



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ



Trabajo de titulación previo a la obtención del título de: Ingeniero Automotriz

Tema: "INVESTIGACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO Y ELECTRÓNICO DE LOS INYECTORES DE MARCA DELPHI "EJBR02801D" Y "EJBR04601D" DEL SISTEMA DE INYECCIÓN CRDI (COMMON RAIL DIESEL INJECTION)"

Autores:

JEFFERSON ALEXI BOMBÓN TOCA

MILTON PAUL CHALCO SUQUILLO

DIRECTOR: ING. GERMÁN ERAZO

LATACUNGA 2017

Antecedentes investigativos

- Según cifras del Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos en el año 2014 el campo automotor estaba conformado por más de 1.75 millones de vehículos de los cuales el 11,12% corresponden a aquellos alimentados con diésel
- El funcionamiento del motor de combustión interna produce una serie de residuos entre los cuales se encuentran los gases contaminantes producto de la quema de un combustible fósil
- El sistema CRDI es una forma inteligente de controlar un motor diésel con el uso de sistemas de un ordenador moderno. Mejora la potencia, rendimiento y reduce las emisiones dañinas de un motor diésel.

Antecedentes investigativos

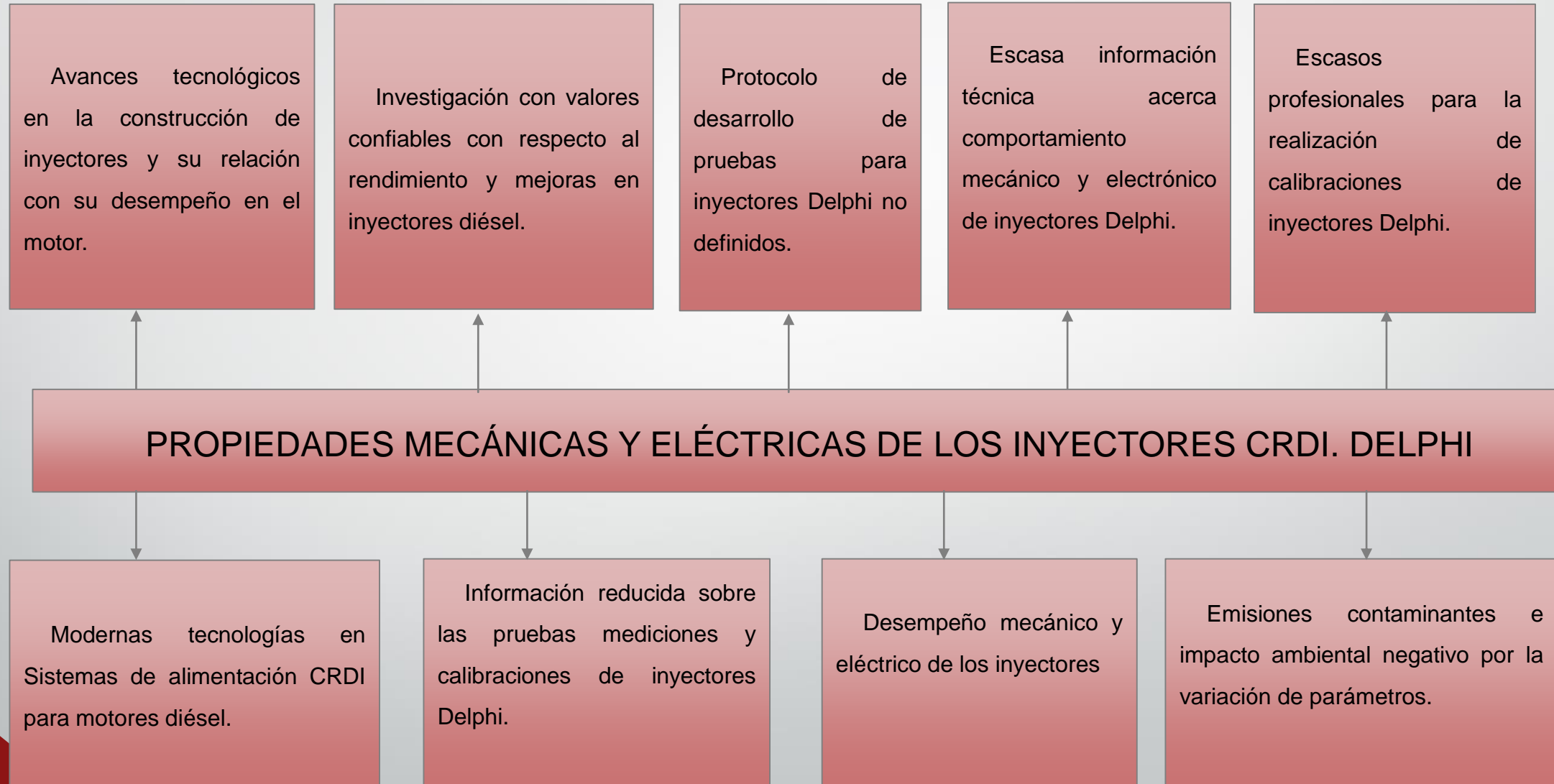
- En el país la evidente necesidad de limitar las emisiones contaminantes producidas por los vehículos con el fin de preservar el medio ambiente y evitar problemas de salud en la población, ha llevado a las autoridades a hacer cumplir la norma INEN para vehículos diésel:

INEN 2207:2002, GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE VEHÍCULOS AUTOMOTRICES. LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES DE DIÉSEL.

Categoría	Peso bruto del vehículo kg	Peso del vehículo cargado kg	CO g/km	HC g/km	NOx g/km	Partículas g/km	CICLOS DE PRUEBA
Vehículos Livianos	Todos	Todos	2,10	0,25	0,62	0,12	FTP - 75
Vehículos Medianos	≤ 3 860	≤ 1 700	6,2	0,5	0,75	0,16	
		> 1 700 ≤ 3 860	6,2	0,5	1,1	0,28	
Vehículos Pesados**	> 3 860	Todos	15,5	1,3	5,0	0,10***	Transiente pesado

* prueba realizada a nivel del mar
 ** en g/bHP-h (gramos / brake Horse Power-hora)
 *** para buses urbanos el valor es 0,07 g/bHP-h

Planteamiento del problema



Objetivo general.

- Investigar el desempeño mecánico y electrónico de los inyectores Delphi "EJBR02801D" y "EJBR04601D" para generar información técnica y relevante de los parámetros de operación de los inyectores CRDI.



Objetivos específicos

- Verificar modelos, marcas, autos que disponen de la utilización de inyectores marca Delphi en el país.
- Caracterizar las condiciones de operación de los inyectores Delphi.
- Evaluar los inyectores objeto de experimentación con cero horas de funcionamiento para utilizarlo como patrón de comparación.



Objetivos específicos

- Determinar el protocolo de pruebas óptimo mediante la variación de los parámetros de tiempo de inyección, Numero de STRK y presión de operación.
- Realizar las pruebas mecánicas a los inyectores Delphi, que son: pruebas de caudal, de pulverización y de presión de retorno.
- Realizar las pruebas eléctricas, que son: pruebas de corriente de activación, voltaje de activación, resistencia de la bobina e inductancia de los inyectores CRDI Delphi
- Elaborar el análisis comparativo de los resultados obtenidos en los protocolos de pruebas.



Justificación e importancia

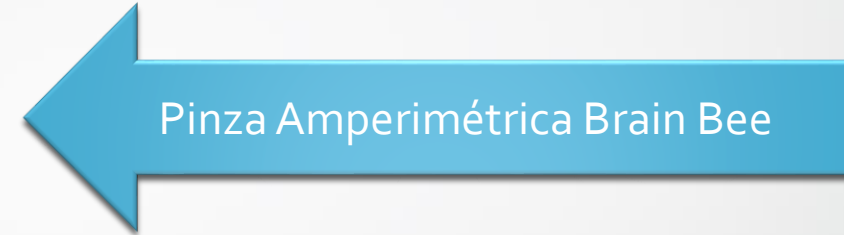
- Considerando que el parque automotor está en constante crecimiento y que gracias a los avances tecnológicos que se presentan día a día, en la que se incluye el sistema de inyección CRDI, es indispensable mantenerse al tanto de la información técnica especializada para dar un uso y mantenimiento adecuado a los vehículos que incorporan el sistema CRDI Delphi.
- Los inyectores CRDI Delphi y su tecnología se encuentran en diferentes marcas de vehículos, entre los cuales se destacan Kia, Hyundai y Ssangyong, con sus modelos Carnival, Terracán y Kyron respectivamente, pero la información relacionada a sistemas CRDI, de mantenimientos, protocolos de pruebas y calibración de inyectores Delphi es escasa, limitada e insuficiente, para quienes pretendieron estudiar estos sistemas de alimentación automotriz.



Equipos utilizados



Equipos utilizados



Tester VNP – 3500 CRDI

- El banco de pruebas Tester CRDI VNP – 3500 es un instrumento que permite analizar el estado mecánico y electrónico en el que se encuentran los inyectores marca Bosch, Delphi y Denso,
- Cuenta con controles digitales de STRK, que es el número de inyecciones que se van a llevar a cabo, la presión del sistema y el tiempo de pulso del inyector
- Llegando a tomar medidas a diferentes regímenes de trabajo, las cuales serán comparadas posteriormente.



Osciloscopio Hantek 1008c

- El osciloscopio automotriz Hantek 1008c es un instrumento que permite visualizar señales eléctricas y estimar sus diferentes parámetros: frecuencia, período, amplitud, valores máximos y mínimos de voltaje.
- Nos proporciona oscilogramas a los que se encuentran trabando los inyectores en tiempo real, además cuenta con ocho canales, lo que permitió trabajar con más de un canal de medición al mismo tiempo para poder visualizar los oscilogramas en la interface del portátil.



Pinza amperimétrica Brain Bee

- La pinza amperimétrica es un instrumento de medición de corriente, que permite realizar mediciones sin la necesidad de abrir el circuito en el que se quiere tomar datos.
- El funcionamiento de la pinza amperimétrica se basa en la medida indirecta de la corriente que circula por un conducto a partir del campo magnético que esta circulación de corriente genera.
- El nombre de pinza lo recibe por que el sensor se abre y abraza al cable cuya corriente se llega a medir.



LCR meter MT 5211

- Es un instrumento que permite medir diferentes magnitudes eléctricas. Así, en general, todos los modelos permiten medir:
 - Tensión alterna y continua.
 - Corriente alterna y continua.
 - Resistencia.
- Pero lo que hace diferente al LCR 5211 es su capacidad de medir características de inductancia y capacitancia.



Especificaciones de los inyectores CRDI Delphi



EJBR03701D

- Se hace una mención para el inyector Delphi R02801D, el mismo que comparte características con el inyector R03701D, por razones de mejoras que con el tiempo se han ido implementado, con el fin de brindar solución a las carencias que en su inicio presentaba el inyector R02801D.
- Debido a que el inyector R02801D ya ha sido discontinuado por su antigüedad en el mercado “Garner Espinosa” representantes de la marca Delphi en el Ecuador han decidido optar por la utilización del inyector R03701D para cumplir sus labores, esto es posible gracias a la compatibilidad y similitud de características que presentan
- Por esta razón las propiedades y características serán tomadas del inyector .R03701D



EJBR02801D y EJBR03701D

R02801D

Marca Auto.	Hyundai, Kia
Modelo.	Terracán, Carnival
Motor.	2.9 CRDI
BHP.	150
Cilindros.	4
Normas emisión.	Euro III
Bomba	9044A072A
Tobera	Log7PRD



Marca de auto.

Hyundai, Kia.

Modelo.

Terracán.
Carnival.

Motor.

2.9 CRDI.

BHP.

150.

Cilindros.

4.

Normas emisión.

Euro III.

Bomba.

9044A072A.

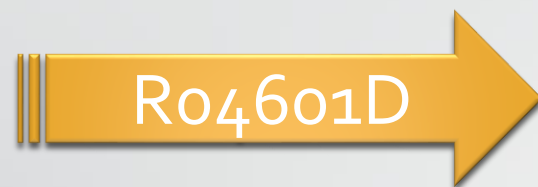
Tobera.

L137PRD.

R03701D



EJBR04601D



Marca Auto.	Ssangyong.
Modelo.	Kyron. Rexton. Rodius. Stavic.
Motor.	2.7 Xdi.
BHP.	165.
Cilindros.	5.
Normas emisión.	Euro III.
Bomba.	9044A052A.
Tobera.	L138PRD.



Protocolo de pruebas para los inyectores CRDI Delphi

- Para la creación del protocolo de pruebas, se baso en los parámetros variables y características que ofrece el Tester VNP – 3500 CRDI, al igual que los demás equipos tecnológicos antes mencionados.
- Para poder cubrir un amplio campo de parámetros de trabajo de los inyectores, se determino los siguientes tiempos de inyección, presiones de operación y números de STRK, para cada una de las pruebas
 - Presión: (300, 400, 500, 600, 700,) bar.
 - STRK: 250, 500, 750, 990.
 - Tiempo de Inyección: (0,25; 0,5; 1; 1,5; 2) ms.
- Además se determinó el ángulo de pulverización de cada inyector, se calculo los grados de activación y la presión de retorno con la que trabajan los mismos.

Protocolo de pruebas para los inyectores CRDI Delphi

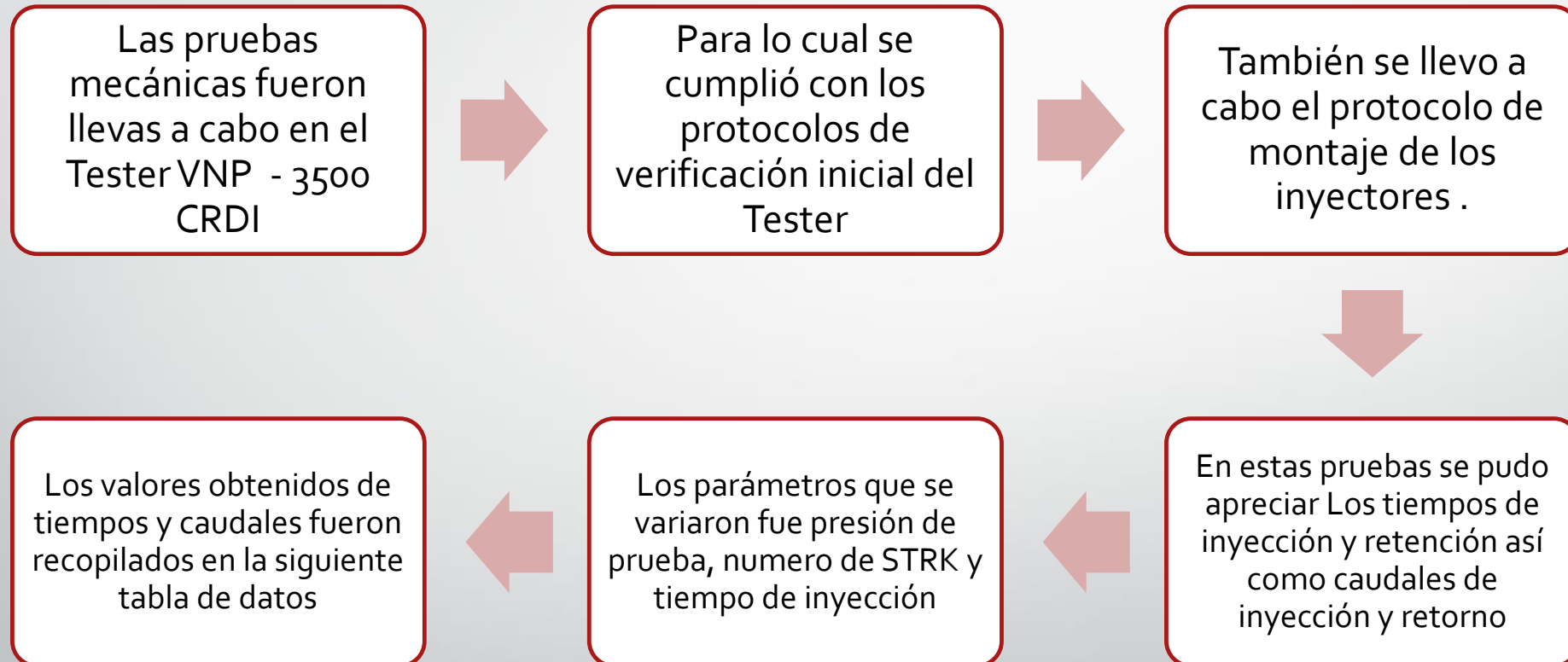
- Dentro de los parámetros eléctricos que se determinó en los inyectores, el protocolo de pruebas consta de:
 - Voltaje de activación
 - Voltaje de retención
 - Corriente de activación
 - Resistencia en la Bobina
 - Inductancia
- Los mismos valores que fueron determinados mediante de la utilización de equipos como: El osciloscopio Hantek 1008c, Pinza amperimétrica Bran Bee y el LCR MT 5211.



PRUEBAS

- Pruebas Mecánicas – Hidráulicas
- Pruebas Electricas
- Grados de activación
- Angulo de pulverización
- Presión de retorno
- Parámetros del inyector

Pruebas mecánicas – hidráulicas



Pruebas eléctricas

Las pruebas eléctricas fueron llevadas a cabo mediante la ayuda del osciloscopio Hantek, la pinza Bran Bee y el LCR MT 5211

Para lo cual se cumplió con los protocolos de montaje de los inyectores

También se llevo a cabo los protocolos de utilización del osciloscopio Hantek y utilización de la pinza amperimétrica Brain Bee

En estas pruebas se pudo apreciar los voltajes, corrientes, resistencia en la bobina e inductancia

Los parámetros que se variaron fue presión de prueba, número de STRK y tiempo de inyección

Los valores obtenidos de tiempos y caudales fueron recopilados en la siguiente tabla de datos

Grados de activación

El grado de activación, es el ángulo en función del giro del cigüeñal, en el cual el inyector entra en funcionamiento

El mismo que es directamente proporcional al tiempo de inyección.

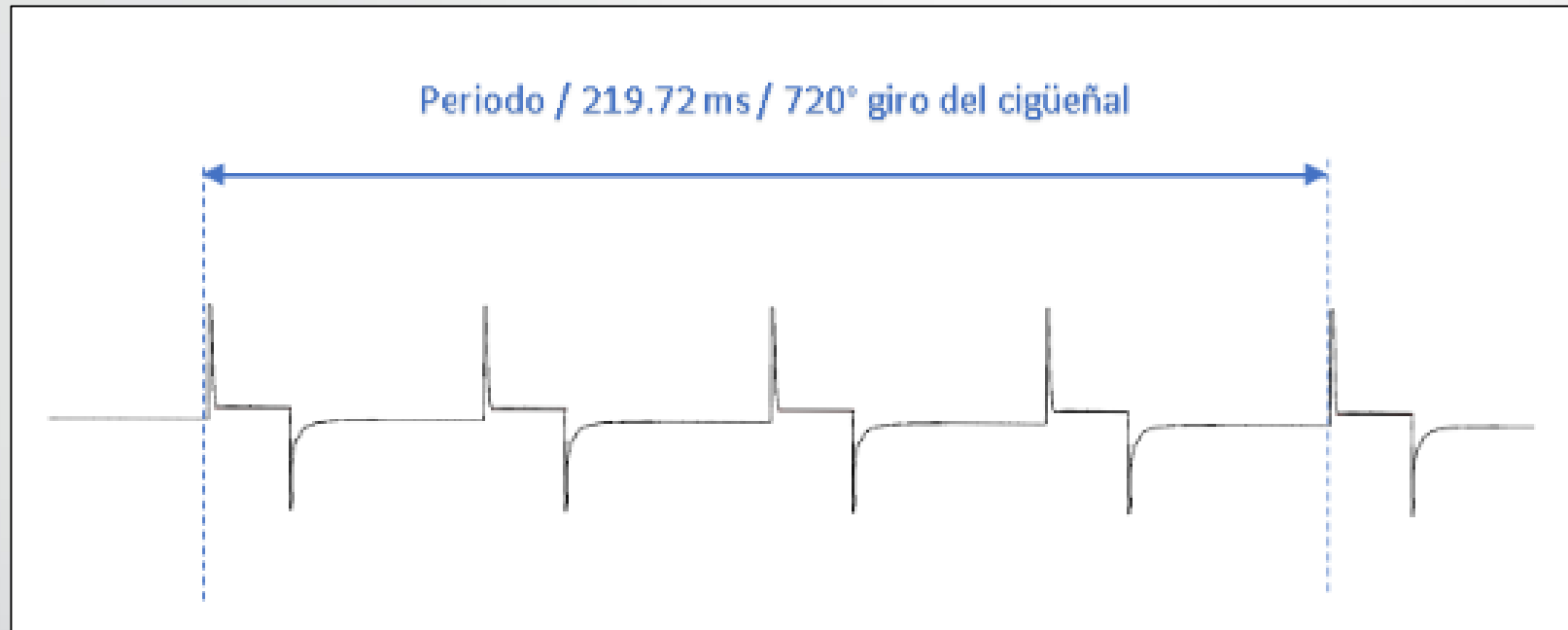
Para calcular el ángulo de activación en referencia al tiempo de inyección tener en cuenta los siguientes parámetros que ofrece el osciloscopio

$P=219.72 \text{ ms}$
Giro del cigüeñal= 720°
 $n=\text{número de cilindros}=4$

Para lo cual determinamos el ángulo individual y el periodo individual puesto que trabajamos con un solo inyector

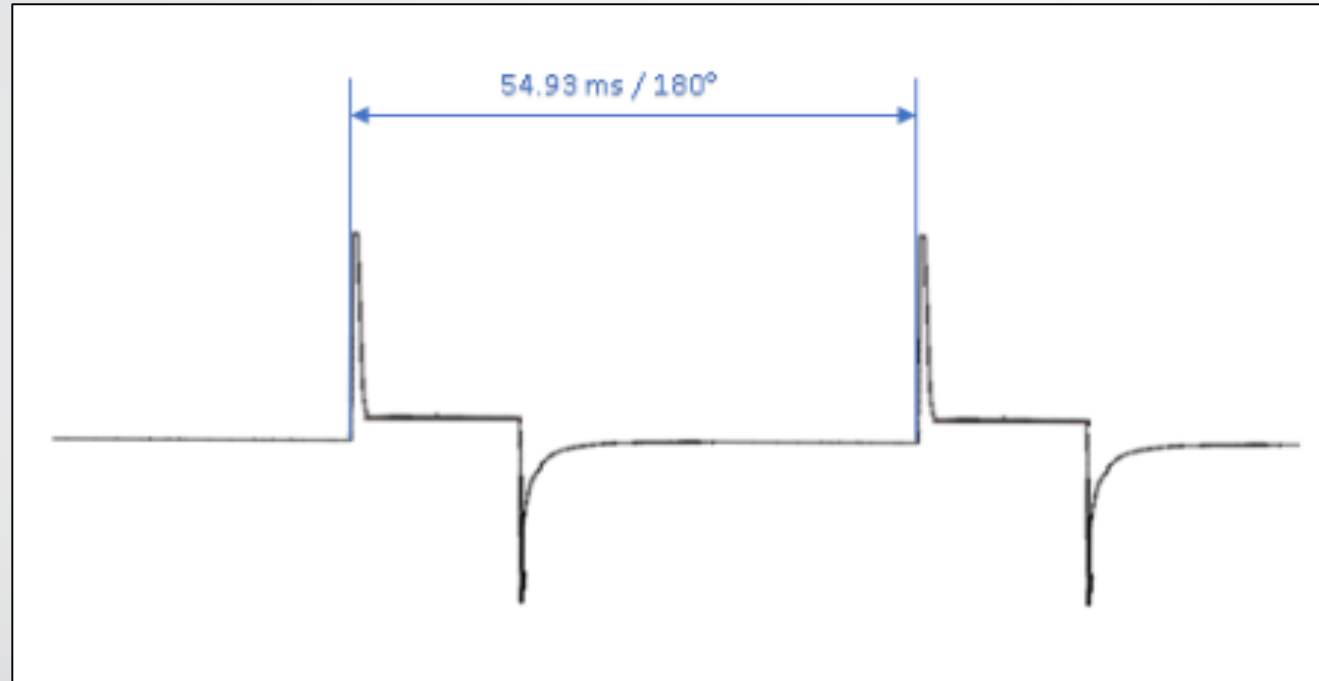
Y con los valores individuales se obtiene los grados de activación que son directamente proporcional al tiempo de inyección

Grados de activación



El período es de 219.72 ms, valor obtenido con el osciloscopio, es un valor total para cuatro cilindros, es necesario obtener los valores para un solo cilindro debido a que el análisis es para un inyector.

Grados de activación



$\text{Ángulo}_{\text{Ind.}} = 180^\circ$

$P_1 = 54.93 \text{ ms}$

Grados de activación

- **Para un $Ti_1 = 0.25 \text{ ms}$**

$$\text{Grado de Activación } \tau_{i1} = \frac{0.25\text{ms} * 180^\circ}{54.93\text{ms}}$$

$$\text{Grado de Activación } \tau_{i1} = 0.87^\circ$$

- **Para un $Ti_2 = 0.5 \text{ ms}$.**

$$\text{Grado de Activación } \tau_{i2} = \frac{0.5\text{ms} * 180^\circ}{54.93\text{ms}}$$

$$\text{Grado de Activación } \tau_{i2} = 1.638^\circ$$

- **Para un $Ti_3 = 1 \text{ ms}$.**

$$\text{Grado de Activación } \tau_{i3} = \frac{1\text{ms} * 180^\circ}{54.93\text{ms}}$$

$$\text{Grado de Activación } \tau_{i3} = 3.277^\circ$$

- **Para un $Ti_4 = 1.5 \text{ ms}$**

$$\text{Grado de Activación } \tau_{i4} = \frac{1.5\text{ms} * 180^\circ}{54.93\text{ms}}$$

$$\text{Grado de Activación } \tau_{i4} = 4.915^\circ$$

- **Para un $Ti_5 = 2 \text{ ms}$.**

$$\text{Grado de Activación } \tau_{i5} = \frac{2\text{ms} * 180^\circ}{54.93\text{ms}}$$

$$\text{Grado de Activación } \tau_{i5} = 6.554^\circ$$

- **Para el tiempo promedio de disparo de 0.02654 ms .**

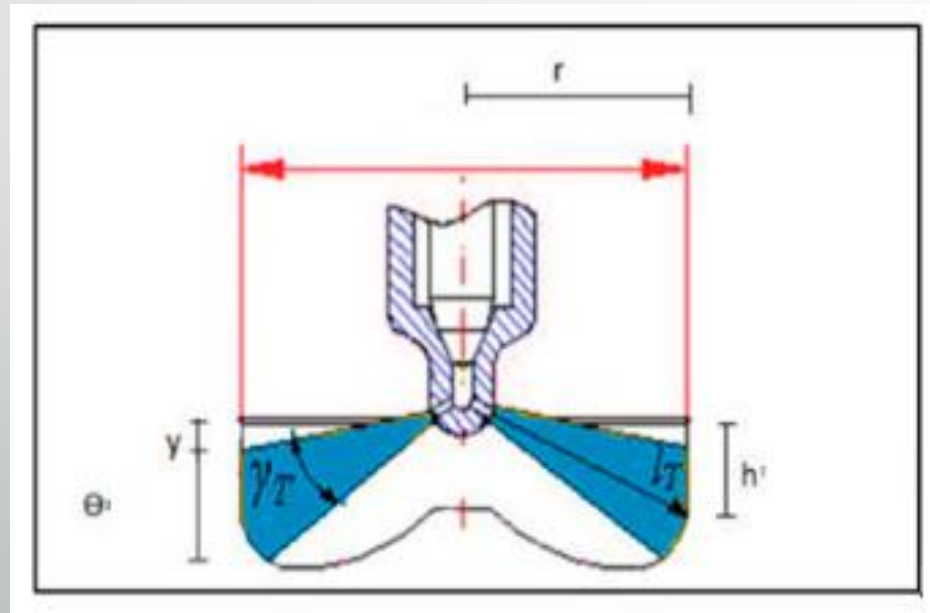
$$\text{Grado de Activación } \tau_{\text{Disparo}} = \frac{0.02654\text{ms} * 180^\circ}{54.93}$$

$$\text{Grado de Activación } \tau_{\text{Disparo}} = 0.087^\circ$$



Angulo de pulverización

- Para la Toma de datos necesarios para el calculo del ángulo de pulverización se debe llevar a cabo el protocolo de cálculo de ángulo de pulverización
- Para el ángulo de pulverización realizar los siguientes cálculos tomando en cuenta los datos de la cápsula del Tester V – 3500.



Datos:

- h = altura
- r = radio del cilindro
- θ = diámetro del chorro
- I_T = Angulo de Disparo
- γ_T = Angulo de Dispersión
- Y = Diferencia de Alturas

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Pruebas Mecánicas – Hidráulicas
- Pruebas Electricas
- Grados de activación
- Angulo de pulverización
- Parámetros del inyector

ANÁLISIS DE RESULTADOS EJBR03701D



Análisis y comparación de los caudales de inyección del inyector R03701D CRDI Delphi

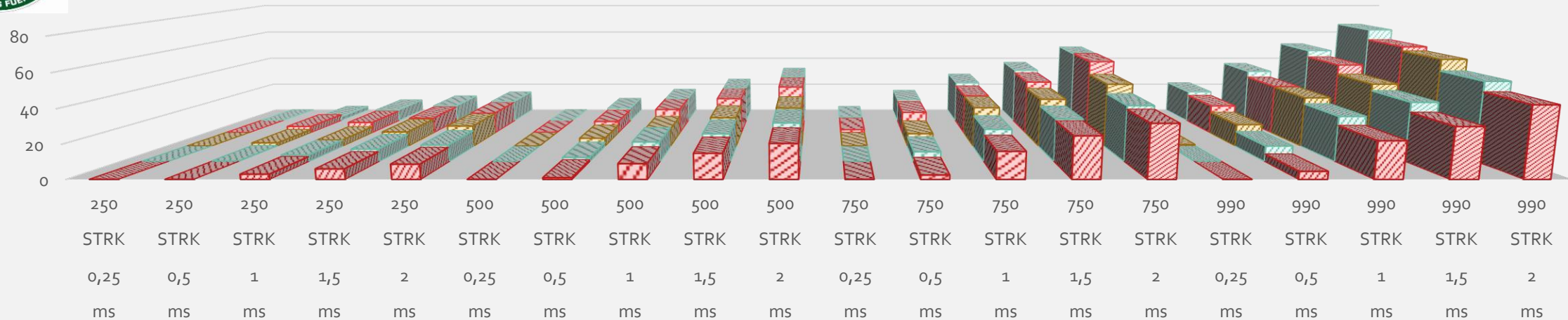
Tiempo de inyección	SRTK	300 bar	400 bar	500 bar	600 bar	700 bar
		Caudal de inyección	Caudal de inyección	Caudal de inyección	Caudal de inyección	Caudal de inyección
ms		(mm ³)	(mm ³)	(mm ³)	(mm ³)	(mm ³)
0,25	250	--	--	--	0,1	0,1
0,5	250	--	--	0,2	1,5	3
1	250	4,5	6,1	7	8	8,5
1,5	250	7,1	10	12	14	14
2	250	10,9	13,1	16	17	19,5
0,25	500	--	--	--	0,3	0,2
0,5	500	0,1	3,1	6,4	8	9,8
1	500	9,5	15,5	13,1	19,5	22
1,5	500	18	20,4	26,2	29,1	32
2	500	30,5	28,5	33,5	43	41
0,25	750	--	--	--	0,7	1
0,5	750	3,8	6,1	9	14,1	16
1	750	21	24,5	28	31	34
1,5	750	30,5	33	42	42,1	42
2	750	44,7	44	53,5	56	62
0,25	990	--	--	--	2,5	2
0,5	990	3,8	8,5	14	19	22
1	990	24,7	30,1	40	41,4	44

Análisis y comparación de los caudales de inyección del inyector Ro3701D CRDI Delphi



NÚMERO DE STRK / TIEMPO DE INYECCIÓN / CAUDAL DE INYECCIÓN A (300, 400, 500, 600, 700) BAR DE PRESIÓN

Caudal de inyección [ml]



	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms
	0,25	0,5	1	1,5	2	0,25	0,5	1	1,5	2	0,25	0,5	1	1,5	2	0,25	0,5	1	1,5	2	
	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK
	250	250	250	250	250	500	500	500	500	500	750	750	750	750	750	990	990	990	990	990	
▣ Caudal de Inyección 300 (mm3)	0	0	3	6	8,7	0	1	9	14,9	20,5	0	2,5	16	24,8	31,8	0	4,6	22	30	42,2	
▣ Caudal de Inyección 400 (mm3)	0	0,3	4	7,6	10,1	0	2,5	12	17	23,6	0	6	19,7	26	34	0,1	9,5	27,5	36	48,6	
▣ Caudal de Inyección 500 (mm3)	0	2,1	4	9,2	13,1	0	5,1	11,1	18,5	24,8	0,1	8,1	25	30,5	40,1	1	14	31,4	40,2	56	
▣ Caudal de Inyección 600 (mm3)	0	4,2	7	10	13,4	0,1	7,7	16	23,5	31,5	2	14	25,4	34,9	48,8	3	18,5	31,8	46,5	58,8	
▣ Caudal de Inyección 700 (mm3)	0,1	2,8	7,8	10,9	14	0,2	9	16	23,8	32,2	2,7	15,2	27,7	36,8	48,6	4	21,1	36	51	65,9	

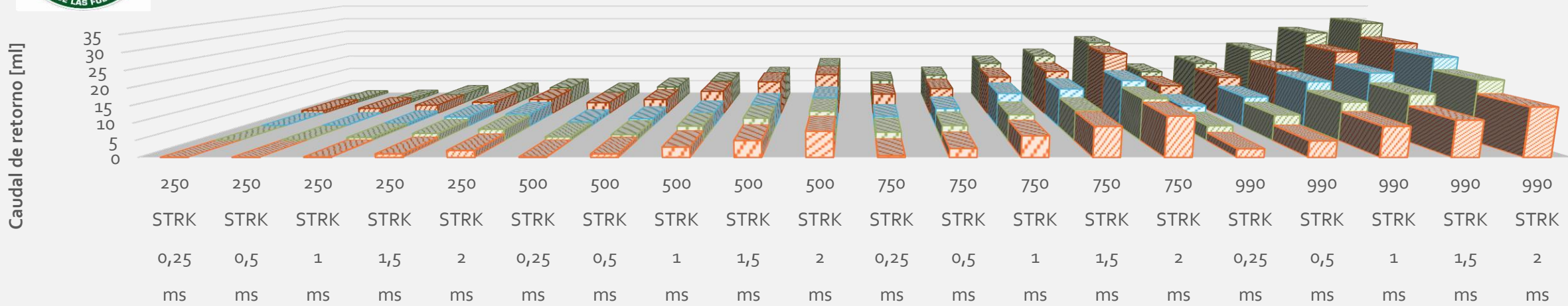
Análisis y comparación de los caudales de retorno del inyector Ro3701D CRDI Delphi

Tiempo de inyección	SRTK	300 bar	400 bar	500 bar	600 bar	700 bar
		Caudal retorno	Caudal retorno	Caudal retorno	Caudal retorno	Caudal retorno
ms		(mm ³)	(mm ³)	(mm ³)	(mm ³)	(mm ³)
0,25	250	--	--	--	0,7	0,5
0,5	250	--	0,1	0,1	1	1
1	250	0,1	0,7	1,2	2,1	2
1,5	250	1	2,6	3	5	3
2	250	2,2	3	4,5	5,1	5
0,25	500	--	1	2,9	3,1	3,5
0,5	500	1	2	4,9	5	5,4
1	500	2,7	4,5	6	7,8	9
1,5	500	5	7	9,1	11	11,5
2	500	8,5	9	10,8	13	13,9
0,25	750	1,1	2,5	4	7	7
0,5	750	3,5	4,7	6	9	9,8
1	750	7,5	8	11	13	15
1,5	750	9,5	11,5	13,5	16	15
2	750	11	12,5	15	18,5	20,5
0,25	990	3,1	4,2	6,2	9,5	10,5
0,5	990	4,9	6,9	9	12,5	13,9
1	990	8,9	9,1	15	15,6	18

Análisis y comparación de los caudales de retorno del inyector Ro3701D CRDI Delphi



NÚMERO DE STRK / TIEMPO DE INYECCIÓN /CAUDAL DE RETORNO A (300, 400, 500, 600, 700)BAR DE PRESIÓN



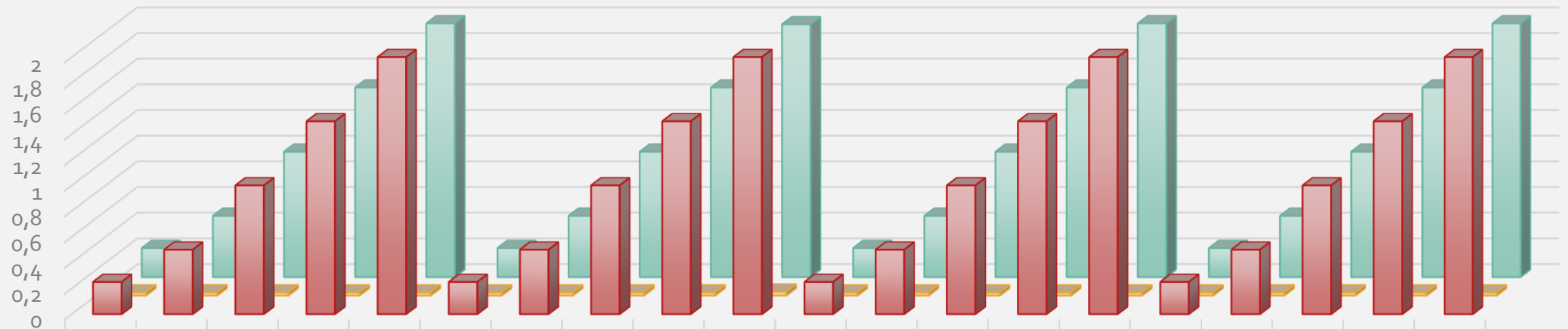
	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms
	0,25	0,5	1	1,5	2	0,25	0,5	1	1,5	2	0,25	0,5	1	1,5	2	0,25	0,5	1	1,5	2
	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK
	250	250	250	250	250	500	500	500	500	500	750	750	750	750	750	990	990	990	990	990
█ Caudal Retorno	0	0	0,1	1	2	0,1	1	3	4,9	7,6	0,5	2,6	6,3	9	12	2,5	4,8	9	10,8	14,6
█ Caudal Retorno	0	0,1	0,9	2,2	3,5	1,1	1,8	4,5	7	9,2	2,6	4,7	8,1	9,5	13,1	4,6	8	12	14,5	18,9
█ Caudal Retorno	0,1	0,2	0,9	3	4	1,3	2,4	4,5	7,2	9,5	3,2	5,9	11	12,5	15,3	6,8	9,8	14,9	17,8	23
█ Caudal Retorno	1	1,8	3	4	5	3,9	5	8	11,4	14	7	9	13,1	15,1	21,4	10	13	16	22	25
█ Caudal Retorno	0,9	1,1	3	4	5,7	4	6	8,3	10,4	14	8,5	10,5	15	17,8	22,8	11,8	15	20,2	26,5	30,1

Análisis y comparación de tiempos de inyección, disparo y retención del inyector R03701D CRDI Delphi



Número de STRK / tiempo de inyección / tiempo de disparo / tiempo de retención

TIEMPO [MS]

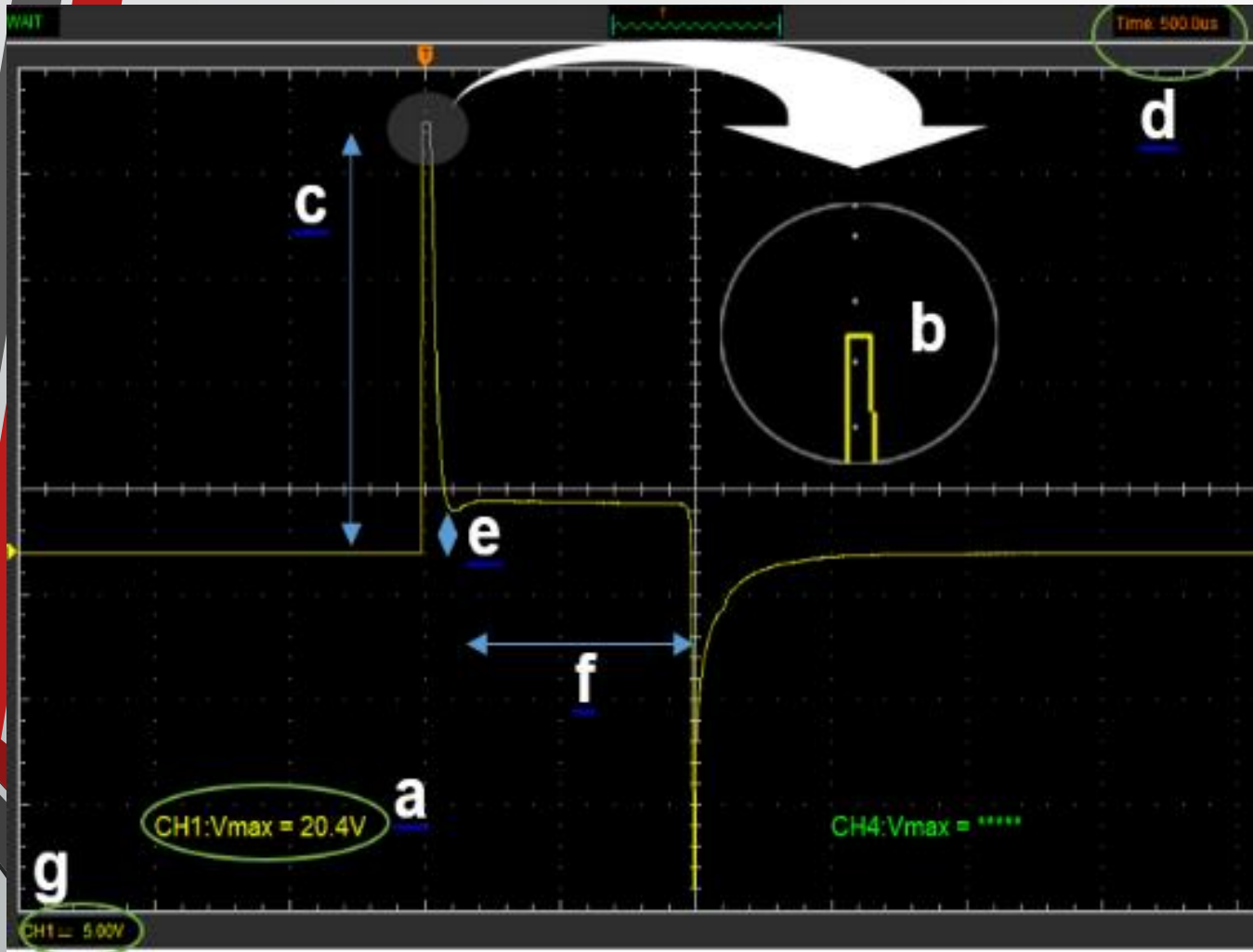


	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar
	250	250	250	250	250	500	500	500	500	500	750	750	750	750	750	990	990	990	990	990
	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK
■ Tiempo de inyección	0,25	0,5	1	1,5	2	0,25	0,5	1	1,5	2	0,25	0,5	1	1,5	2	0,25	0,5	1	1,5	2
■ Tiempo de Disparo	0,0243	0,0244	0,0243	0,0243	0,0243	0,0243	0,0243	0,0243	0,0243	0,031	0,0243	0,0243	0,0243	0,0243	0,0243	0,0243	0,0243	0,0243	0,0243	0,0243
■ Tiempo de retención	0,2257	0,4756	0,9757	1,4757	1,9757	0,2257	0,4757	0,9757	1,4757	1,969	0,2257	0,4757	0,9757	1,4757	1,9757	0,2257	0,4757	0,9757	1,4757	1,9757

Análisis de las pruebas eléctricas del inyector EJBR03701D.

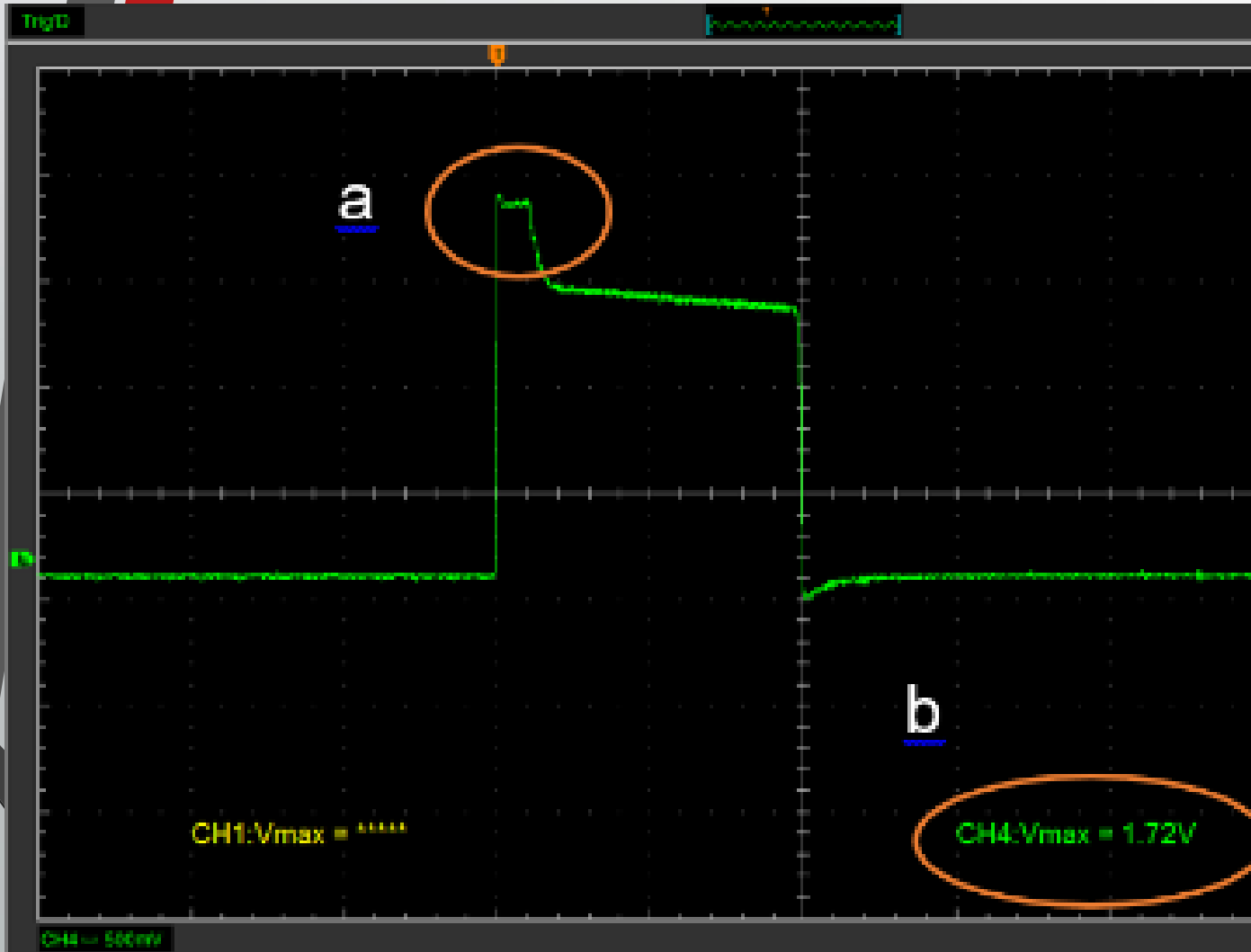
Presión	Tiempo de inyección	Corriente de activación	Voltaje de activación	Voltaje de retención	Resistencia en la bobina	Inductancia
(bar)	ms	(A)	(V)	(V)	(Ω)	(μ H)
300	0,25	16,7	20,2	2,1	0,3	38
300	0,5	16,1	20,4	2,1	0,3	38
300	1	16,5	20,4	2	0,3	38
300	1,5	17	20,4	2	0,3	38
300	2	15,8	20,4	2	0,3	38
400	0,25	16,7	20,2	2,1	0,3	38
400	0,5	16,1	20,4	2,1	0,3	38
400	1	16,5	20,4	2	0,3	38
400	1,5	17	20,4	2	0,3	38
400	2	15,8	20,4	2	0,3	38
500	0,25	15,8	20,4	2	0,3	38
500	0,5	15,8	20,4	2	0,3	38
500	1	17,2	20,4	2	0,3	38
500	1,5	16,4	20,4	2	0,3	38
500	2	16,8	20,4	2	0,3	38
600	0,25	17	20,4	2	0,3	38
600	0,5	16,5	20,4	2	0,3	38
600	1	16,3	20,4	2	0,3	38
600	1,5	16,8	20,4	2	0,3	38
600	2	17,1	20,4	2	0,3	38
700	0,25	17,6	20,4	2	0,3	38
700	0,5	17,1	20,4	2	0,3	38

Oscilogramas de voltaje del inyector EJBR03701D



- a) Es el voltaje de activación
- b) En el cual la distancia horizontal representa el tiempo de inyección en ms,
- c) En el cual la distancia vertical representa el voltaje de activación en voltios,
- d) Es la calibración que permite realizar el osciloscopio para el eje de tiempo, el cual es de 500 μ s,
- e) Es la distancia vertical del valor para el voltaje de retención,
- f) Es la distancia que representa el tiempo de retención de inyección.
- g) Es la calibración que permite realizar el osciloscopio para el eje y, el cual es de 5V.

Oscilogramas de corriente del inyector EJBR03701D



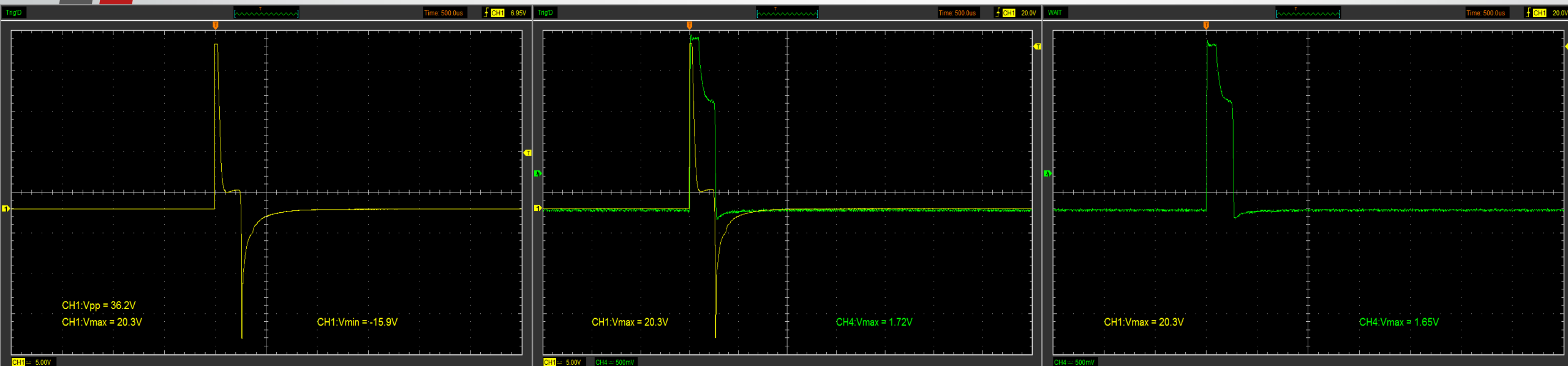
El siguiente oscilograma a analizar se trata del de corriente, el cual inicia y culmina en el mismo momento en que lo hace el oscilograma de voltaje.

- a) Es el tiempo de disparo en la gráfica de corrientes.
- b) Es el valor de activación de oscilograma de corriente, esta opción es posible visualizarlo ingresando a la opción de measure value que es necesario transformarlo para obtener el amperaje con la relación de 10 mV es igual a 1 amperio.

Oscilogramas de voltaje y corriente, pulso de inyección de 0.25 ms, inyector inductivo Delphi R03701D CRDI.

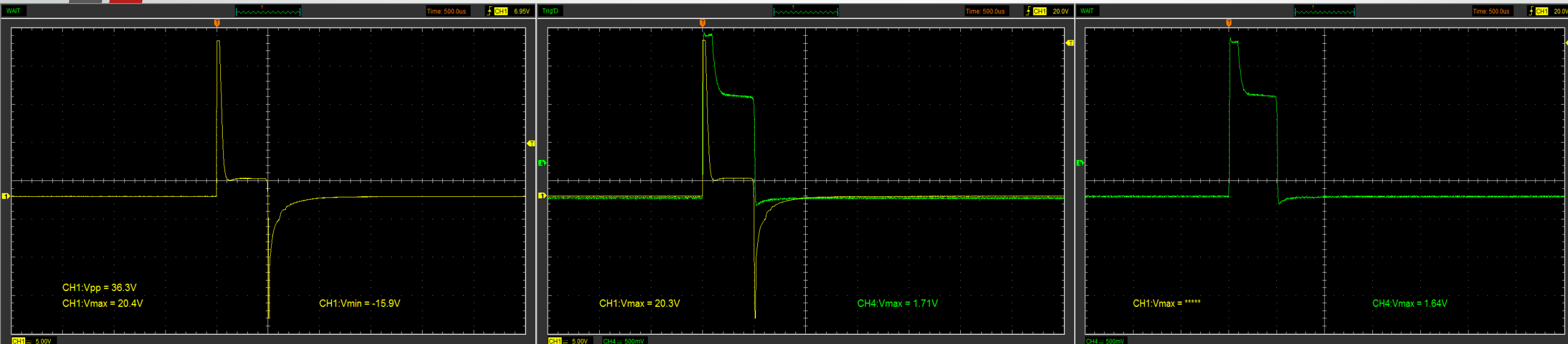
Los siguientes oscilogramas de voltaje y corriente se los obtuvo variando los pulsos de inyección a 0.25 ms, independientemente de la presión de trabajo y los STRK

La calibración del osciloscopio se la específico en 500us para el eje de las abscisas y 1,25 V para el eje de las ordenadas



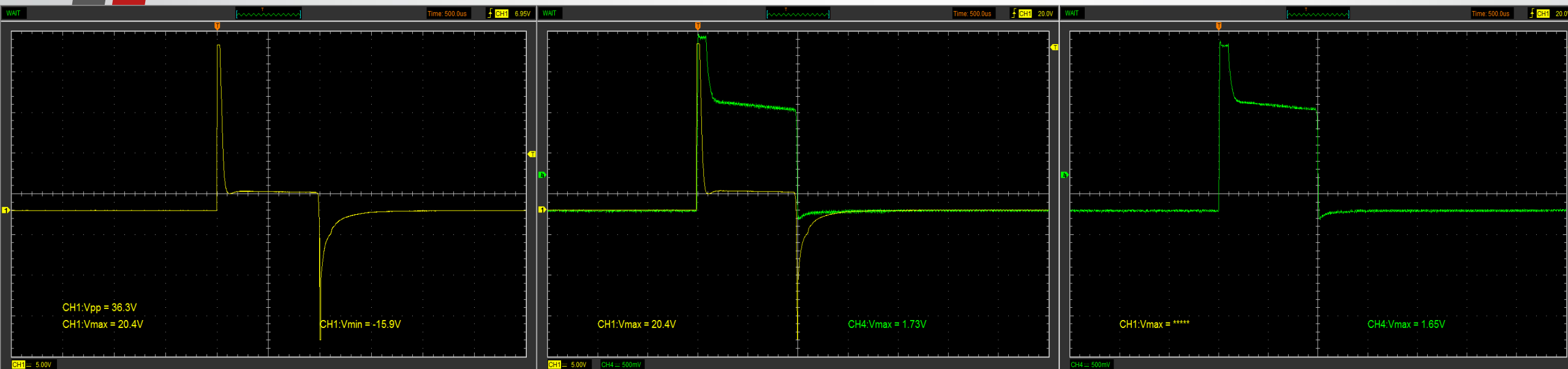
Oscilogramas de voltaje y corriente, pulso de inyección de 0.5 ms, inyector inductivo Delphi Ro3701D CRDI.

Los siguientes oscilogramas de voltaje y corriente se los obtuvo variando los pulsos de inyección a 0.5 ms, independientemente de la presión de trabajo y los STRK



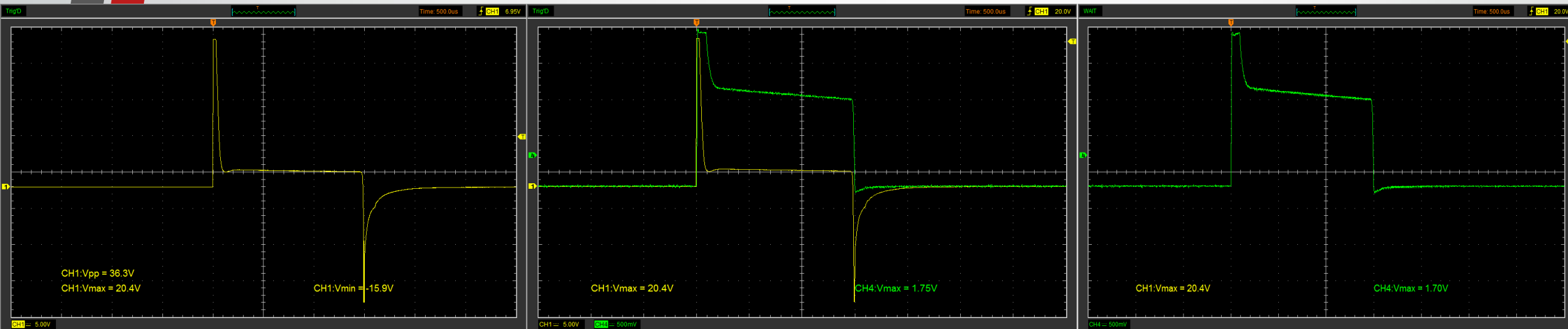
Oscilogramas de voltaje y corriente, pulso de inyección de 1 ms, inyector inductivo Delphi Ro3701D CRDI.

Los siguientes oscilogramas de voltaje y corriente se los obtuvo variando los pulsos de inyección a 1 ms, independientemente de la presión de trabajo y los STRK



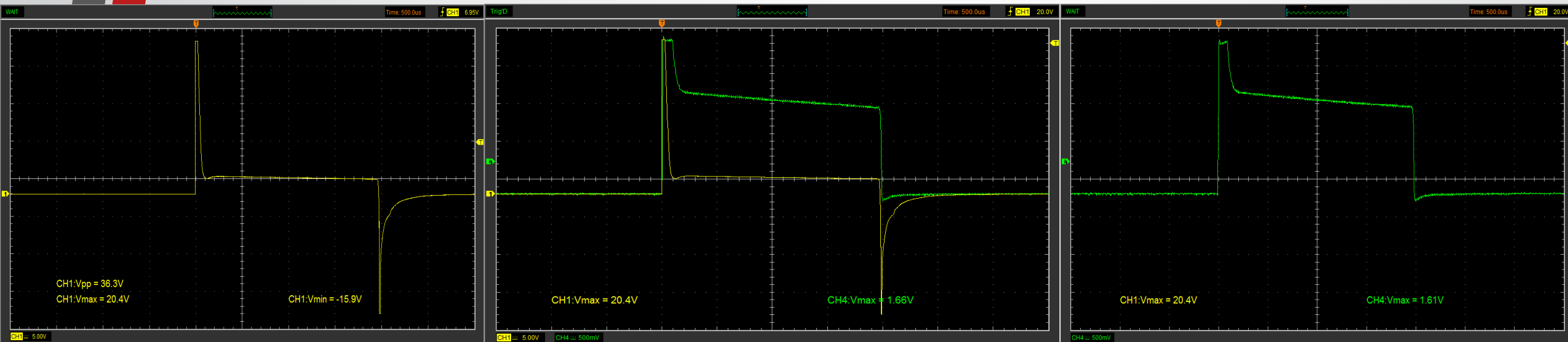
Oscilogramas de voltaje y corriente, pulso de inyección de 1,5 ms, inyector inductivo Delphi Ro3701D CRDI.

Los siguientes oscilogramas de voltaje y corriente se los obtuvo variando los pulsos de inyección a 1,5 ms, independientemente de la presión de trabajo y los STRK



Oscilogramas de voltaje y corriente, pulso de inyección de 2 ms, inyector inductivo Delphi Ro3701D CRDI.

Los siguientes oscilogramas de voltaje y corriente se los obtuvo variando los pulsos de inyección a 2 ms, independientemente de la presión de trabajo y los STRK



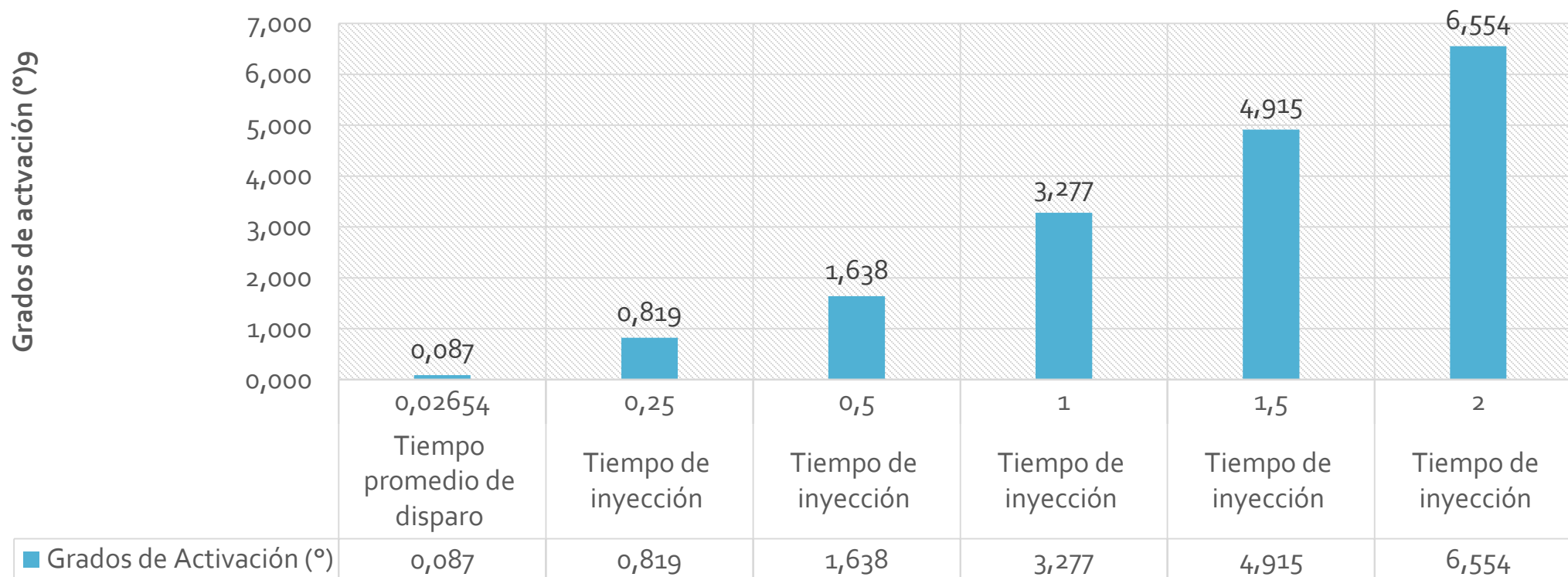
Análisis de los grados de activación con respecto al tiempo de activación y giro del cigüeñal / independientemente del valor de las presiones y el número de STRK.

Grados de Activación			
		(ms)	(°)
Tiempo de disparo	Promedio	0,02654	0,087
	Tiempo de inyección	0,25	0,819
Tiempo de inyección	Tiempo de inyección	0,5	1,638
	Tiempo de inyección	1	3,277
	Tiempo de inyección	1,5	4,915
	Tiempo de inyección	2	6,554



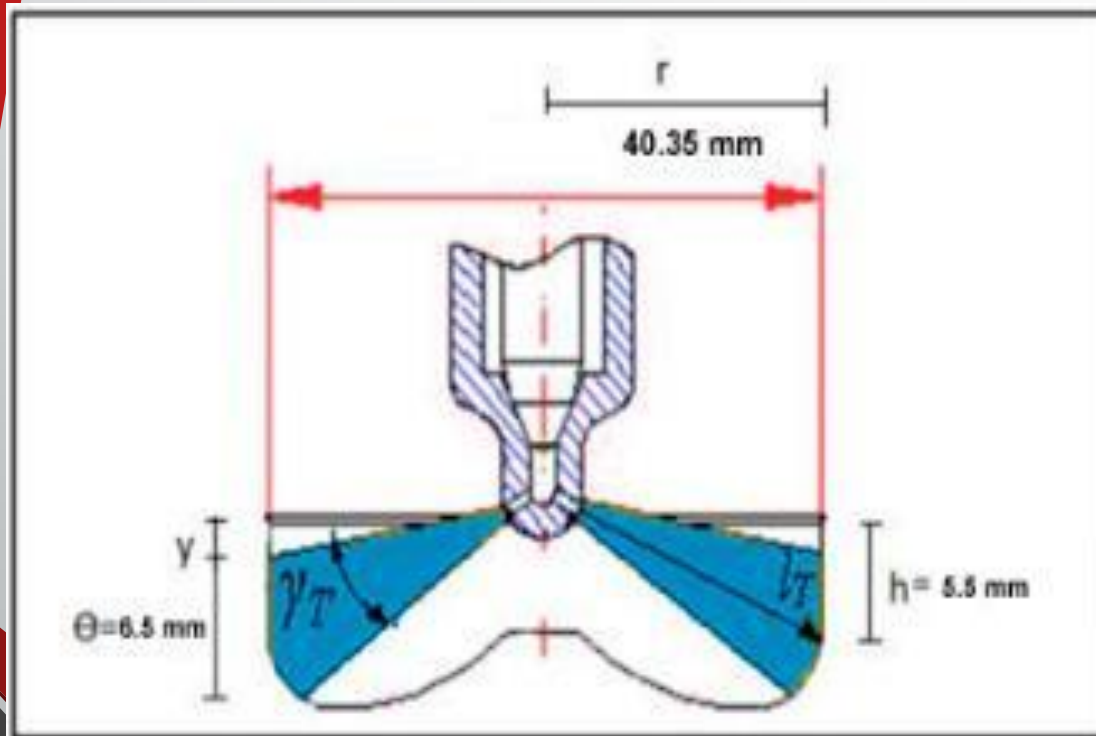
Análisis de los grados de activación con respecto al tiempo de activación y giro del cigüeñal / independientemente del valor de las presiones y el número de STRK.

Grados de activación con respecto al tiempo de activación y giro del cigüeñal / independientemente del valor de las presiones y el número de STRK



Ángulo de pulverización del inyector Delphi R03701D CRDI.

- Después de cumplir con el protocolo de obtención de datos para el ángulo de pulverización tenemos:



Datos:

- $h = \text{altura} = 0,55 \text{ cm.}$
- $r = \text{radio del cilindro} = 4,035 \text{ cm}$
- $\theta = \text{Diámetro del chorro} = 6,5 \text{ mm}$
- $l_T = \text{Ángulo de disparo}$
- $\gamma_T = \text{Ángulo de dispersión}$
- $Y = \text{Diferencia de alturas} = 2,25 \text{ mm}$

Ángulo de pulverización del inyector Delphi Ro3701D CRDI.

Ángulo de disparo

$$I_T \quad \alpha = \arctan\left(\frac{0,55 \text{ cm}}{4,035 \text{ cm}}\right)$$

$$I_T = 7,7619^\circ.$$

Ángulo de dispersión

$$\gamma_T \quad \beta = \arctan\left(\frac{6,5 \text{ mm} + 2,25 \text{ mm}}{40,35 \text{ mm}}\right) - \arctan\left(\frac{2,25 \text{ mm}}{40,35 \text{ mm}}\right)$$

$$\gamma_T = 9,0436^\circ$$

EJBRo3701D CRDI DELPHI	
Ángulo de Disparo	7,7619°
Ángulo de dispersión	9,0436°

Presión de retorno del inyector Delphi R03701D CRDI.

Para medir la presión del caudal de retorno se utilizó un manómetro de paso de combustible, y fue necesario seguir el protocolo de obtención de la presión de retorno.

Para el inyector EJBR03701D la presión de retorno que fue establecida se menciona en la siguiente tabla:

Inyector	Marca	Medida	Unidades
EJBR03701D	Delphi	2.75	Bar



Parámetros del inyector Delphi R03701D CRDI.

Indicador	Ítem	Técnica	Medición
Presión Max de prueba	bar	Medición (Tester VNP- 3500)	700
Presión min de prueba	bar	Medición (Tester VNP -3500)	300
Número de orificios del inyector	#	Observación Inyector	6
Presión de retorno	bar	Medición (Manómetro)	2.75
Ángulos de dispersión	°	Cálculo (Datos obtenidos)	7.7619
Angulo de Disparo	°	Cálculo (Datos obtenidos)	9.0436
Bomba	#	Investigación (Especificaciones)	9044A072A
Tobera	#	Investigación (Especificaciones)	Log7PRD

ANÁLISIS DE RESULTADOS EJBR04601D



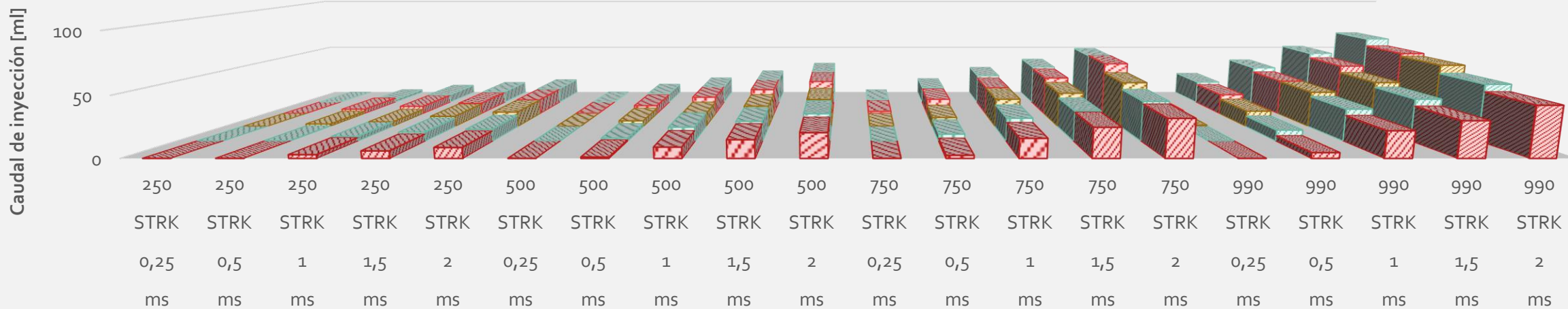
Análisis y comparación de los caudales de inyección del inyector Ro46o1D CRDI Delphi

		300 bar	400 bar	500 bar	600 bar	700 bar
Tiempo de inyección	SRTK	Caudal de inyección	Caudal de inyección	Caudal de inyección	Caudal de inyección	Caudal de inyección
ms		(mm3)	(mm3)	(mm3)	(mm3)	(mm3)
0,25	250	--	--	--	--	0,1
0,5	250	--	0,3	2,1	4,2	2,8
1	250	3	4	4	7	7,8
1,5	250	6	7,6	9,2	10	10,9
2	250	8,7	10,1	13,1	13,4	14
0,25	500	--	--	--	0,1	0,2
0,5	500	1	2,5	5,1	7,7	9
1	500	9	12	11,1	16	16
1,5	500	14,9	17	18,5	23,5	23,8
2	500	20,5	23,6	24,8	31,5	32,2
0,25	750	--	--	0,1	2	2,7
0,5	750	2,5	6	8,1	14	15,2
1	750	16	19,7	25	25,4	27,7
1,5	750	24,8	26	30,5	34,9	36,8
2	750	31,8	34	40,1	48,8	48,6
0,25	990	--	0,1	1	3	4
0,5	990	4,6	9,5	14	18,5	21,1
1	990	22	27,5	31,4	31,8	36
1,5	990	30	36	40,2	46,5	51
2	990	42,2	48,6	56	58,8	65,9

Análisis y comparación de los caudales de inyección del inyector Ro4601D CRDI Delphi



NÚMERO DE STRK / TIEMPO DE INYECCIÓN / CAUDAL DE INYECCIÓN A (300, 400, 500, 600, 700) BAR DE PRESIÓN



	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms
	0,25	0,5	1	1,5	2	0,25	0,5	1	1,5	2	0,25	0,5	1	1,5	2	0,25	0,5	1	1,5	2	
	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK
	250	250	250	250	250	500	500	500	500	500	750	750	750	750	750	990	990	990	990	990	
■ Caudal de Inyección 300	0	0	3	6	8,7	0	1	9	14,9	20,5	0	2,5	16	24,8	31,8	0	4,6	22	30	42,2	
■ Caudal de Inyección 400	0	0,3	4	7,6	10,1	0	2,5	12	17	23,6	0	6	19,7	26	34	0,1	9,5	27,5	36	48,6	
■ Caudal de Inyección 500	0	2,1	4	9,2	13,1	0	5,1	11,1	18,5	24,8	0,1	8,1	25	30,5	40,1	1	14	31,4	40,2	56	
■ Caudal de Inyección 600	0	4,2	7	10	13,4	0,1	7,7	16	23,5	31,5	2	14	25,4	34,9	48,8	3	18,5	31,8	46,5	58,8	
■ Caudal de Inyección 700	0,1	2,8	7,8	10,9	14	0,2	9	16	23,8	32,2	2,7	15,2	27,7	36,8	48,6	4	21,1	36	51	65,9	

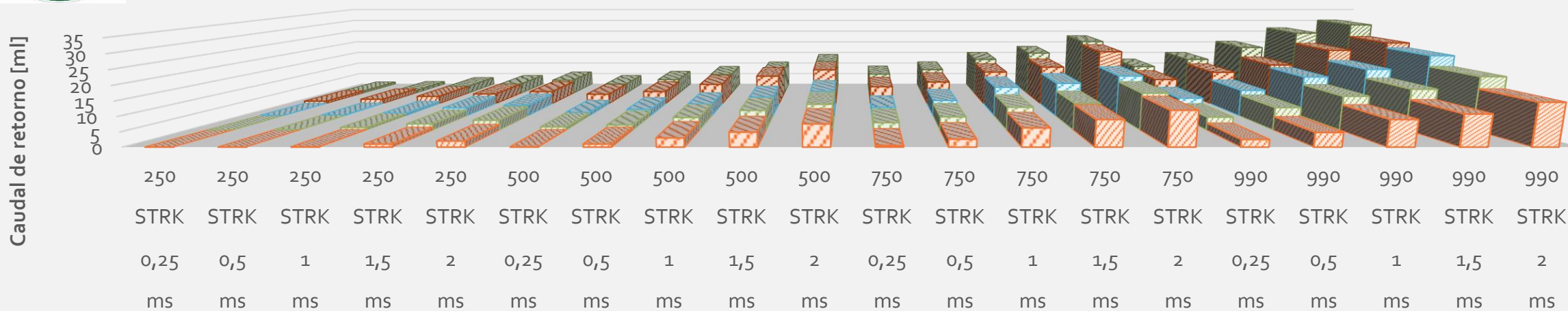
Análisis y comparación de los caudales de retorno del inyector Ro4601D CRDI Delphi

		300 bar	400 bar	500 bar	600 bar	700 bar
Tiempo de inyección	SRTK	Caudal retorno	Caudal retorno	Caudal retorno	Caudal retorno	Caudal retorno
Ms		(mm ³)	(mm ³)	(mm ³)	(mm ³)	(mm ³)
0,25	250	--	--	0,1	1	0,9
0,5	250	--	0,1	0,2	1,8	1,1
1	250	0,1	0,9	0,9	3	3
1,5	250	1	2,2	3	4	4
2	250	2	3,5	4	5	5,7
0,25	500	0,1	1,1	1,3	3,9	4
0,5	500	1	1,8	2,4	5	6
1	500	3	4,5	4,5	8	8,3
1,5	500	4,9	7	7,2	11,4	10,4
2	500	7,6	9,2	9,5	14	14
0,25	750	0,5	2,6	3,2	7	8,5
0,5	750	2,6	4,7	5,9	9	10,5
1	750	6,3	8,1	11	13,1	15
1,5	750	9	9,5	12,5	15,1	17,8
2	750	12	13,1	15,3	21,4	22,8
0,25	990	2,5	4,6	6,8	10	11,8
0,5	990	4,8	8	9,8	13	15
1	990	9	12	14,9	16	20,2
1,5	990	10,8	14,5	17,8	22	26,5
2	990	14,6	18,0	23	25	30,1

Análisis y comparación de los caudales de retorno del inyector Ro46o1D CRDI Delphi



NÚMERO DE STRK / TIEMPO DE INYECCIÓN / CAUDAL DE RETORNO A (300, 400, 500, 600, 700)BAR DE PRESIÓN



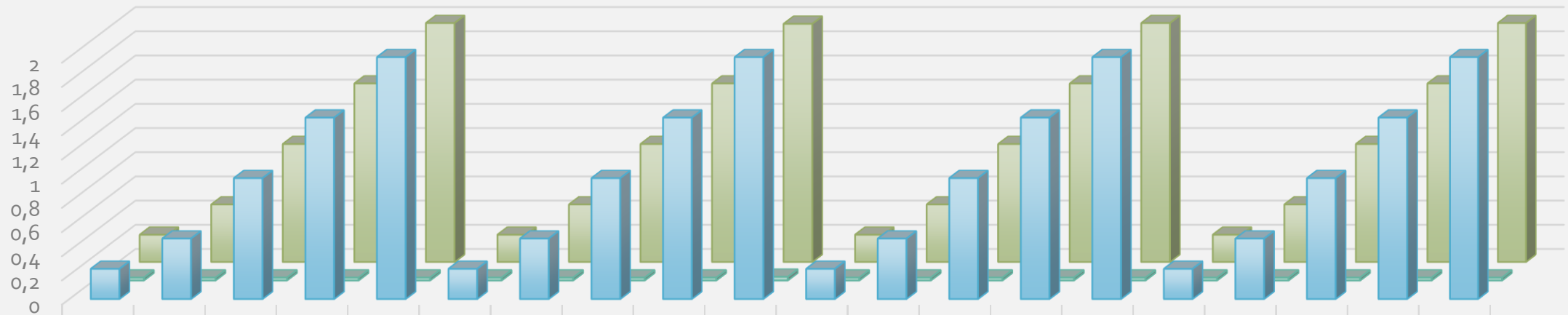
	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms
	0,25	0,5	1	1,5	2	0,25	0,5	1	1,5	2	0,25	0,5	1	1,5	2	0,25	0,5	1	1,5	2	
	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK
	250	250	250	250	250	500	500	500	500	500	750	750	750	750	750	990	990	990	990	990	
■ Caudal Retorno	0	0	0,1	1	2	0,1	1	3	4,9	7,6	0,5	2,6	6,3	9	12	2,5	4,8	9	10,8	14,6	
■ Caudal Retorno	0	0,1	0,9	2,2	3,5	1,1	1,8	4,5	7	9,2	2,6	4,7	8,1	9,5	13,1	4,6	8	12	14,5	18,9	
■ Caudal Retorno	0,1	0,2	0,9	3	4	1,3	2,4	4,5	7,2	9,5	3,2	5,9	11	12,5	15,3	6,8	9,8	14,9	17,8	23	
■ Caudal Retorno	1	1,8	3	4	5	3,9	5	8	11,4	14	7	9	13,1	15,1	21,4	10	13	16	22	25	
■ Caudal Retorno	0,9	1,1	3	4	5,7	4	6	8,3	10,4	14	8,5	10,5	15	17,8	22,8	11,8	15	20,2	26,5	30,1	

Análisis y comparación de tiempos de inyección, disparo y retención del inyector Ro4601D CRDI Delphi



Número de STRK / tiempo de inyección / tiempo de disparo / tiempo de retención a 300 bar de presión

TIEMPO [MS]



	300 bar	300 bar	300 bar	300 bar	300 bar	300 bar	300 bar	300 bar	300 bar	300 bar	300 bar	300 bar	300 bar	300 bar	300 bar	300 bar	300 bar	300 bar	300 bar	
	250	250	250	250	250	500	500	500	500	500	750	750	750	750	750	990	990	990	990	
	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	STRK	
■ Tiempo de inyección	0,25	0,5	1	1,5	2	0,25	0,5	1	1,5	2	0,25	0,5	1	1,5	2	0,25	0,5	1	1,5	2
■ Tiempo de Disparo	0,0243	0,0244	0,0243	0,0243	0,0243	0,0243	0,0243	0,0243	0,0243	0,031	0,0243	0,0243	0,0243	0,0243	0,0243	0,0243	0,0243	0,0243	0,0243	0,0243
■ Tiempo de retención	0,2257	0,4756	0,9757	1,4757	1,9757	0,2257	0,4757	0,9757	1,4757	1,969	0,2257	0,4757	0,9757	1,4757	1,9757	0,2257	0,4757	0,9757	1,4757	1,9757

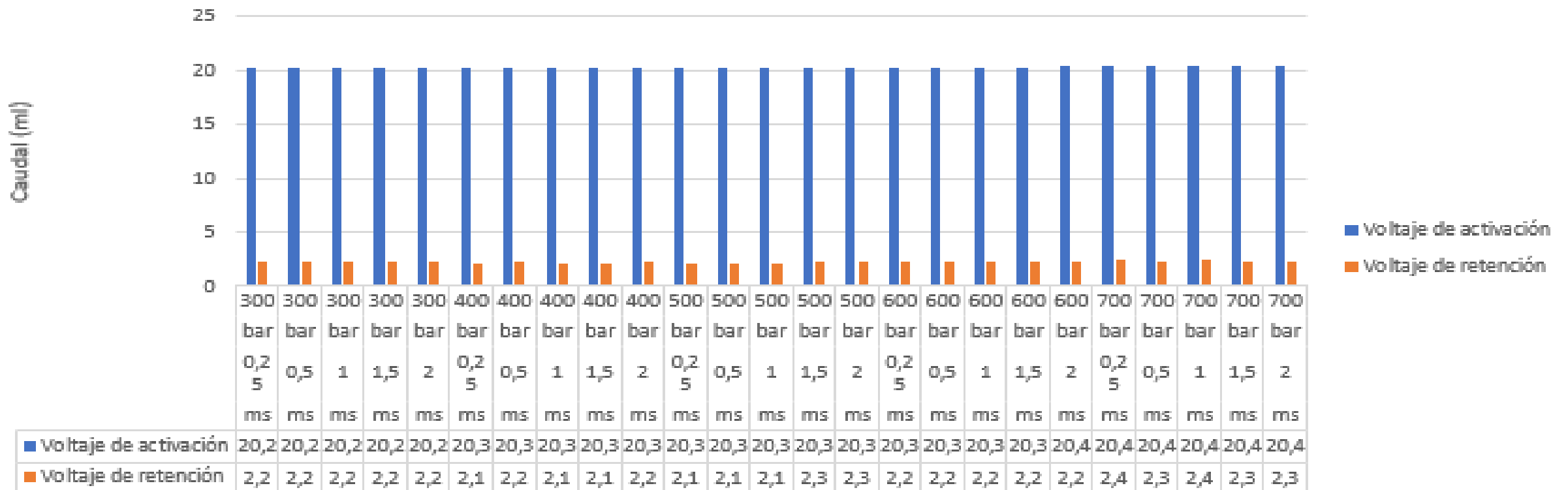
Análisis de las pruebas eléctricas del inyector EJBRo46o1D.

Tiempo de inyección	Presión	Corriente de activación	Voltaje de activación	Voltaje de retención	Resistencia en la bobina	Inductancia
Ms	(bar)	(A)	(V)	(V)	(Ω)	(H)
0,25	300	16,3	20,2	2,2	0,3	39μH
0,5	300	16,3	20,2	2,2	0,3	39μH
1	300	16,2	20,2	2,2	0,3	39μH
1,5	300	16,4	20,2	2,2	0,3	39μH
2	300	16,5	20,2	2,2	0,3	39μH
0,25	400	16,8	20,3	2,1	0,3	39μH
0,5	400	17,2	20,3	2,2	0,3	39μH
1	400	16,9	20,3	2,1	0,3	39μH
1,5	400	16,4	20,3	2,1	0,3	39μH
2	400	16,8	20,3	2,2	0,3	39μH
0,25	500	17,1	20,3	2,1	0,3	39μH
0,5	500	16,1	20,3	2,1	0,3	39μH
1	500	16,5	20,3	2,1	0,3	39μH
1,5	500	17,4	20,3	2,3	0,3	39μH
2	500	17,1	20,3	2,3	0,3	39μH
0,25	600	16,2	20,3	2,2	0,3	39μH
0,5	600	17,7	20,3	2,2	0,3	39μH
1	600	17,3	20,3	2,2	0,3	39μH
1,5	600	17,6	20,3	2,2	0,3	39μH
2	600	16,6	20,4	2,2	0,3	39μH
0,25	700	18	20,4	2,4	0,3	39μH
0,5	700	17,4	20,4	2,3	0,3	39μH
1	700	17,5	20,4	2,4	0,3	39μH
1,5	700	17,5	20,4	2,4	0,3	39μH
2	700	17,5	20,4	2,4	0,3	39μH

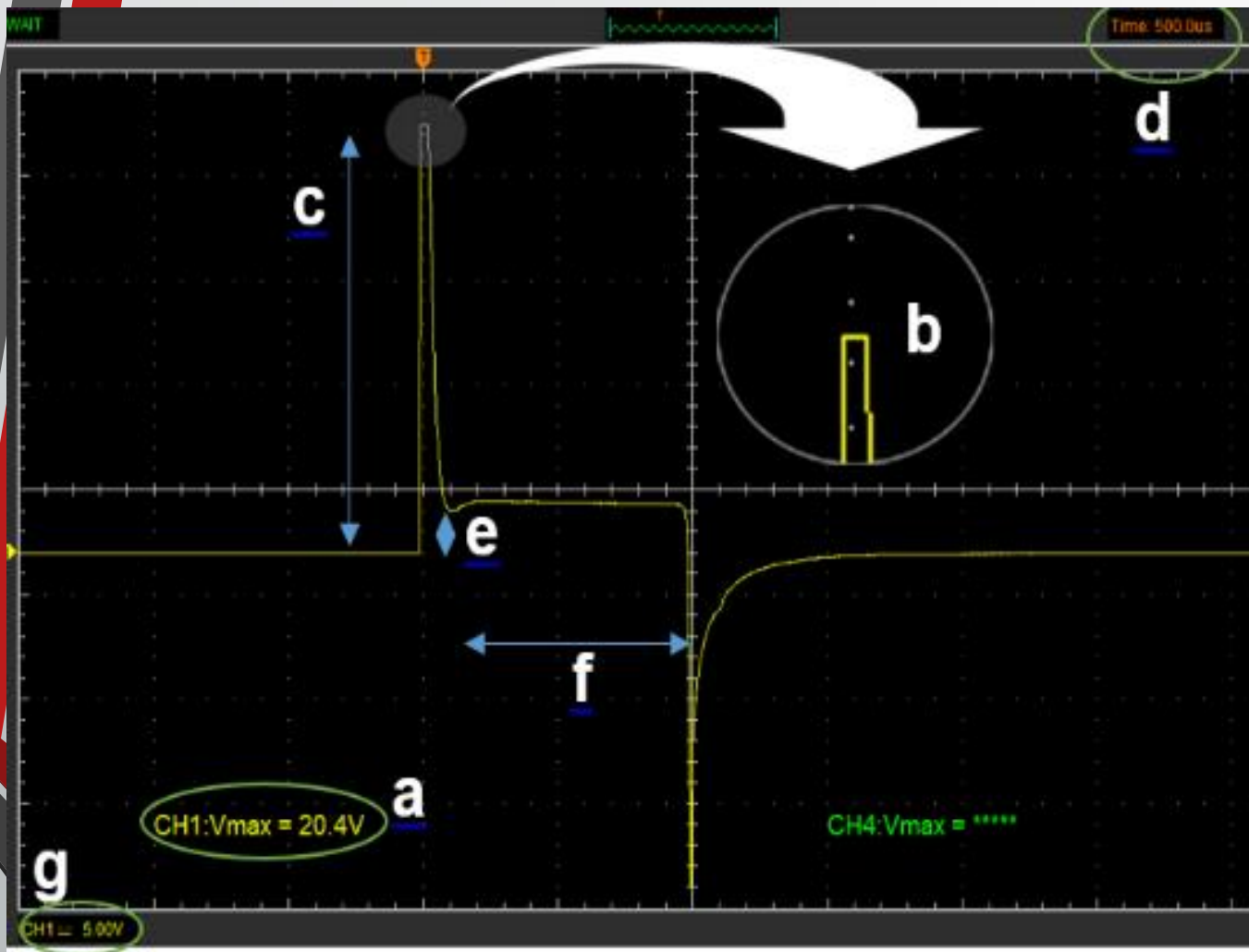
Análisis gráfico comparativo de los voltajes de activación y voltajes de retención



Tiempo de inyección / Voltaje de activación / Voltaje de retención a (300, 400, 500, 600, 700) bar de presión

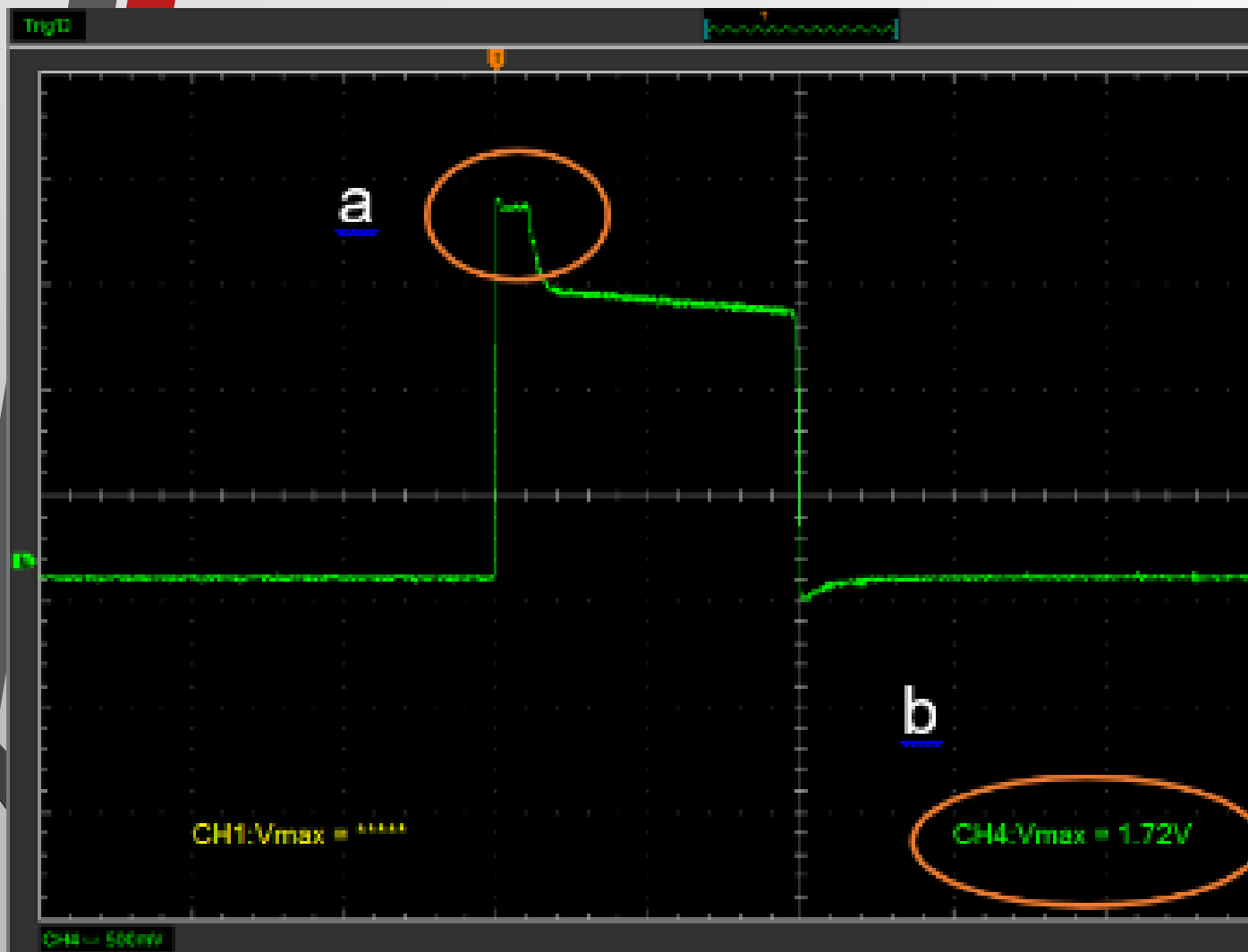


Oscilogramas de voltaje del inyector EJBRo46o1D



- Es el voltaje de activación
- En el cual la distancia horizontal representa el tiempo de inyección en ms,
- En el cual la distancia vertical representa el voltaje de activación en voltios,
- Es la calibración que permite realizar el osciloscopio para el eje de tiempo, el cual es de $500 \mu s$,
- Es la distancia vertical del valor para el voltaje de retención,
- Es la distancia que representa el tiempo de retención de inyección.
- Es la calibración que permite realizar el osciloscopio para el eje y, el cual es de $5V$.

Oscilogramas de corriente del inyector EJBRo46o1D



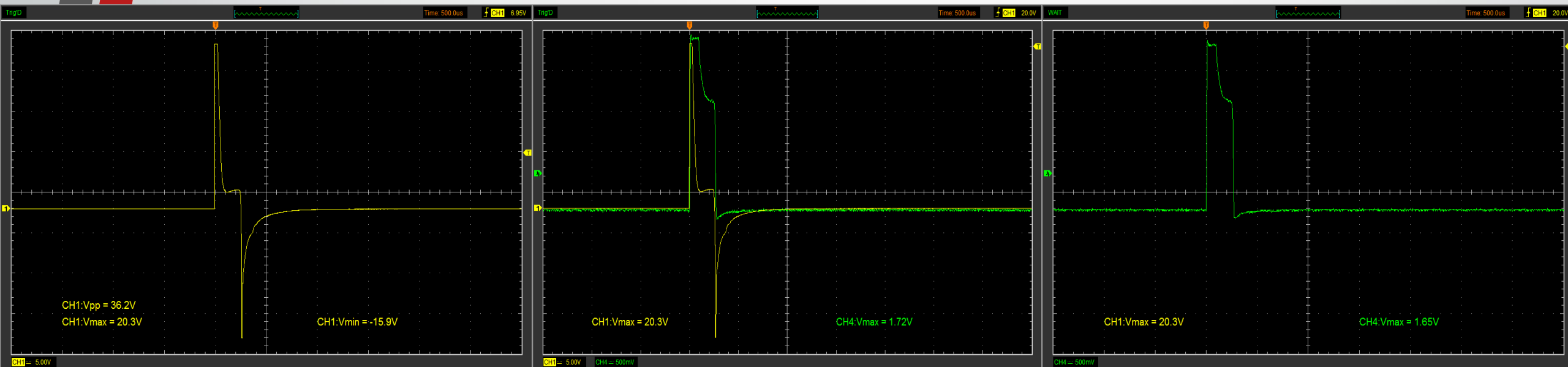
El siguiente oscilograma a analizar se trata del de corriente, el cual inicia y culmina en el mismo momento en que lo hace el oscilograma de voltaje.

- a) Es el tiempo de disparo en la gráfica de corrientes.
- b) Es el valor de activación de oscilograma de corriente, esta opción es posible visualizarlo ingresando a la opción de measure value que es necesario transformarlo para obtener el amperaje con la relación de 10 mV es igual a 1 amperio.

Oscilogramas de voltaje y corriente, pulso de inyección de 0.25 ms, inyector inductivo Delphi Ro4601D CRDI.

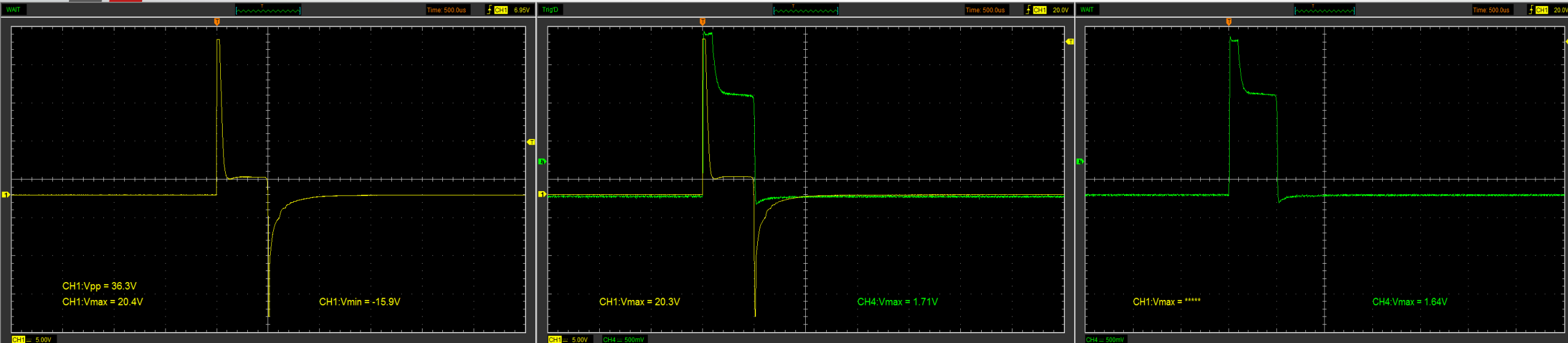
Los siguientes oscilogramas de voltaje y corriente se los obtuvo variando los pulsos de inyección a 0.25 ms, independientemente de la presión de trabajo y los STRK

La calibración del osciloscopio se la especifico en 500us para el eje de las abscisas y 1,25 V para el eje de las ordenadas



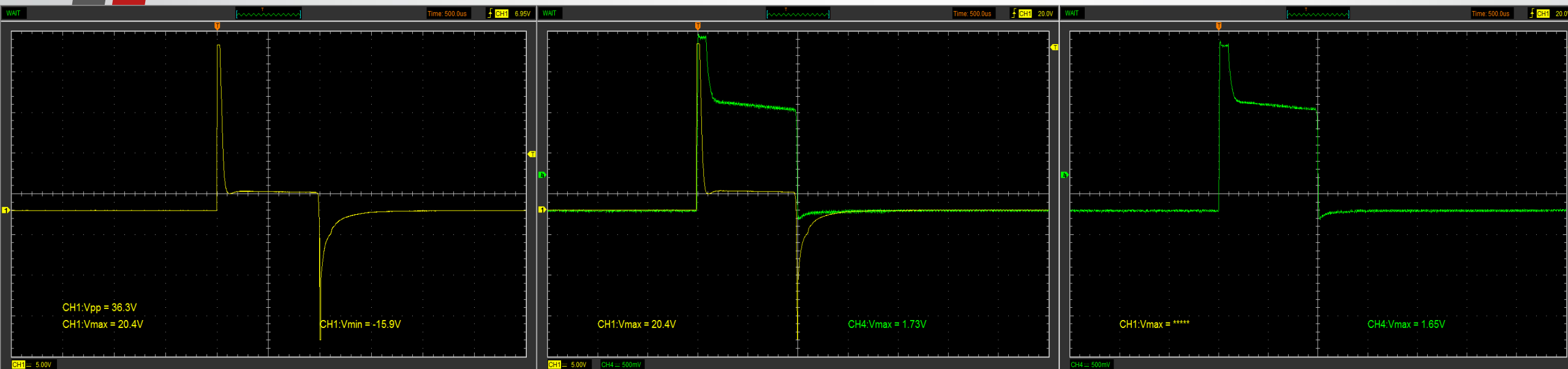
Oscilogramas de voltaje y corriente, pulso de inyección de 0.5 ms, inyector inductivo Delphi Ro4601D CRDI.

Los siguientes oscilogramas de voltaje y corriente se los obtuvo variando los pulsos de inyección a 0.5 ms, independientemente de la presión de trabajo y los STRK



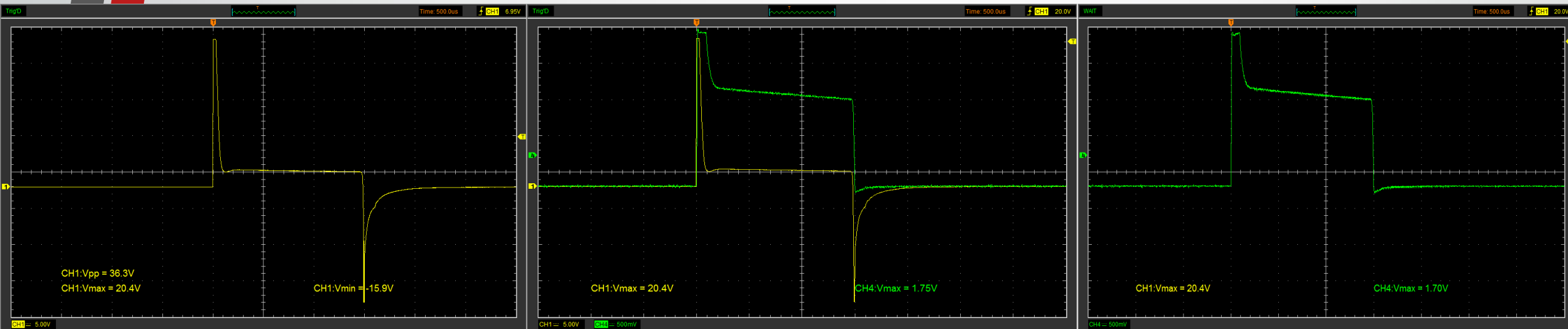
Oscilogramas de voltaje y corriente, pulso de inyección de 1 ms, inyector inductivo Delphi Ro46o1D CRDI.

Los siguientes oscilogramas de voltaje y corriente se los obtuvo variando los pulsos de inyección a 1 ms, independientemente de la presión de trabajo y los STRK



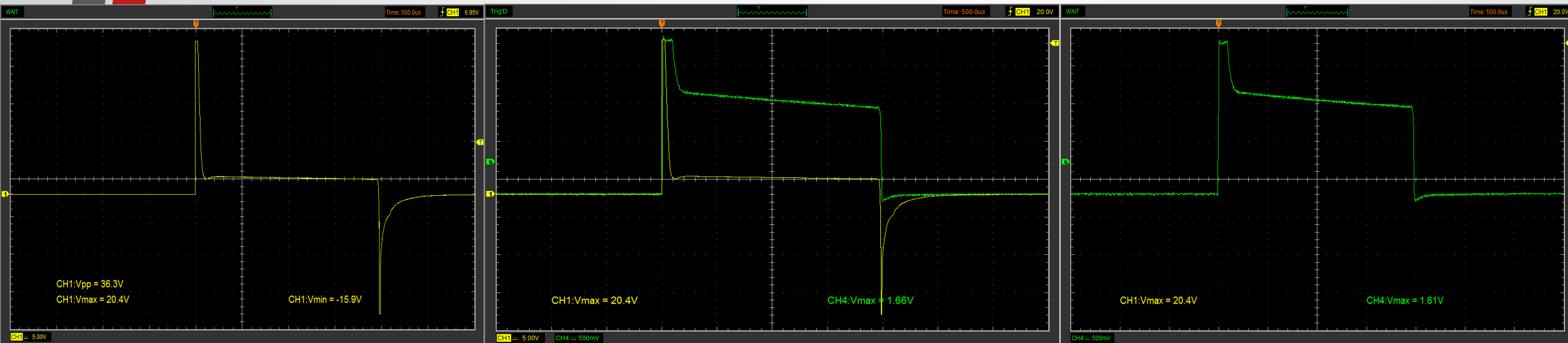
Oscilogramas de voltaje y corriente, pulso de inyección de 1,5 ms, inyector inductivo Delphi Ro46o1D CRDI.

Los siguientes oscilogramas de voltaje y corriente se los obtuvo variando los pulsos de inyección a 1,5 ms, independientemente de la presión de trabajo y los STRK



Oscilogramas de voltaje y corriente, pulso de inyección de 2 ms, inyector inductivo Delphi Ro46o1D CRDI.

Los siguientes oscilogramas de voltaje y corriente se los obtuvo variando los pulsos de inyección a 2 ms, independientemente de la presión de trabajo y los STRK



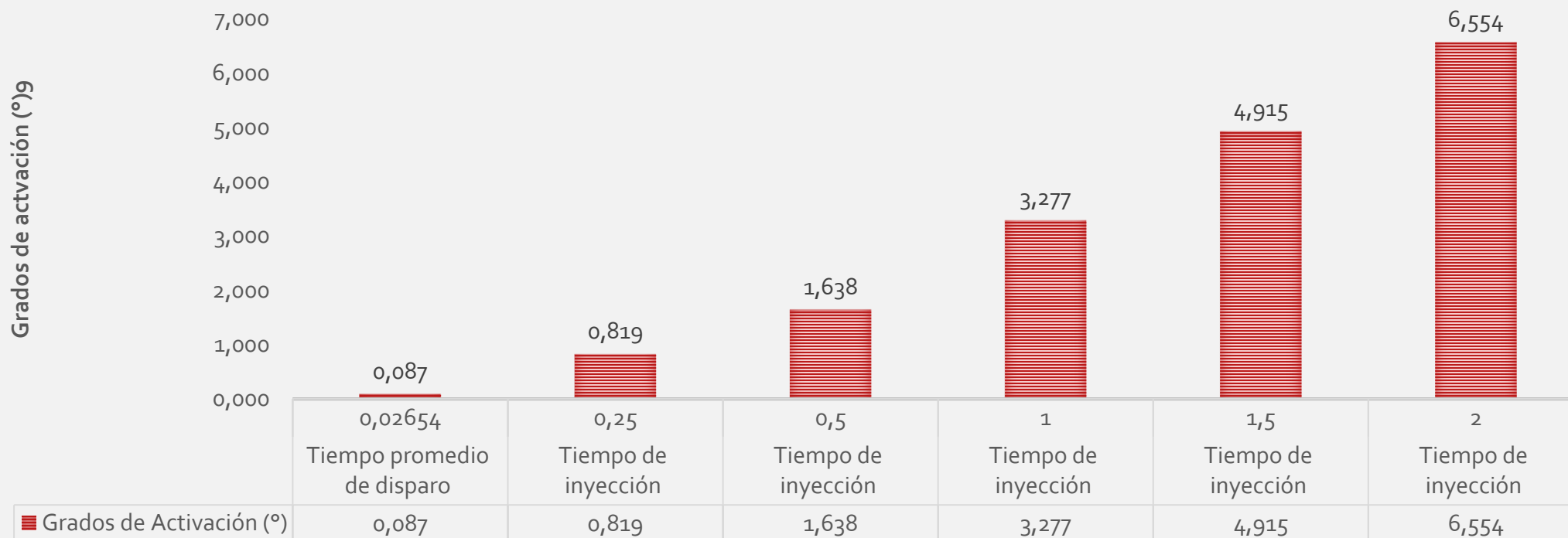
Análisis de los grados de activación con respecto al tiempo de activación y giro del cigüeñal / independientemente del valor de las presiones y el número de STRK.

Grados de Activación			
		(ms)	(°)
Tiempo de disparo	Promedio	0,02654	0,087
	Tiempo de inyección	0,25	0,819
Tiempo de inyección	Tiempo de inyección	0,5	1,638
	Tiempo de inyección	1	3,277
	Tiempo de inyección	1,5	4,915
	Tiempo de inyección	2	6,554



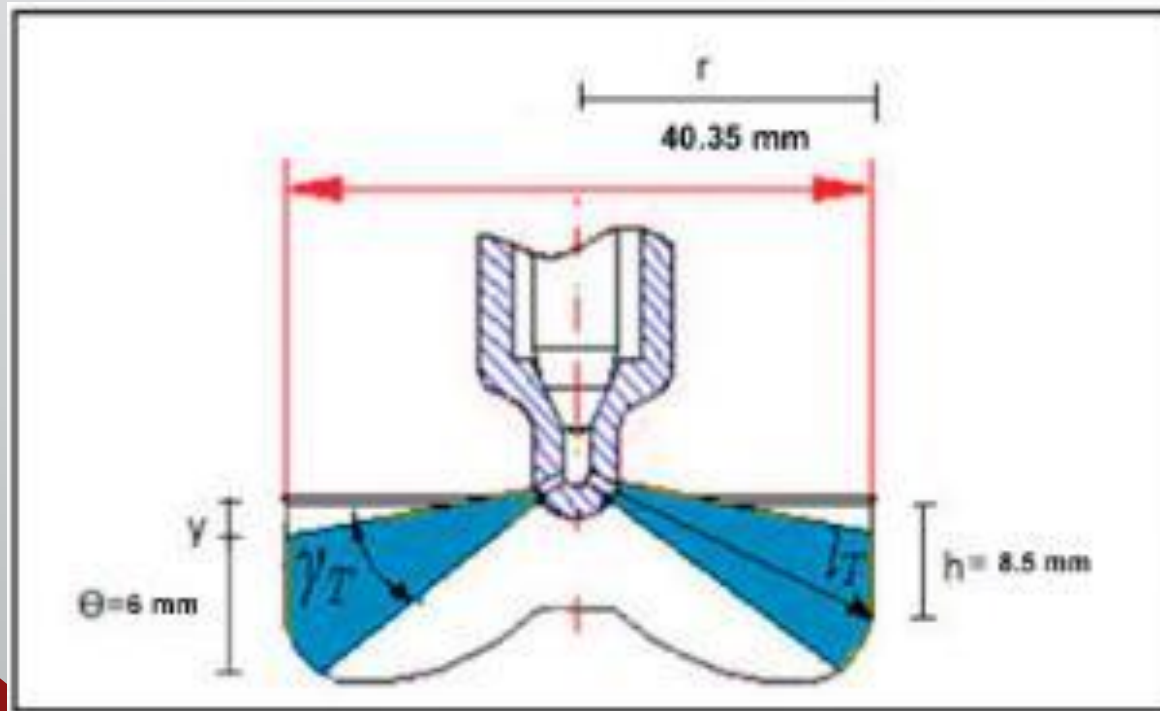
Análisis de los grados de activación con respecto al tiempo de activación y giro del cigüeñal / independientemente del valor de las presiones y el número de STRK.

GRADOS DE ACTIVACIÓN CON RESPECTO AL TIEMPO DE ACTIVACION Y GIRO DEL CIGÜEÑAL / INDEPENDIENTEMENTE DEL VALOR DE LAS PRESIONES Y EL NÚMERO DE STRK



Ángulo de pulverización del inyector Delphi Ro46o1D CRDI.

- Después de cumplir con el protocolo de obtención de datos para el ángulo de pulverización tenemos:



Datos:

- h = altura = 0,85 cm.
- r = radio del cilindro = 4,035 cm
- θ = Diámetro del chorro = 6 mm.
- l_T = Ángulo de Disparo
- γ_T = Ángulo de Dispersión
- Y = Diferencia de Alturas = 5,5 mm

Ángulo de pulverización del inyector Delphi Ro46o1D CRDI.

Ángulo de disparo.

$$I_T \quad \alpha = \arctan\left(\frac{0,85 \text{ cm}}{4,035 \text{ cm}}\right)$$

$$I_T = 11,8958^\circ.$$

Ángulo de dispersión.

$$\gamma_T \quad \beta = \arctan\left(\frac{6,00\text{mm} + 5,5\text{mm}}{40,35\text{mm}}\right) - \arctan\left(\frac{5,5\text{mm}}{40,35\text{mm}}\right)$$

$$\gamma_T = 8,4578^\circ$$

EJBRo46o1D CRDI DELPHI	
Ángulo de disparo	11,8958°
Ángulo de dispersión	8,4578°

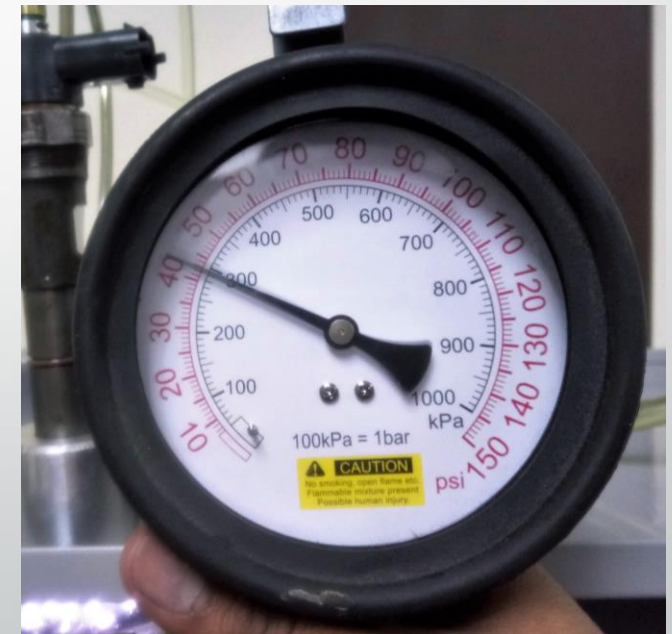


Presión de retorno del inyector Delphi Ro46o1D CRDI.

Para medir la presión del caudal de retorno se utilizó un manómetro de paso de combustible, y fue necesario seguir el protocolo de obtención de la presión de retorno.

Para el inyector EJBRo46o1D la presión de retorno que fue establecida se menciona en la siguiente tabla:

Inyector	Marca	Medida	Unidades
EJBR04601D	Delphi	2.95	Bar



Parámetros del inyector Delphi Ro4601D CRDI.

Indicador	Ítem	Técnica	Medición
Presión Max de prueba	bar	Medición (Tester VNP- 3500)	700
Presión min de prueba	bar	Medición (Tester VNP -3500)	300
Número de orificios del inyector	#	Observación Inyector	6
Presión de retorno	bar	Medición (Manómetro)	2.95
Ángulos de dispersión	°	Cálculo (Datos obtenidos)	7.7619
Angulo de Disparo	°	Cálculo (Datos obtenidos)	9.0436
Bomba	#	Investigación (Especificaciones)	9044A072A
Tobera	#	Investigación (Especificaciones)	Log7PRD

CONCLUSIONES

- Se investigó las fuentes confiables de información teórica posible, referente al tema, con su respectivo respaldo para el estudio, desarrollo y ejecución de la investigación.
- Se verificó las marcas de automóviles utilizan inyectores de marca Delphi en el país.
- Se caracterizó las condiciones de operación de los inyectores Delphi.
- Se evaluaron a los inyectores objeto de experimentación con cero horas de funcionamiento para utilizarlo como patrón de comparación, en base a cada uno de los protocolos establecidos para la investigación.
- Se determinó el protocolo de pruebas mediante la variación de los parámetros de presión de operación, STRK, y tiempo de inyección,
- Se realizaron las pruebas mecánicas a los inyectores Delphi, las cuales se especifican como la prueba de caudal y de pulverización.



CONCLUSIONES

- Se realizaron las pruebas eléctricas pertinentes a los inyectores Delphi los cuales son: pruebas de corriente de activación, voltaje de activación, resistencia de la bobina e inductancia.
- Se elaboró el análisis comparativo de cada uno de los resultados obtenidos en los protocolos de pruebas, resultados expuestos en varias tablas pertenecientes a cada prueba.
- Se determinó que, para cada presión de prueba, para el inyector EJBRo46o1D, el caudal de inyección es directamente proporcional a la variación del número de STRK y al tiempo de inyección con un valor máximo de $65,9 \text{ mm}^3$ a 700 bar, 990 STRK y 2ms de tiempo de inyección.
- Se determinó que, para cada presión de prueba, para el inyector EJBRo46o1D, el caudal de retorno es directamente proporcional a la variación del número de STRK y al tiempo de inyección con un valor máximo de $30,1 \text{ mm}^3$ a 700 bar, 990 STRK y 2ms de tiempo de inyección.

CONCLUSIONES

- La variación del número de STRK y el tiempo de inyección para cada presión de prueba para el inyector EJBRo46o1D, permitió visualizar el valor mínimo de la corriente de activación de 16,1 A y un máximo de 18A.
- Se determinó que durante las pruebas eléctricas a diferentes presiones número STRK y tiempo de inyección para el inyector EJBRo46o1D, el valor promedio del voltaje de retención es de 2,212 V.
- Se determinó que durante las pruebas eléctricas a diferentes presiones número STRK y tiempo de inyección para el inyector EJBRo46o1D, el valor promedio del voltaje de activación es de 20,4 V.
- La variación de los valores tanto de presión, número de STRK y tiempo de inyección, permitieron visualizar que para el correcto funcionamiento del inyector EJBRo46o1D la resistencia de la bobina debe ser de 0,3 Ω y tener una impedancia 39 μH , datos que se mantuvieron constantes en todo momento.

CONCLUSIONES

- Se concluyó que en el funcionamiento del inyector EJBR04601D, el tiempo disparo es directamente proporcional al tiempo de inyección y la relación existente entre el tiempo de disparo y el tiempo de retención es inversamente proporcional.
- Se determinó que para cada presión de prueba, para el inyector EJBR03701D, el caudal de inyección es directamente proporcional a la variación del número de STRK y al tiempo de inyección con un valor máximo de $79,6,9 \text{ mm}^3$ a 700 bar, 990 STRK y 2ms de tiempo de inyección.
- Se determinó que para cada presión de prueba, para el inyector EJBR04601D, el caudal de retorno es directamente proporcional a la variación del número de STRK y al tiempo de inyección con un valor máximo de $27,8 \text{ mm}^3$ a 700 bar, 990 STRK y 2ms de tiempo de inyección.
- La variación del número de STRK y el tiempo de inyección para cada presión de prueba para el inyector EJBR03701D, permitió visualizar que el valor mínimo de la corriente de activaciones de 15,7 A y un máximo de 17,6 A.

CONCLUSIONES

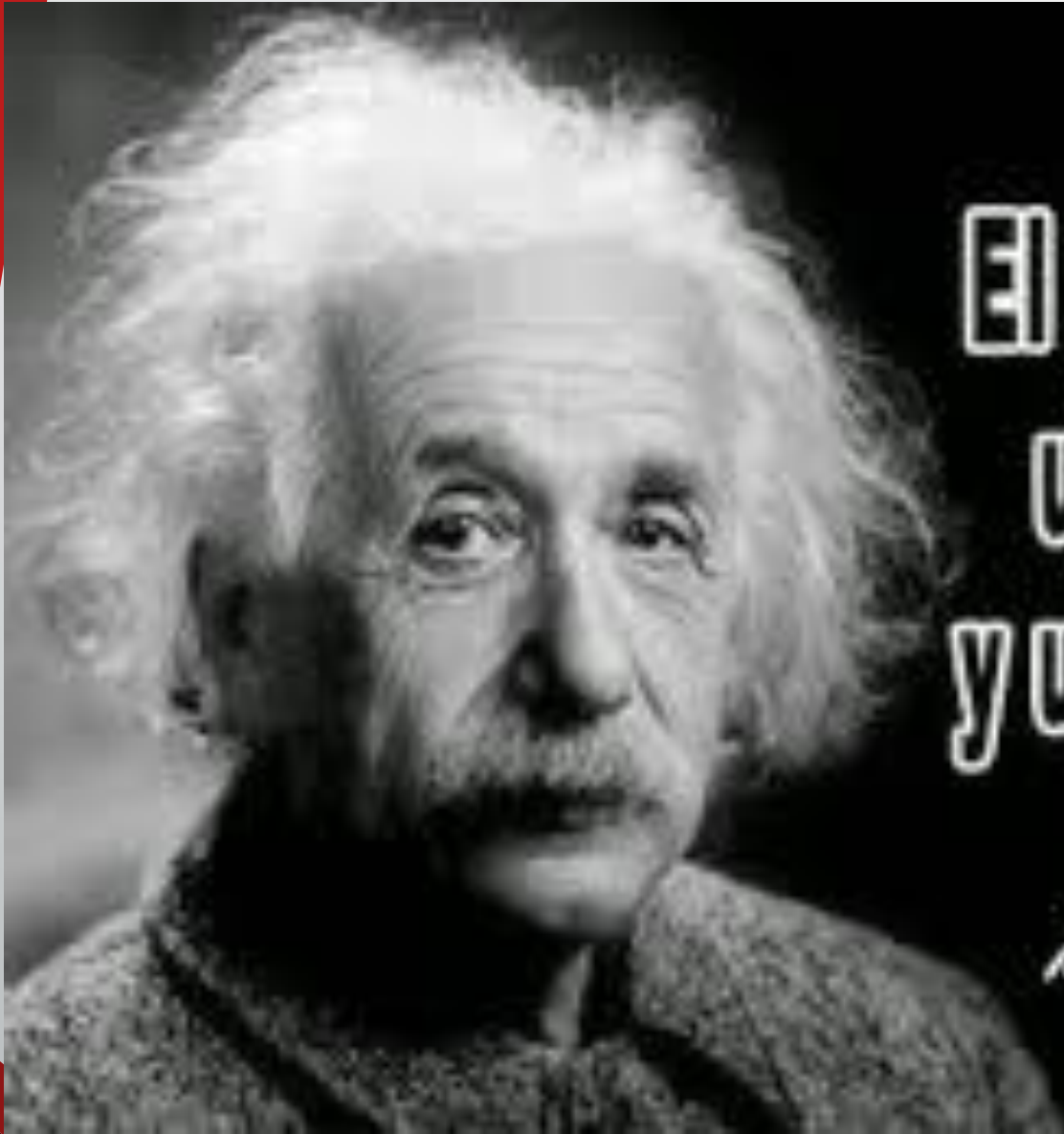
- Se determinó que durante las pruebas eléctricas a diferentes presiones número STRK y tiempo de inyección para el inyector EJBR03701D, el valor promedio del voltaje de retención es de 2 V.
- Se determinó que durante las pruebas eléctricas a diferentes presiones número STRK y tiempo de inyección para el inyector EJBR03701D, el valor promedio del voltaje de activación es de 20,4 V
- La variación de los valores tanto de presión, número de STRK y tiempo de inyección, permitieron visualizar que para el correcto funcionamiento del inyector EJBR03701D la resistencia de la bobina debe ser de 0,3 Ω y tener una impedancia 38 μH , datos que se mantuvieron constantes en todo momento.
- Se concluyó que en el funcionamiento del inyector EJBR03701D, el tiempo disparo es directamente proporcional al tiempo de inyección y la relación existente entre el tiempo de disparo y el tiempo de retención es inversamente proporcional.
- Se concluyó que tanto para el inyector EJBR04601D y EJBR03701D los valores de los grados de activación con respecto al cigüeñal serán directamente proporcionales al tiempo de inyección, con 0,819° en 0,25 ms y 6,554° en 2 ms.

RECOMENDACIONES

- Trabajar con el equipo de protección personal adecuado, puesto que el Tester trabaja con altas presiones, y puede poner en peligro la integridad de los operadores si no se trabaja con las debidas precauciones.
- Por ningún motivo se debe encender la maquina si los inyectores aún no están correctamente ubicados, puesto que la alta presión a la que se llevan a cabo las pruebas puede ocasionar incidentes graves.
- Para verificar el estado de un inyector primero se recomienda realizar la prueba de resistencia, para verificar si la misma está en buenas condiciones, caso de no marcar resistencia es innecesario realizar las pruebas de caudal.
- Debemos utilizar guantes de látex al momento de manipular los inyectores, puesto que la grasa, el sudor, o suciedades de las manos podrían a largo plazo afectar el estado de los mismos

RECOMENDACIONES

- La trampa de agua del Tester VNP – 3500 CRDI debe ser revisada diariamente puesto que el paso de agua hacia los inyectores ocasionaría un daño grave en los mismos
- Los equipos que se van a utilizar en las pruebas deben estar calibrados y puestos a punto con el fin de obtener datos reales y confiables, que respalden la validez de la investigación.
- Utilizar esta investigación como base para el desarrollo de un nuevo análisis investigativos, en el que, además de comportamiento mecánico y electrónico se muestre análisis de reparación de los inyectores en el caso de que no cumplan con los parámetros establecidos en este protocolo



**El genio se hace con
un 1% de talento,
y un 99% de trabajo.**

Albert Einstein