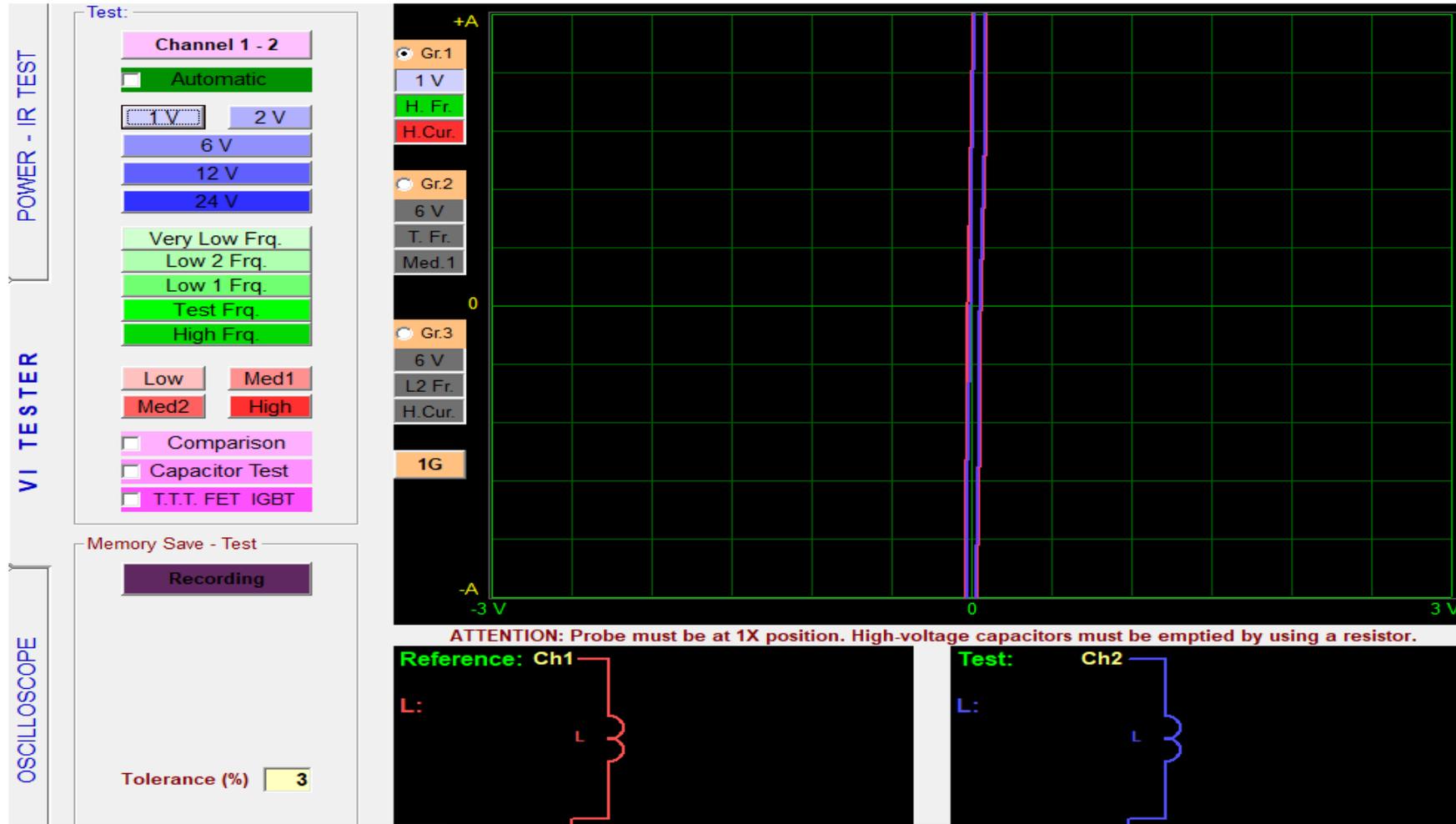
# **ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS MECÁNICOS Y ELECTRÓNICOS DE CADA ACTUADOR DEL CONJUNTO CRDI DEL MOTOR D4EA**



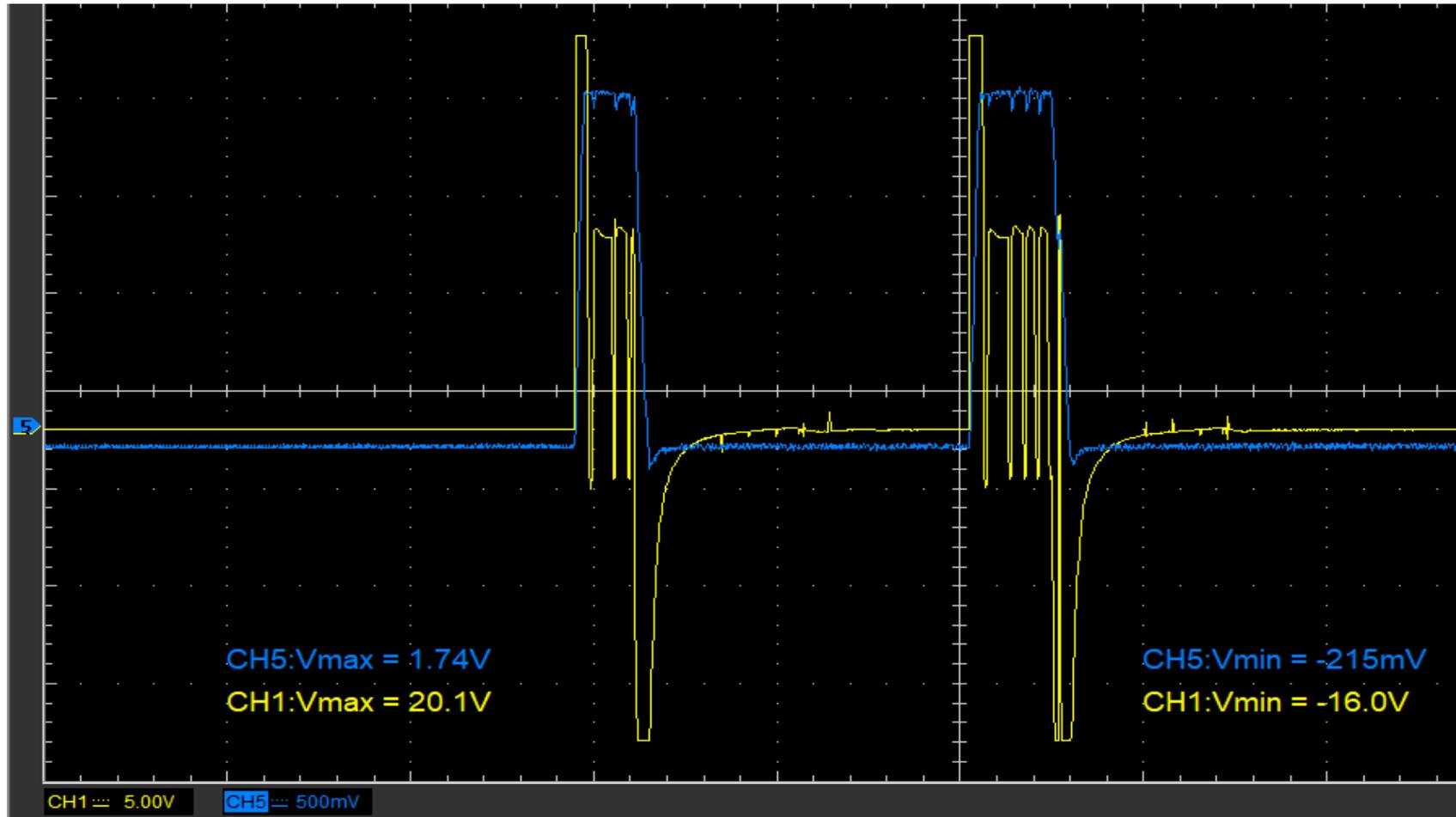
# Inyectores

Inyector	Número de cables	Color de cables	Imagen
Inyector #1	Dos	Azul - Blanco	
Inyector #2	Dos	Rosado - Crema	
Inyector #3	Dos	Amarillo - Crema	
Inyector #4	Dos	Café - Blanco	

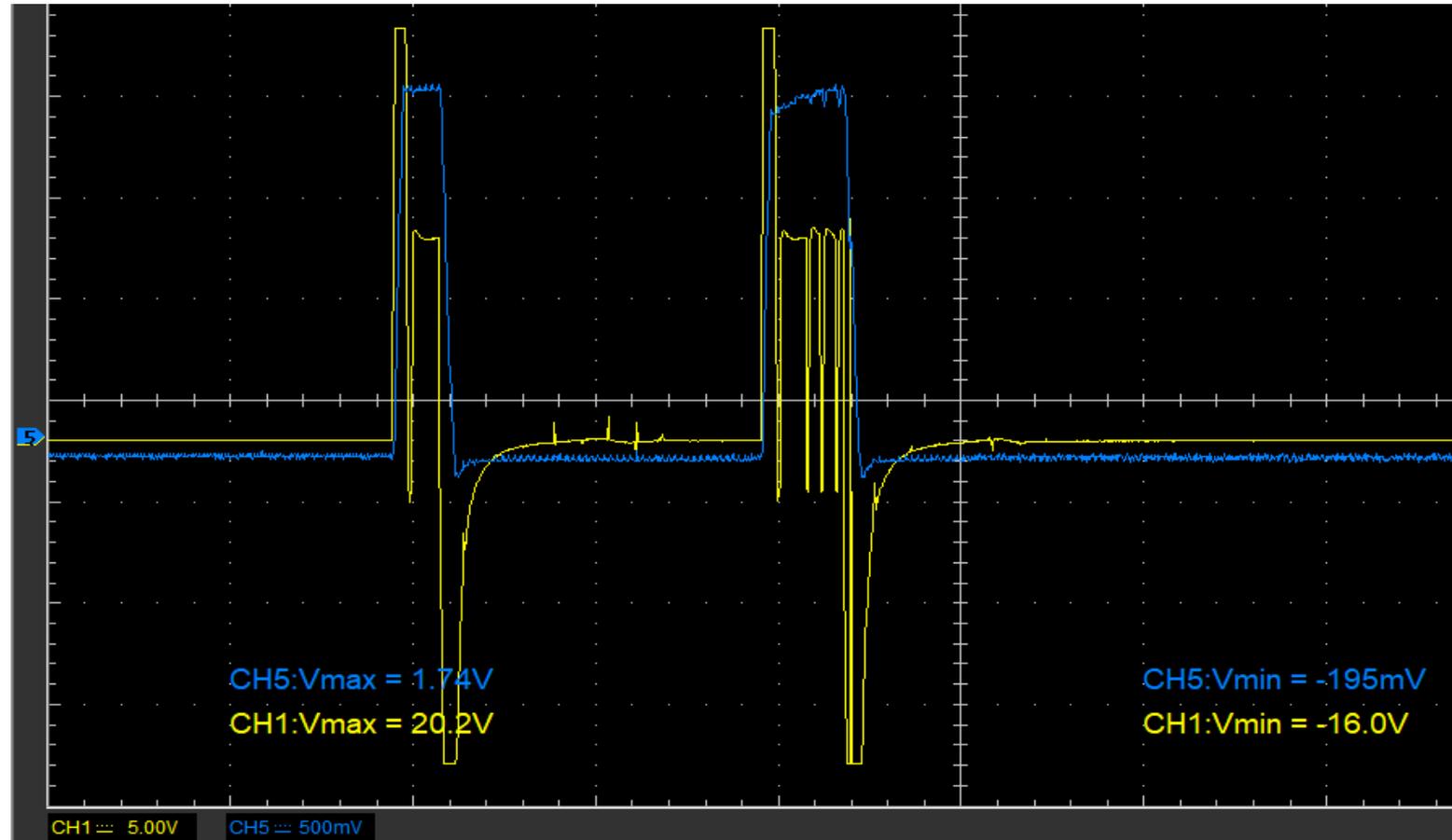
# Diagnostico de imágenes



# Ralentí



# 1500 rpm

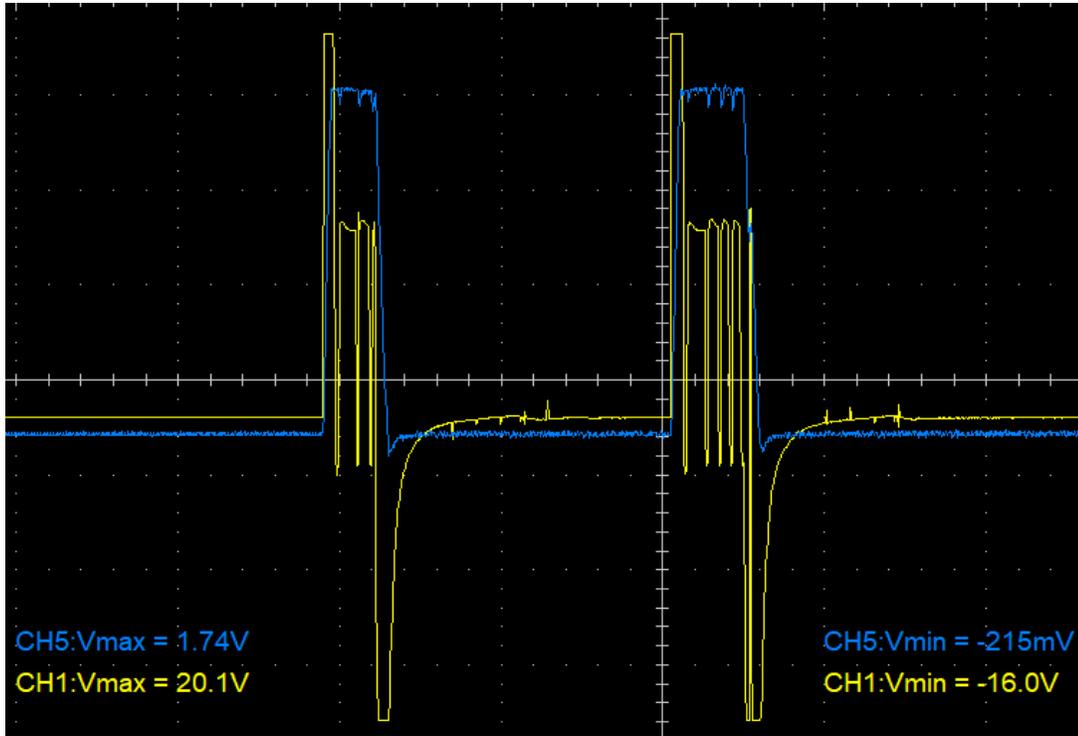




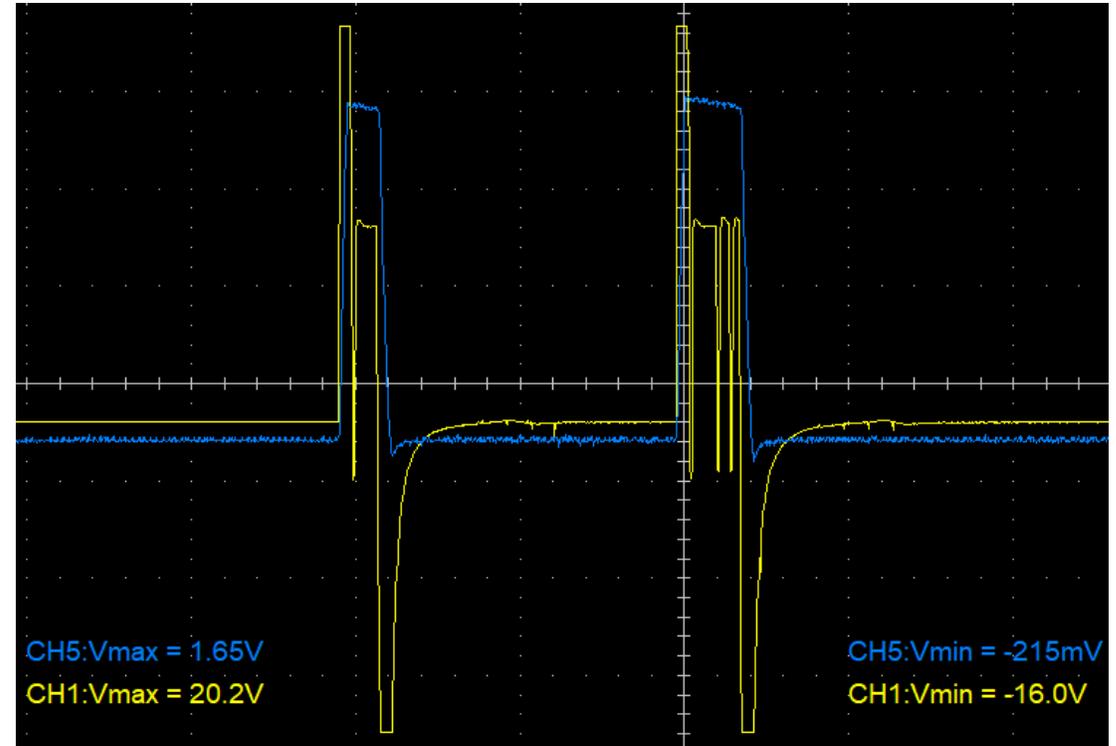
# Ralentí

vs

# 2500rpm



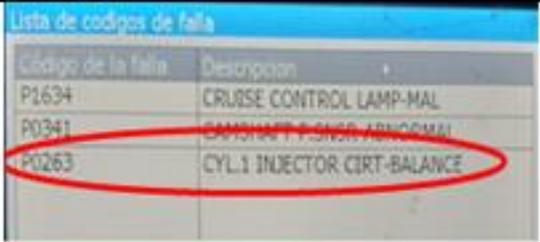
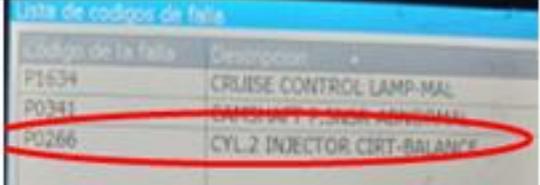
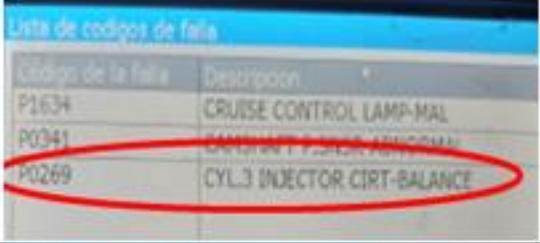
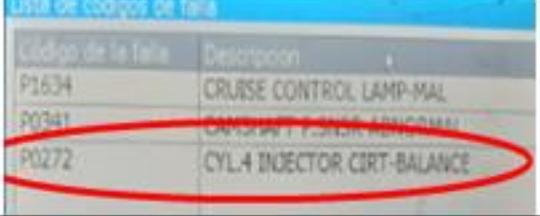
\*0,38 seg - 0,56 seg



\*0,30 seg - 0,44 seg



# Pruebas con el escáner AUTOBOSS V-30

DTC	Descripción	Imagen
P0263	Falla en el circuito del inyector en el cilindro número uno, tensión de referencia fuera de rango.	 The image shows a list of fault codes on a scanner screen. The code P0263 is circled in red. The list includes P1634 (CRUISE CONTROL LAMP-MAL), P0341 (CAMSHAFT P-SWITCH ABNORMAL), and P0263 (CYL.1 INJECTOR CIRT-BALANCE).
P0266	Falla en el circuito del inyector en el cilindro número dos, tensión de referencia fuera de rango.	 The image shows a list of fault codes on a scanner screen. The code P0266 is circled in red. The list includes P1634 (CRUISE CONTROL LAMP-MAL), P0341 (CAMSHAFT P-SWITCH ABNORMAL), and P0266 (CYL.2 INJECTOR CIRT-BALANCE).
P0269	Falla en el circuito del inyector en el cilindro número tres, tensión de referencia fuera de rango.	 The image shows a list of fault codes on a scanner screen. The code P0269 is circled in red. The list includes P1634 (CRUISE CONTROL LAMP-MAL), P0341 (CAMSHAFT P-SWITCH ABNORMAL), and P0269 (CYL.3 INJECTOR CIRT-BALANCE).
P0272	Falla en el circuito del inyector en el cilindro número cuatro, tensión de referencia fuera de rango.	 The image shows a list of fault codes on a scanner screen. The code P0272 is circled in red. The list includes P1634 (CRUISE CONTROL LAMP-MAL), P0341 (CAMSHAFT P-SWITCH ABNORMAL), and P0272 (CYL.4 INJECTOR CIRT-BALANCE).



# Bujías de precalentamiento

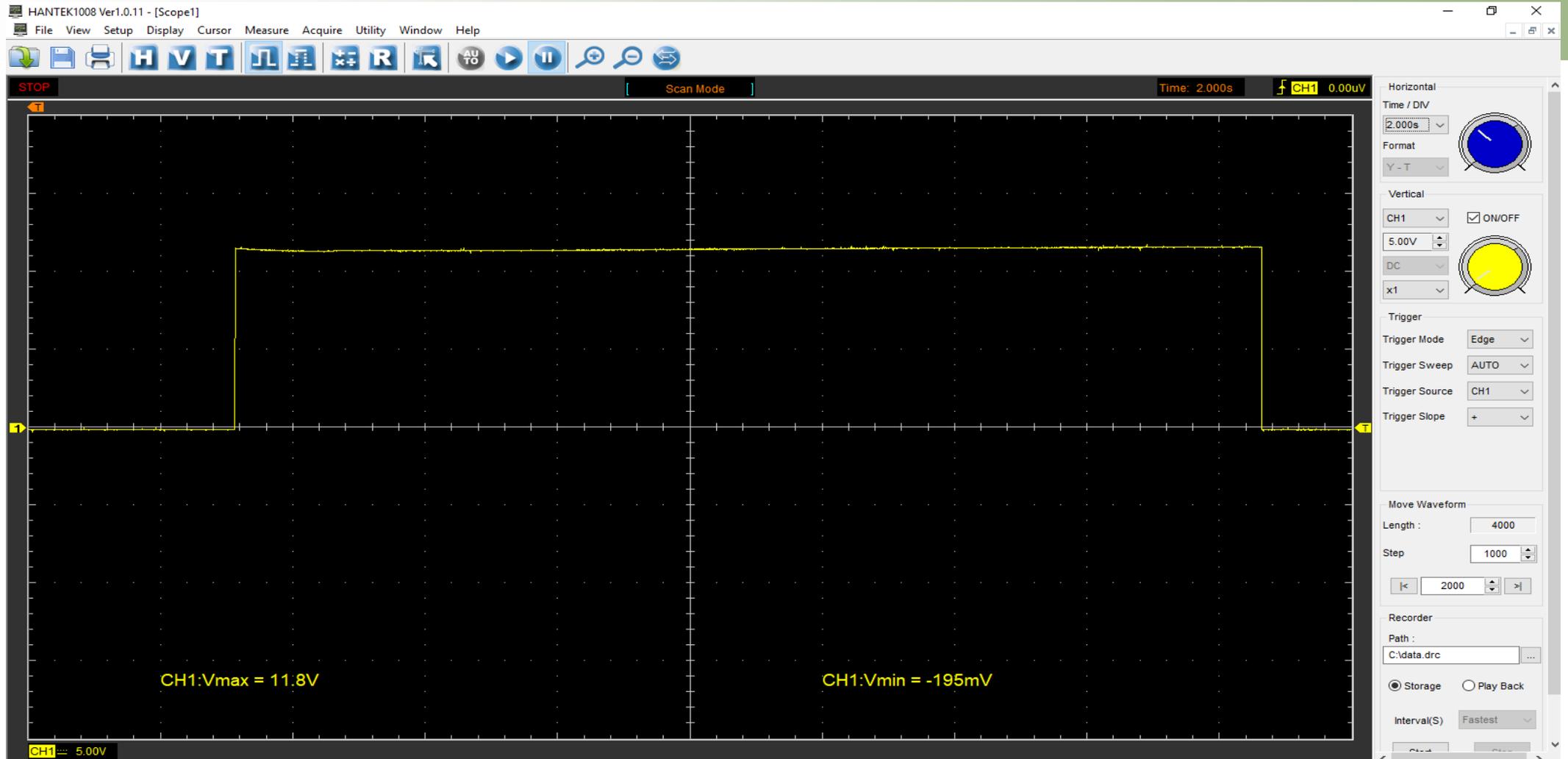
Numero de cables	Color de cables	Imagen
Uno	Rojo con Negro	

# Diagnostico de imágenes



PIN	Valor de voltaje	Imagen
Alimentación	11.87V	 A digital multimeter (TRUPER MUT-105) displaying a voltage reading of 11.87V. The display is in green and shows a 'V' symbol above the digits. Below the display, there are several small icons and text including 'Connect Test Leads'.
Masa	0V	 A digital multimeter (TRUPER MUT-105) displaying a voltage reading of 0.00V. The display is in green and shows a 'V' symbol above the digits. Below the display, there are several small icons and text including 'Connect Test Leads'.





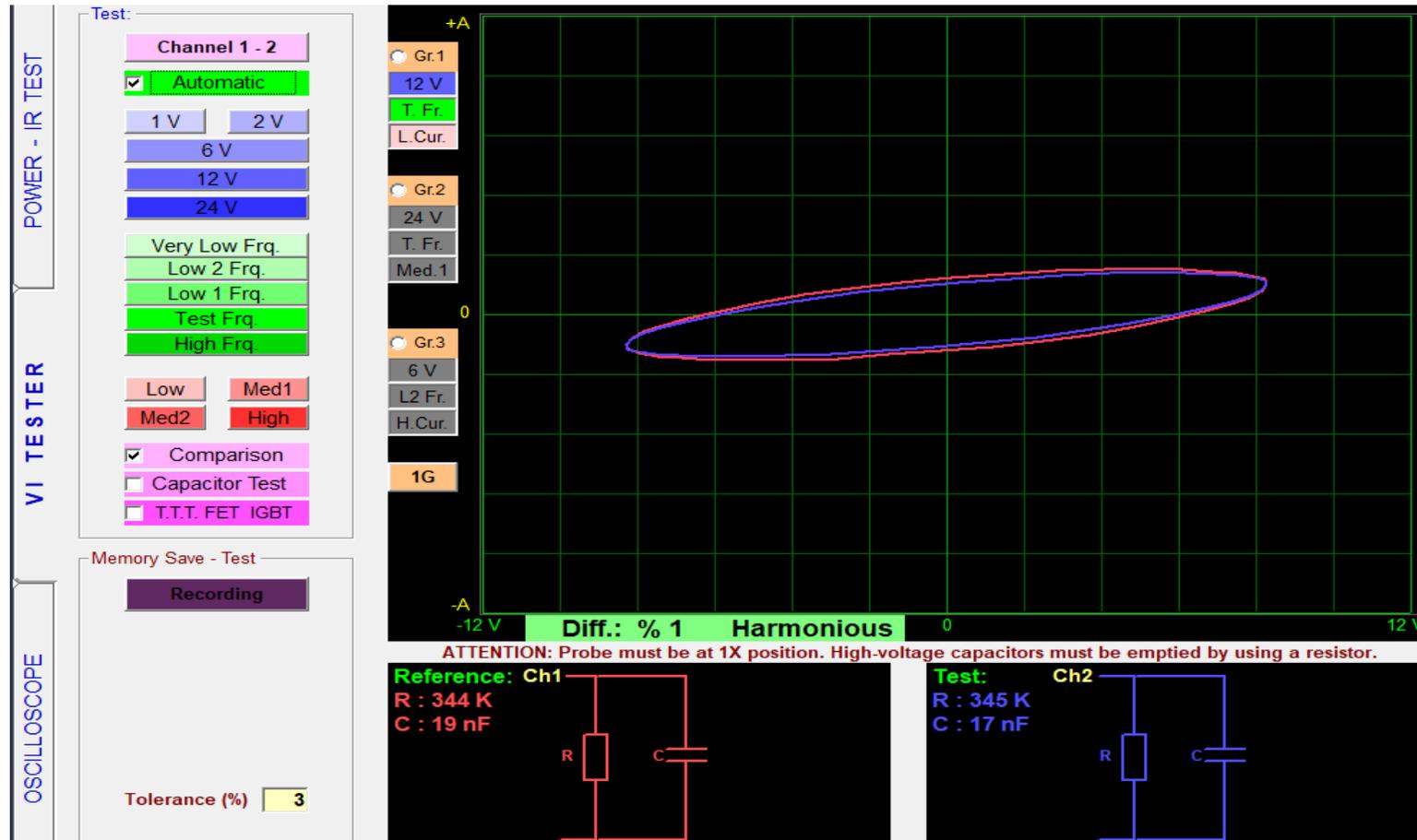
- El tiempo de activación es de 15,4 seg.



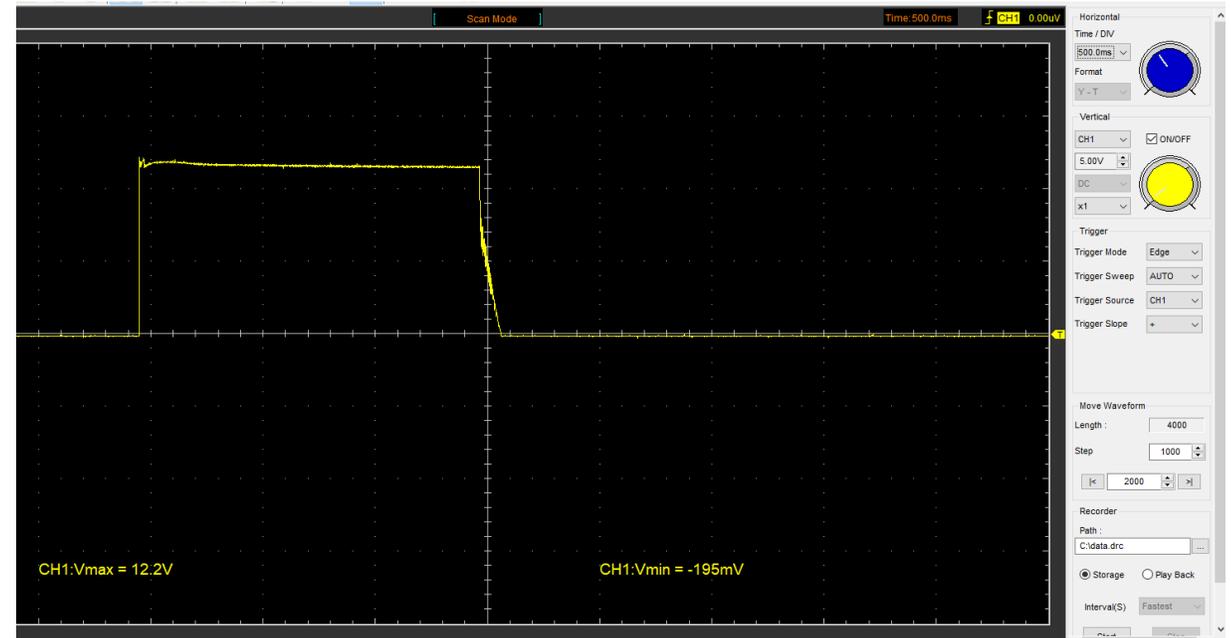
# Bomba de baja presión

Numero de cables	Color de cables	Imagen
Dos	Rojo – Negro	

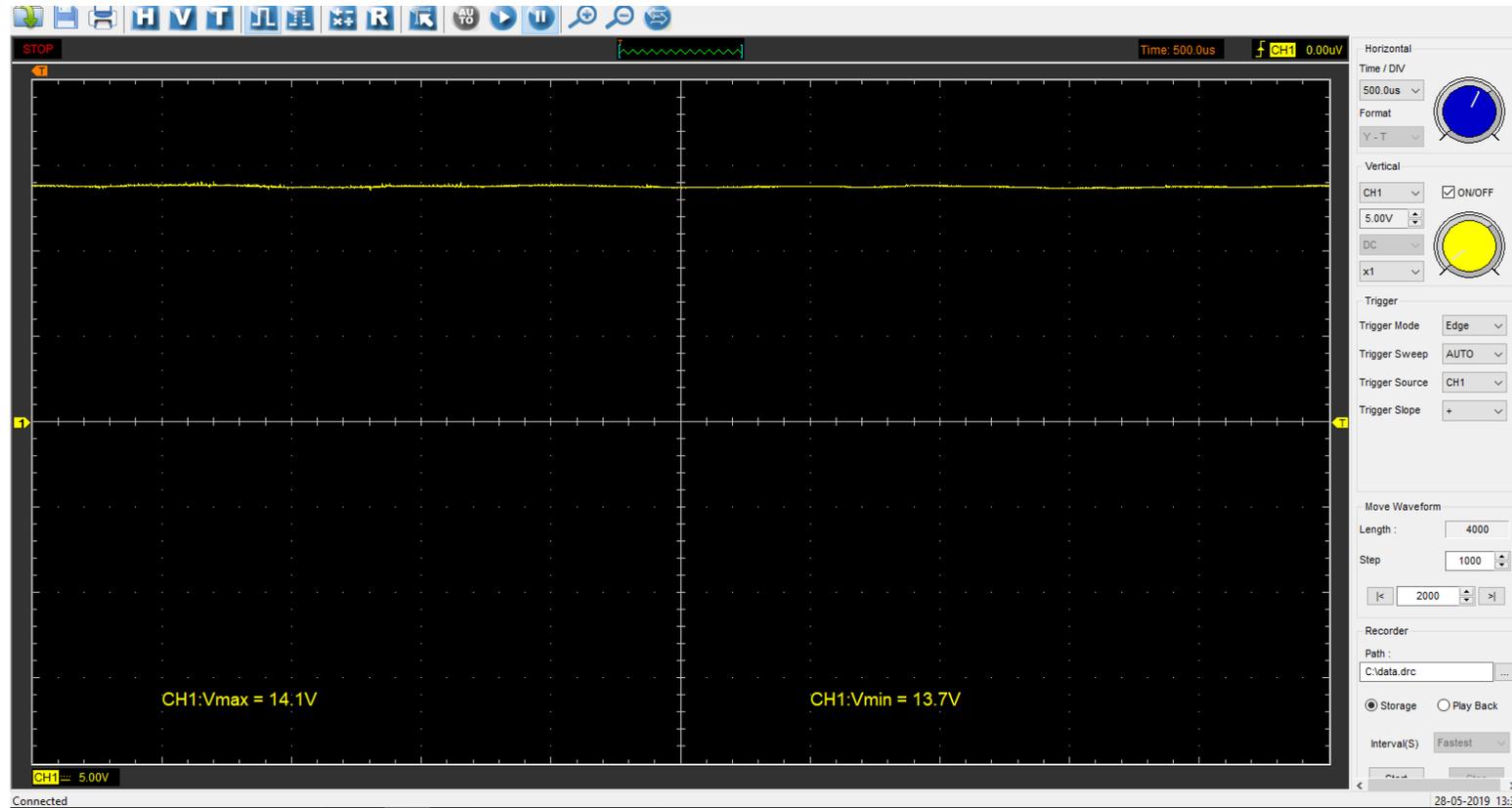
# Diagnostico de imágenes



PIN	Valor de voltaje	Imagen
Alimentación	11.21V	
Masa	0V	



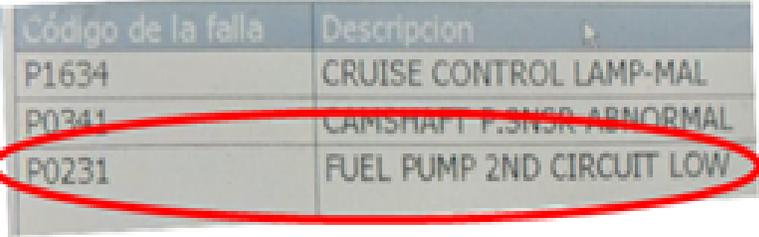
- Voltaje y tiempo de activación con el motor puesto en contacto.
- Tiempo 1,5 seg



- Voltaje de funcionamiento 14,1V.



# Pruebas con el escáner AUTOBOSS V-30

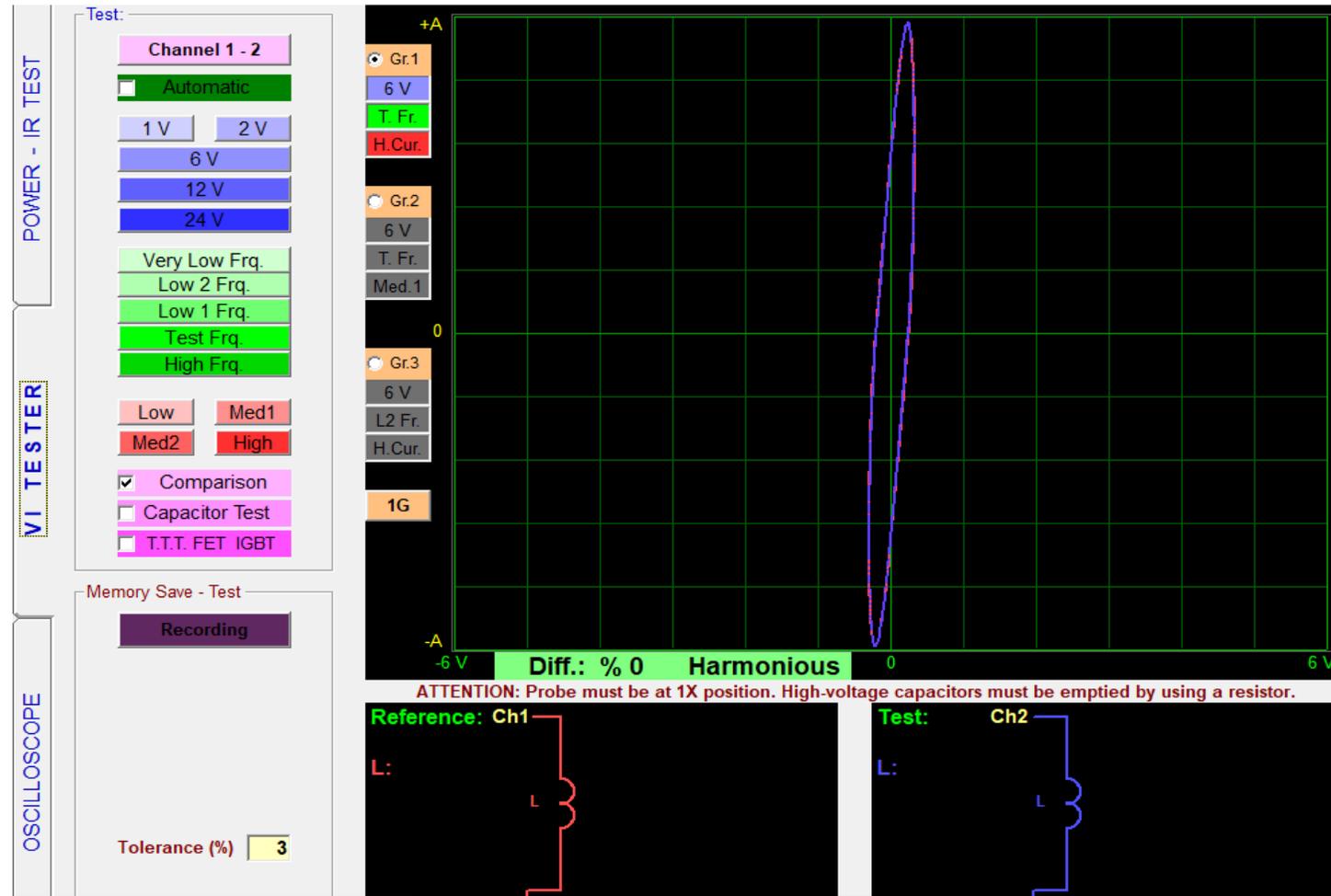
DTC	Descripción	Imagen								
P0231	Falla en el circuito de la bomba de combustible, voltaje bajo o corto circuito	 <table border="1"><thead><tr><th>Código de la falla</th><th>Descripcion</th></tr></thead><tbody><tr><td>P1634</td><td>CRUISE CONTROL LAMP-MAL</td></tr><tr><td>P0341</td><td>CAMSHAFT POSITIONER ABNORMAL</td></tr><tr><td>P0231</td><td>FUEL PUMP 2ND CIRCUIT LOW</td></tr></tbody></table>	Código de la falla	Descripcion	P1634	CRUISE CONTROL LAMP-MAL	P0341	CAMSHAFT POSITIONER ABNORMAL	P0231	FUEL PUMP 2ND CIRCUIT LOW
Código de la falla	Descripcion									
P1634	CRUISE CONTROL LAMP-MAL									
P0341	CAMSHAFT POSITIONER ABNORMAL									
P0231	FUEL PUMP 2ND CIRCUIT LOW									



# Válvula IPR

Numero de cables	Color de cables	Imagen
Dos	Rojo - Amarillo	

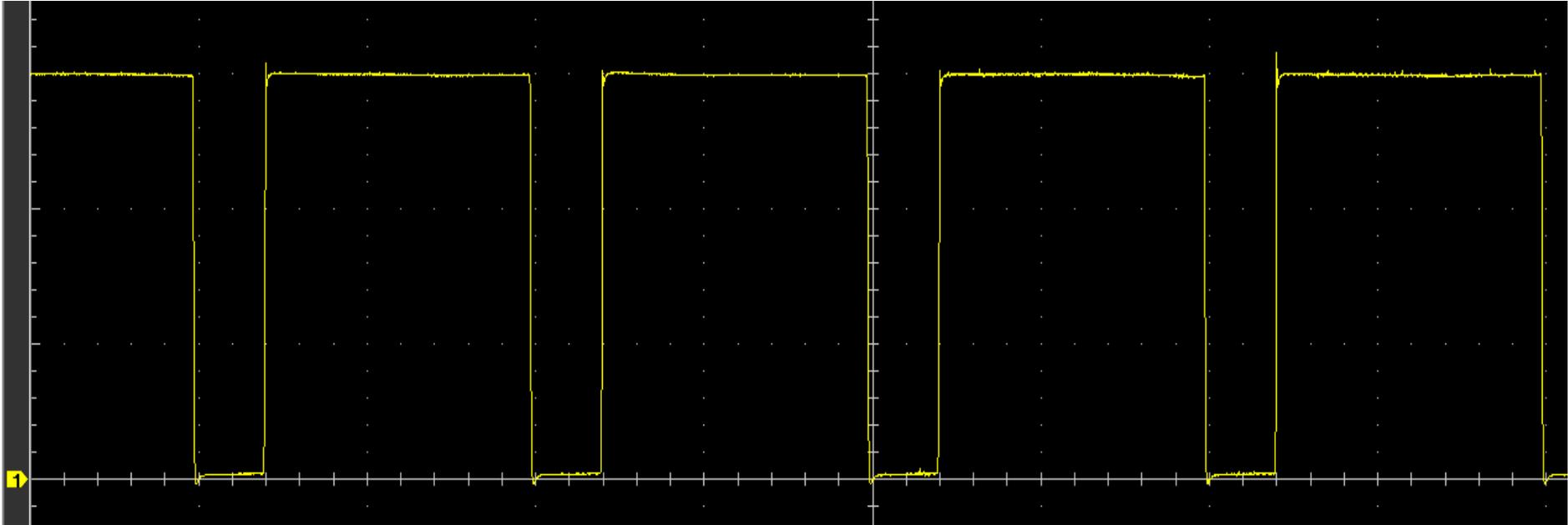
# Diagnostico de imágenes



PIN	Valor de voltaje	Imagen
Alimentación	12.74V	 A digital multimeter with a black casing and a white LCD screen. The screen displays '12.74' with a 'V' symbol above it. The brand name 'TRUPER' and model 'MUT-105' are visible at the top of the device.
Señal	12.67V	 A digital multimeter with a black casing and a white LCD screen. The screen displays '12.67' with a 'V' symbol above it. The brand name 'TRUPER' and model 'MUT-105' are visible at the top of the device.



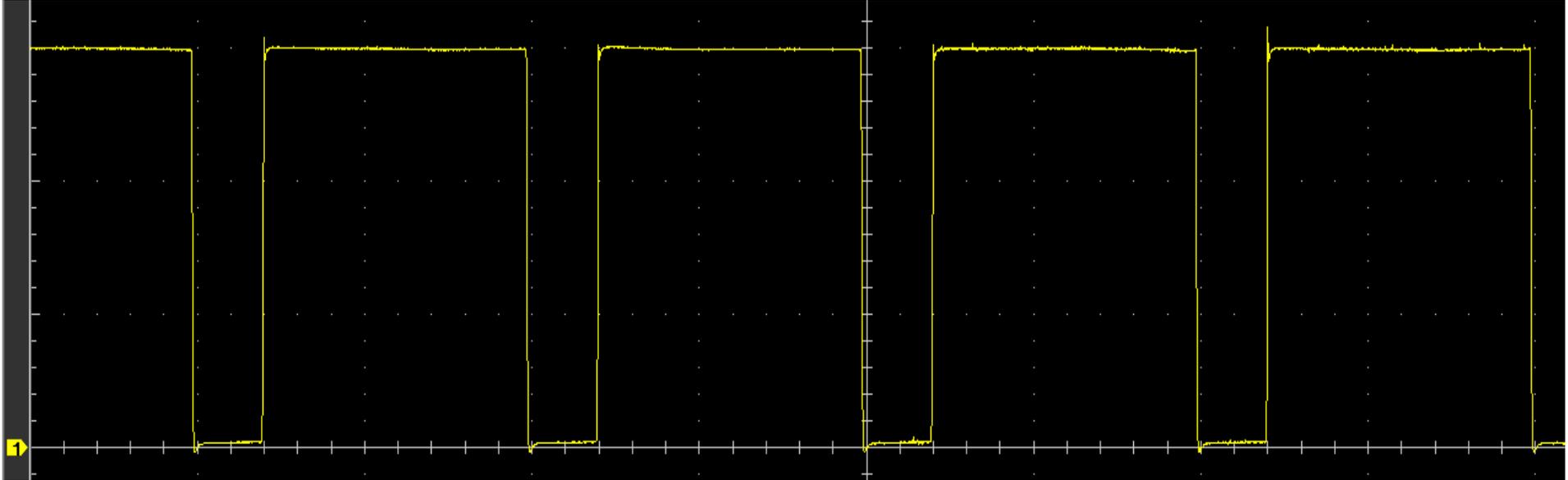
# Ralentí



- El tiempo de activación de la válvula es de 200us. Para esto se usó una escala de 5V/div y 500us/div en el osciloscopio.



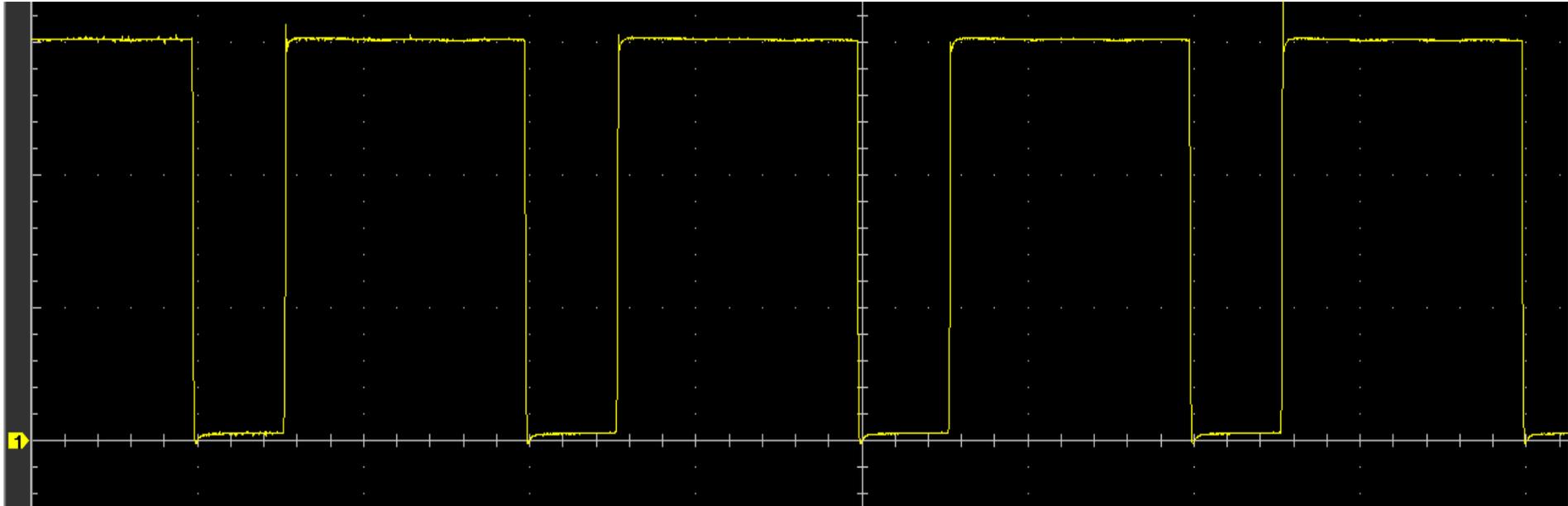
# 1500 rpm



- Tiempo de activación de la válvula es de 210us.



# 2500 rpm



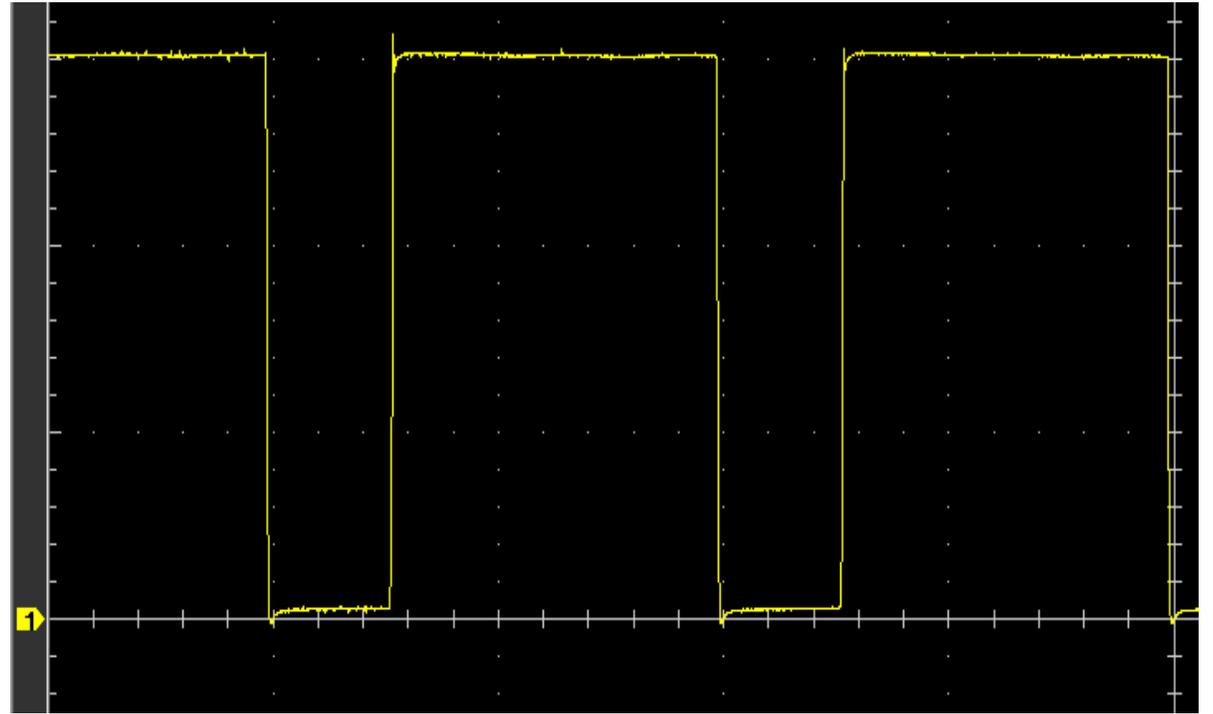
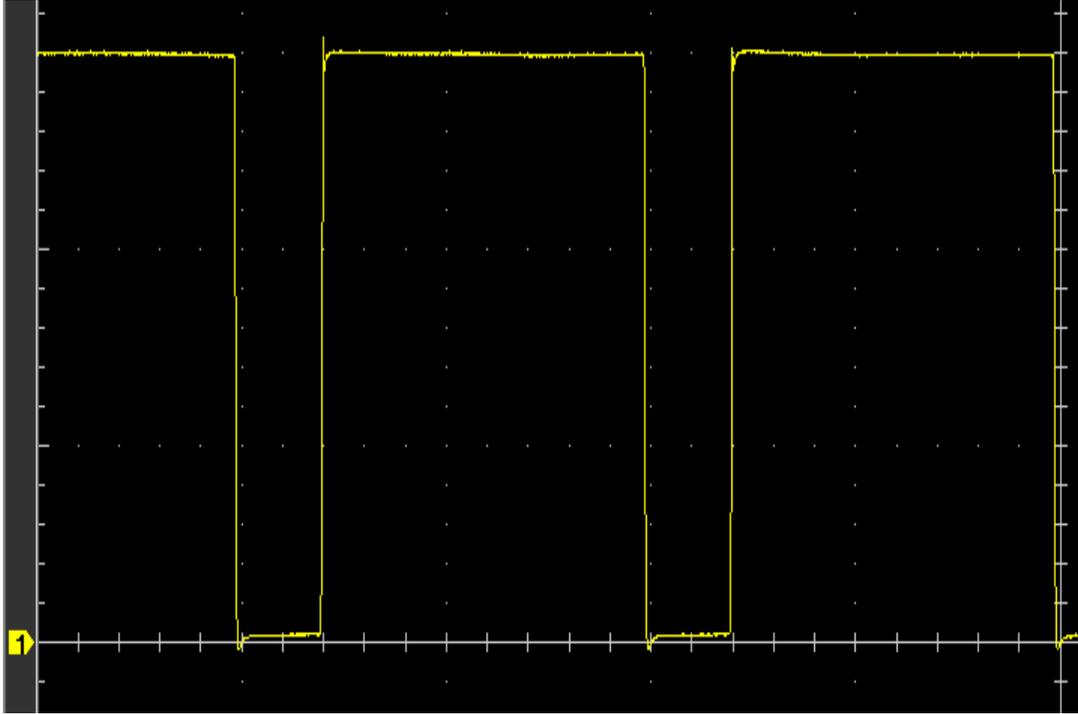
- Voltaje máximo de operación es 14.8V.
- Tiempo de activación es de 270us



# Ralentí

vs

# 2500rpm



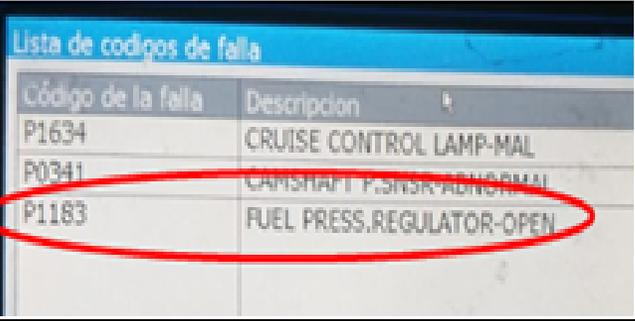
Tiempo de activación: 200us

270us



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# Pruebas con el escáner AUTOBOSS V-30

DTC	Descripción	Imagen								
P1183	Falla en la presión del regulador de combustible, se encuentra abierto el circuito.	 <p>Lista de códigos de falla</p> <table border="1"><thead><tr><th>Código de la falla</th><th>Descripción</th></tr></thead><tbody><tr><td>P1634</td><td>CRUISE CONTROL LAMP-MAL</td></tr><tr><td>P0341</td><td>CAMSHAFT POSITION-ABNORMAL</td></tr><tr><td>P1183</td><td>FUEL PRESS.REGULATOR-OPEN</td></tr></tbody></table>	Código de la falla	Descripción	P1634	CRUISE CONTROL LAMP-MAL	P0341	CAMSHAFT POSITION-ABNORMAL	P1183	FUEL PRESS.REGULATOR-OPEN
Código de la falla	Descripción									
P1634	CRUISE CONTROL LAMP-MAL									
P0341	CAMSHAFT POSITION-ABNORMAL									
P1183	FUEL PRESS.REGULATOR-OPEN									



# Pruebas de retorno de combustible

## Ralentí



- Duración 2,27 minutos



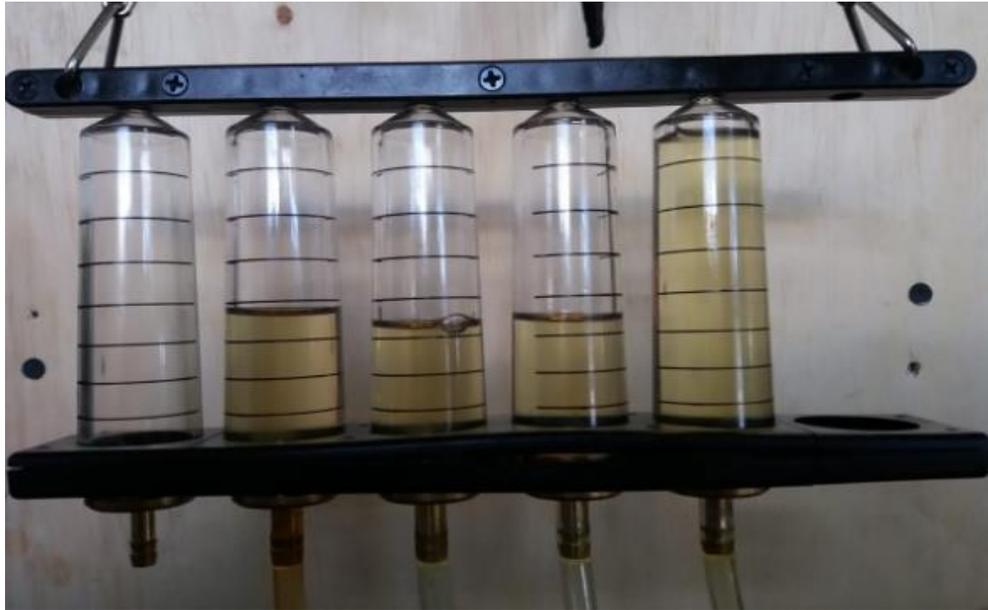
**1500 rpm**



- Duración 1,56 minutos



**2500 rpm**



- Duración 1,12 minutos



# CONCLUSIONES

- Se investigó en bases digitales como google académico, manuales de Denso, manuales de Bosch, manuales de Delphi, libros, tesis, con las cuales se pudo desarrollar la investigación.
- Se realizó el análisis respectivo sobre el funcionamiento característico del sistema de alta presión del conjunto CRDI.
- Se construyó el banco de pruebas para el motor diésel Kia 2.0L CRDI tipo D4EA, el mismo que sirve como instrumento de estudio en tiempo real sobre los componentes del sistema de inyección CRDI.



- Se elaboró el protocolo de pruebas, con el cual se pudo analizar el funcionamiento de los actuadores del sistema de control electrónico como inyectores, válvula IPR, bujías de precalentamiento y bomba de baja presión, realizados a ralentí, 1500rpm y 2500rpm del motor.
- Se realizó un diagnóstico por imágenes de los actuadores por medio del generador de imágenes FADOS9F1, con el que se comprobó de que está compuesto cada actuador y si existe un fallo en los mismo.
- Se obtuvo los DTC correspondientes a los actuadores del sistema de alta presión y la descripción de los mismos por medio del escáner AUTOBOSS V-30, con el mismo instrumento se borraron los códigos de falla.
- Se analizaron los datos resultantes en las pruebas de los componentes del sistema de inyección electrónica CRDI, con lo que se obtuvo los valores de tiempo, voltaje y curvas características en los oscilogramas de cada uno de los actuadores.



- La válvula IPR es de accionamiento por control negativo, esto lo controla la ECU, enviando pulsos para que la válvula se abra o se cierre, el voltaje de la misma se mantiene en 14.8V hasta que la ECU envía la señal y baja a 0V por un cierto tiempo para luego volver a los 14.8V.
- Se determinó que el inyector número cuatro no presenta ningún fallo electrónico, pero puede tener un fallo mecánico, ya que en la prueba de retorno de combustible este envía demasiado al depósito.
- Se optimizó las operaciones de diagnóstico como también la localización de fallas por medio de instrumentos de medición y diagnóstico automotriz.



# RECOMENDACIONES

- Revisar los niveles de aceite, refrigerante, combustible y comprobar el voltaje de batería antes de encender el motor.
- Calibrar correctamente las escalas de tiempo y voltaje en el osciloscopio para poder visualizar de mejor manera la gráfica generada por cada actuador, caso contrario se puede observar una señal errónea.
- Para realizar la prueba de comprobación por imágenes se debe desconectar la batería para evitar cualquier fallo, posteriormente se debe medir directamente en los terminales del conector (socket) de cada elemento.



- Cuando se han finalizado las pruebas o el uso del motor y se va mantener apagado por un prolongado tiempo, se recomienda desconectar la batería para evitar que se descargue la misma.
- Realizar mantenimiento a los inyectores, debido a que en la prueba de caudal de retorno se encuentran enviando una alta cantidad de combustible al depósito, especialmente el inyector número cuatro.
- Para realizar la prueba de retorno del caudal de combustible, asegurarse de colocar los seguros de los inyectores en la parte del retorno, caso contrario al realizar las pruebas por la alta presión que se maneja se desprenderán los acoples de las mangueras.
- Para realizar las mediciones de corriente con la pinza amperimétrica Brain Bee se debe tener en cuenta el sentido de la flecha que posee la misma, la cual tiene que estar en dirección hacia el inyector.



El saber no es suficiente  
debemos aplicarlo. El querer  
no es suficiente debemos  
hacer.

Bruce Lee



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA