FuelTech

PRO HV-4 INJECTOR DRIVER



QUICK INSTALL GUIDE

GUIA RÁPIDO DE INSTALAÇÃO

GUÍA DE INSTALACIÓN RÁPIDA

INJECTION

1. Index

2. Presentation 3

2.1 Characteristics 3
2.2 Power and voltage 4

3. Warranty Terms 4

4. Installation 5
4.1 Wiring diagram 6

5. Settings 7
5.1 Injector Configuration Parameters 7
5.2 Configuration in VisionFT Software 8
5.3 Configuration in FTManager Software 9
5.4 Example of configuration for injectors 11
5.5 Example of configuration for a fuel pump 12

6. Protections and precautions 13
6.1 General 13
6.2 LED Status Indication 13
6.3 Injectors current sheet 14
6.4 Precautions when replacing a P&H PRO Injector Driver with the new PRO HV-4 .. 15

7. CAN Protocol 15

8. Electric diagram 21

9. Dimensions 22

2. Presentation

The PRO HV-4 Injector Driver was developed to deliver instant response, precise control and maximum reliability in street or competition projects, including daily-use vehicles that have received fuel upgrades. A member of the PRO HV family, it uses the same drive technology and the same strategy as the PRO HV-8 in a more compact module, sized for engines with up to 4 cylinders in sequential mode or up to 8 cylinders in semi-sequential mode.

The module extracts the best from modern GDI injectors and high-flow PFI injectors, with fast opening, efficient atomization and stability even in extreme conditions. With conventional injectors, dead time can drop from approximately 1.4 ms to 0.3 ms.

IMPORTANT

PRO HV-4 Injector Driver does not support piezoelectric injectors

2.1 Characteristics

High Voltage Boost Stage

- Boost Voltage: up to 65V (configurable)
- Maximum Current: up to 25A (configurable)
- Function: accelerate coil magnetization and opening time.
- Technical Result: lower latency of short pulses (faster injector opening).

Peak & Hold Current Control

- Peak: up to 25A
- Hold: up to 25A
- Impact: ensures complete opening without overheating.
- Application: GDI injectors (Bosch, Hitachi and similar) and low or high impedance, high flow PFI injectors.

Channel Architecture

- 4 independent channels for injectors.
- Inputs have a 2.5V trigger threshold, are compatible with 0/5V and 0/12V signals, and the maximum continuous input voltage is 30V.
- 1 additional channel for controlling the high-pressure fuel pump regulating valve.
- Sequential injection for up to 4 cylinders or semi-sequential for up to 8 cylinders (2 injectors per channel), with simultaneous activations (overlap).
- Configuration and diagnostics via CAN (ECU integration)
- Each channel is driven by its own physical input, connected to the ECU. No CAN command triggers injection.
- Settings: boost, peak and hold currents; boost voltage; peak, bypass and pre-boost times.
- Detection of open load, short circuit, boost failure, low battery and overtemperature
- Integrated thermal protection for operation

Construction and durability

- High-dissipation aluminum housing (PRO GEN2 enclosure)

- Protection against dust, humidity, and condensation
- Suitable for track or street operation

Operating temperature range: -20 °C to 120 °C (-4 °F to 248 °F)

2.2 Power and voltage

Parameter	Min.	Typical	Max.
VBAT (input) (V)	8V	13.8V	30V
VBOOST (DC-DC output)	12V	65V	65V
Input current (standby)	-	120mA	150mA
Input current (DC-DC peak)	-	-	35A

3. Warranty Terms

Use of this equipment implies full compliance with the terms described in this manual and exempts the manufacturer from any liability for misuse of the product.

Read all information in this manual before starting product installation.

This product must be installed and adjusted by specialized workshops and/or personnel with experience in engine tuning.

Before starting any electrical installation, disconnect the battery. Failure to observe any of the warnings or precautions described in this manual may cause damage to the engine and void the product warranty. This product is not certified for use in aircraft or any flying vehicles, as it was not designed for such use or purpose.

In some countries where an annual vehicle inspection is applied, no modification to the original ECU is permitted. Be informed about local laws and regulations before installing the product.

Limited Warranty

All products manufactured by FUELTECH are warranted against defects in material and workmanship for **one year** from the date of original purchase. The warranty claim must be made by the original owner with proof of purchase from an authorized dealer.

This warranty does not include sensors or other products that FUELTECH uses but does not manufacture. If a product is deemed defective, such products will, at FUELTECH's option, be replaced or repaired at no cost.

This limited warranty does not cover labor or other costs or expenses incidental to the repair and/or replacement of products or parts. This limited warranty does not apply to any product that has been subjected to misuse, improper handling, incorrect application, negligence (including, but not limited to, improper maintenance), accident, improper installation, tampered seal, modification (including, but not limited to, the use of unauthorized parts or accessories), or adjustment or repair performed by anyone other than FUELTECH.

The parties expressly agree that the buyer's sole and exclusive remedy against FUELTECH shall be the repair or replacement of the defective product as provided in this limited warranty. This exclusive remedy shall not be deemed to have failed of its essential purpose so long as FUELTECH is willing and able to repair or replace the defective products.

FUELTECH reserves the right to request additional information, such as, but not limited to, adjustments and log files to evaluate a claim.

Breaking the seal voids the warranty and results in loss of access to software updates.

Manual version 1.0 - November/2026

4. Installation

Installation must be performed with the wiring harness disconnected from the module and the vehicle battery disconnected. It is very important that the harness be as short as possible, and any excess wire should be cut off. Never coil or wrap excess wire around the harness. This precaution avoids interference problems, which are common in any electronic equipment.

The wiring harness must be protected from contact with sharp parts of the bodywork that could damage a wire and cause a short circuit. Pay special attention when passing through holes, always using rubber or other protections. In the engine compartment, run the wires through locations where they will not receive excessive heat and will not obstruct any moving parts of the engine. Always use plastic covers on the harnesses.

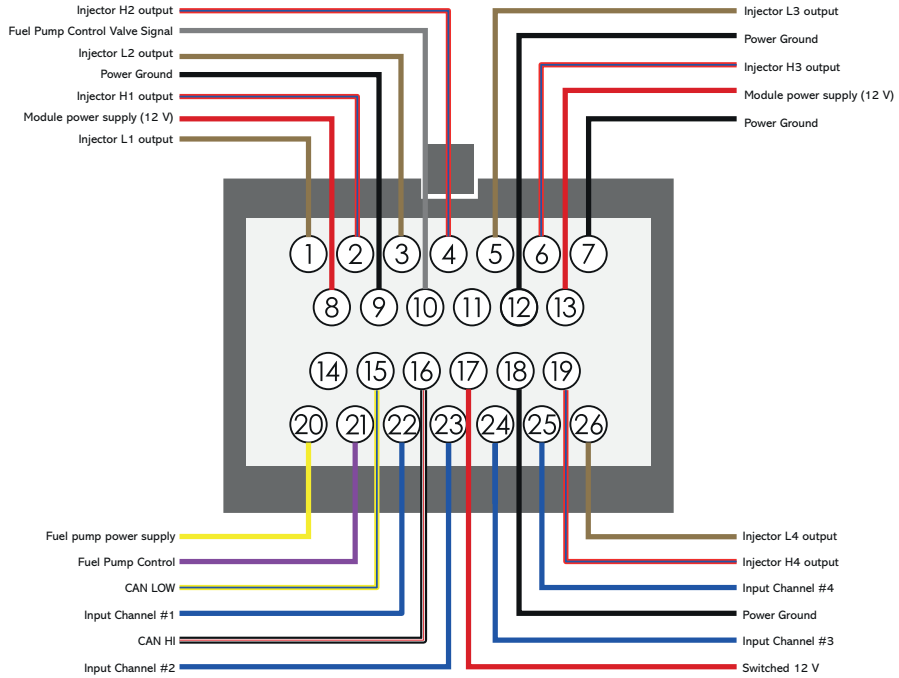
Installation Recommendations

Warning: the H outputs operate at up to 65 V and the internal capacitors remain charged after the module is switched off.

Use a 30 A protection fuse on the power supply (pins 5 and 12), as close to the battery as possible, and wire gauge compatible with 30 A (we recommend 4 mm^2 / 12 AWG).

Grounds (pins 6, 16, 22, 24 and 25) connected directly to battery negative, without splices. Do not connect them to the chassis, block or cylinder head, and do not branch other grounds from these wires.

4.1 Wiring diagram



Pin	Wire color	Function	Note
01	Brown	Injector L1 output	Module output (low-side). **Negative** signal for injector #1.
02	Red/Blue	Injector H1 output	Module output (high-side). **Positive** signal for injector #1.
03	Brown	Injector L2 output	Module output (low-side). **Negative** signal for injector #2.
04	Red/Blue	Injector H2 output	Module output (high-side). **Positive** signal for injector #2.
05	Brown	Injector L3 output	Module output (low-side). **Negative** signal for injector #3.
06	Red/Blue	Injector H3 output	Module output (high-side). **Positive** signal for injector #3.
07	Black	Power Ground	Must be **directly** connected to chassis ground; **Cannot be wired together with signal ground from the ECU.**
08	Red	Power input from relay (+12V)	Connected to pin 87 at the relay
09	Black	Power Ground	Must be **directly** connected to chassis ground; **Cannot be wired together with signal ground from the ECU.**
10	Gray	Fuel pump control input	Fuel pump control valve signal.

Pin	Wire color	Function	Note
11			**Not Used**
12	Black	Power Ground	Must be **directly** connected to chassis ground; **Cannot be wired together with signal ground from the ECU.**
13	Red	Power input from relay (+12V)	Connected to pin 87 at the relay.
14			**Not Used**
15	Yellow/Blue	CAN LOW	CAN LOW
16	White/Red	CAN HI	CAN HI
17	Red	Switched 12 V	Module power supply (turns the module on/off).
18	Black	Power Ground	Must be **directly** connected to chassis ground; **Cannot be wired together with signal ground from the ECU.**
19	Vermelho/ Azul	Injector H4 output	Module output (high-side). **Positive** signal for injector #4.
20	Yellow	Fuel pump control positive output	Controlled fuel pump output.
21	Violet	Fuel pump control negative output	
22	Blue	Input Channel #1	VCU injection output signal (blue wires).
23		Input Channel #2	
24		Input Channel #3	
25		Input Channel #4	
26	Brown	Injector L4 output	Module output (low-side). **Negative** signal for injector #4.

5. Settings

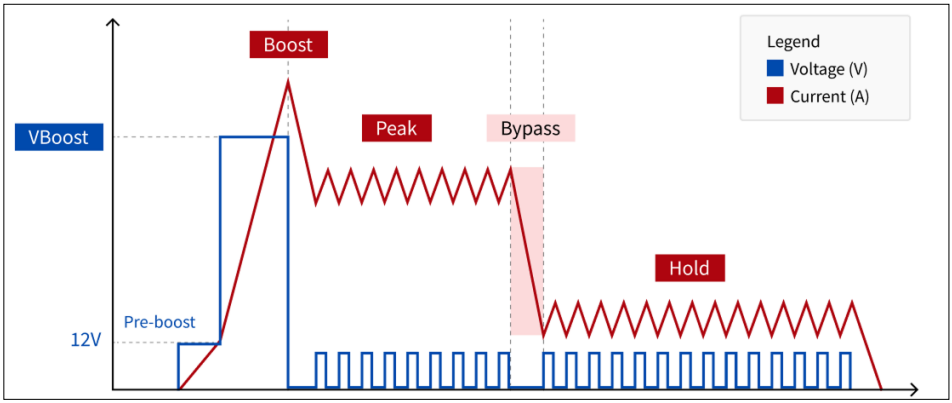
5.1 Injector Configuration Parameters

The PRO HV-8 control uses a three-stages current strategy: **BOOST**, **PEAK**, and **HOLD**. In the **BOOST** stage, a high voltage (around 65V) is applied, causing a rapid current increase, generating the force necessary to overcome the solenoid's inertia and the mechanical resistance of the injector spring. The higher the boost voltage, the faster the current reaches the threshold required to initiate opening.

Next, in the **PEAK** stage, the current is maintained at a medium-high level to ensure that the injector opens completely and stabilizes in the open position. This stage ensures that the injector needle reaches the end of its stroke in a controlled manner.

Finally, in the **HOLD** stage, the current is reduced to the minimum necessary to keep the injector open for the desired duration. This minimizes heat buildup in the solenoid and ensures energy efficiency.

This three-stage approach—inertia overcoming, full opening, and holding—allows for rapid and precise injector actuation, essential for the short injection windows typical in high-performance engines, ensuring reliable operation without overheating.



5.2 Configuration in VisionFT Software

With the VisionFT software open, access the Tools/CAN Network menu. Locate the PRO HV-8 Injector Driver and open the settings.

Injector Control - In this section, you can adjust all the settings for each injector individually.

- *Boost Current (A):* Adjusts the current for the boost stage.
- *Peak Current (A):* Adjusts the current for the peak stage.
- *Hold Current (A):* Adjusts the current for the hold stage.
- *Time Peak (µs):* Adjusts the total injector activation time in the peak stage.
- *Bypass Time (µs):* Adjusts the transition time from the peak stage to the hold stage.

Pre-boost (µs): This time is a 12V pre-activation before the boost stage begins, used in rare cases of direct injection to optimize the use of the electrical energy reserve of the Vboost capacitors.

Boost (V): Maximum voltage for the boost stage.

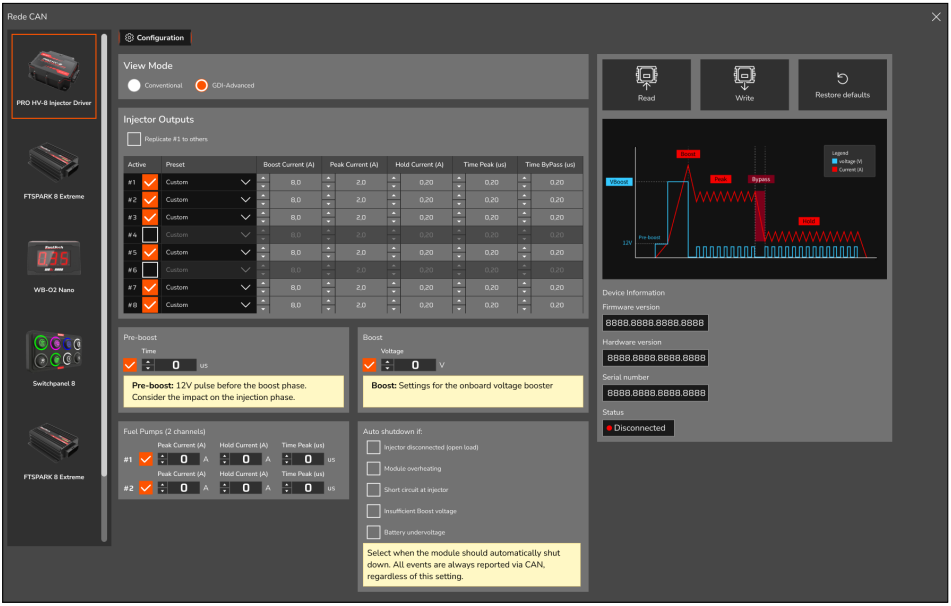
- Recovery: allows adjusting the acceptable voltage drop level for the module.

Injector protections - Define protection strategies for different injector operating conditions. If any of these protections are triggered in one of the injectors, the module will immediately shut down all injectors for safety. In addition, it will record a fault event in the system log, transmitting this information through the CAN network.

- *Open load:* detects a disconnected injector, broken wiring harness, or continuity failure.
- *Thermal protection:* monitors the board temperature; trips at 230 °F and releases at 212 °F.
- *Low battery:* trips when the battery voltage drops below 6.5 V.
- *Short circuit:* detects if the injector is short-circuited.
- *Low boost:* indicates a DC-DC failure or boost voltage below the minimum.

Fuel pump - High-pressure pump drive configuration.

- *Peak Current (A):* Adjusts the current for the initial peak stage of the pump.
- *Hold Current (A):* Adjusts the current for the hold stage of the pump.
- *Time Peak (µs):* Adjusts the total pump drive time during the peak stage.



5.3 Configuration in FTManager Software

With the FTManager software open, access the Tools/CAN Network menu. Locate the PRO HV-8 Injector Driver and open the settings.

Injector Control - In this section, you can adjust all the settings for each injector individually.

- *Boost Current (A):* Adjusts the current for the boost stage.
- *Peak Current (A):* Adjusts the current for the peak stage.
- *Hold Current (A):* Adjusts the current for the hold stage.
- *Time Peak (µs):* Adjusts the total injector activation time in the peak stage.
- *Time Bypass (µs):* Adjusts the transition time from the peak stage to the hold stage.

Pre-boost (µs): This time is a 12V pre-activation before the boost stage begins, used in rare cases of direct injection to optimize the use of the electrical energy reserve of the Vboost capacitors.

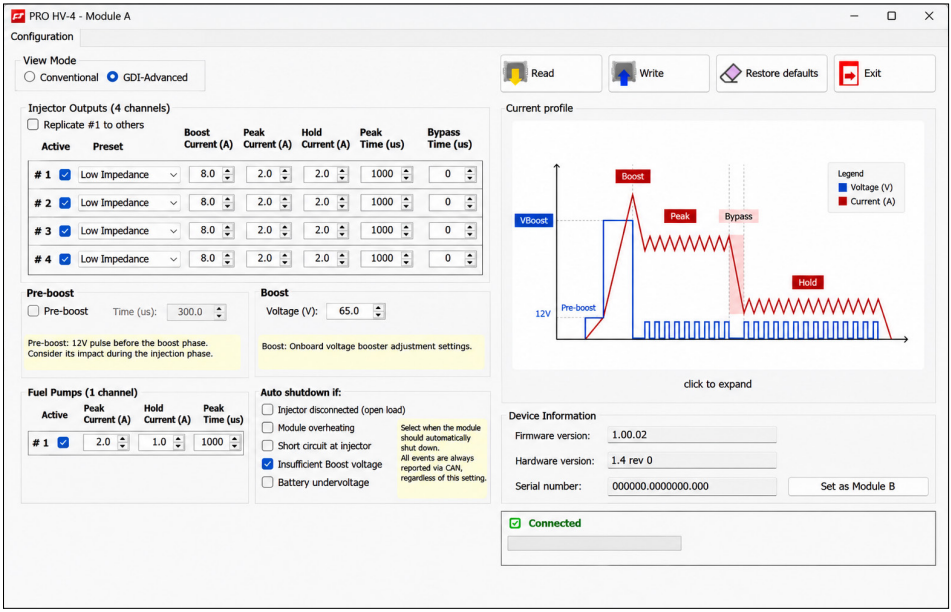
Boost (V): Maximum voltage for the boost stage.

Injector Protections - Define protection strategies for different injector operating conditions. If any of these protections are triggered in one of the injectors, the module will immediately shut down all injectors for safety. In addition, it will record a fault event in the system log, transmitting this information through the CAN network.

- *Open Load:* Detects if the injector is correctly connected.
- *Thermal Protection:* Monitors the board temperature; trips at 110 °C and releases at 100 °C.
- *Low Battery:* Trips when the battery voltage drops below 6.5 V.
- *Short Circuit:* Detects if the injector is short-circuited.
- *Low Boost:* Indicates a DC-DC failure or boost voltage below the minimum.

Fuel Pump - Configuration of the high-pressure fuel pump control valve drive.

- *Peak Current (A):* Adjusts the current for the initial peak stage of the pump.
- *Hold Current (A):* Adjusts the current for the hold stage of the pump.
- *Time Peak (µs):* Adjusts the total pump activation time during the peak stage.



5.4 Example of configuration for injectors

This guide provides a safe initial configuration and a step-by-step test procedure for calibration of a **520 lb/h FT Injector**. The goal is to have fast and repeatable opening, stable maintenance, and minimal heat generation without triggering protections.

Injector control: Below are the recommended values to start testing on a 520 lb/h FT Injector. These values prioritize stability and safety. After validating operation, it is recommended to optimize by reducing times/currents to decrease heating.

Parameter	Value	Function/Observation
Boost current	17A	Maximum current applied during the boost stage for rapid solenoid magnetization
Peak current	5.5A	Peak current for quick opening
Hold current	2.5A	Hold current to keep open
Peak time	500µs	Total time peak stage
By-pass time	20µs	Transition time from peak to hold stage
Pre-boost time	300µs	12 V pre-activation before boost (must be enabled)

Protections (Recommendation for the testing stage): Throughout the testing stage, it is recommended to keep all protections enabled (alert and auto-shutdown) to avoid damage to the driver and injectors.

Test Procedure (step-by-step) for injectors

Step 1 – Short pulse (1.8 to 2.5ms)

Objective: to ensure consistent and repeatable opening in short pulses. If there is a failure, first increase Time Peak to 550µs. If it still fails, increase Peak Current to 6.0A (maximum recommended).

Step 2 – Medium pulse (3 to 6ms)

Objective: to validate holding without overheating and without Vboost drop. If Boost drops below 58V, increase Pre-boost to 350µs. If necessary, review the upper limit of Iboost.

Step 3 – High rotation / High duty

Objective: to validate boost stability, absence of failures and driver temperature in critical condition. If overheating occurs, reduce Time Peak to 450µs. If there is instability or a tendency to close, increase Hold Current to 2.8A

Fine-tuning (Optimization)

After stable operation, it is recommended to optimize to reduce consumption and temperature:

- *To reduce heating:* gradually decrease Peak Time; then reduce Hold Current
- *To improve very short pulses:* slightly increase Peak Current (up to 6.0A) and/or increase Pre-Boost

Troubleshooting Injectors

Symptom	Solution recommended
Failure in short pulses	Increase (Current Peak or Time Peak or Pre-Boost)
Overheating	Decrease (Time Peak(first) and then Current Hold)
Vboost decreasing	Increase pre-boost; reduce peak current or peak time
Protections activating for no reason	Review groundings / review boundaries
The injector closes before the end of the pulse.	Increase hold current

5.5 Example of configuration for a fuel pump

This guide provides a safe initial configuration and a step-by-step testing procedure for calibrating the control valve of a high-pressure fuel pump.

The goal is to achieve fast pressure response, rail stability, minimal heat generation, and operation without tripping protections.

Initial Configuration - PRO HV-4 control

Parameter	Value	Function/Obs
Peak current	4.5A	Peak current for rapid valve opening
Hold current	2.5A	Hold current to keep valve open
Peak time	500µs	Total time peak stage

Test Procedure (Step-by-Step)

Step 1 – Idle: Ensure that the pressure reaches the target with stability (±5 bar). If there is a delay, increase **Time Peak** to 550 µs. If it oscillates, increase **Current Hold** slightly.

Step 2 – Partial Load: Validate transient response. If there is a pressure drop, increase **Peak Time**.

Step 3 – High Load / High Speed: Validate stability under maximum demand. If there is a pressure drop, gradually increase **Time Peak(+100 µs)**. If it overheats, reduce **Peak Time**.

Troubleshooting Fuel Pump

Cause	Solution recommended
Pressure takes time to increase.	Increase Time Peak or Peak Current
Rail oscillation	Increase Current Hold slightly
Pressure overshoot	Reduce Peak Time
Driver overheating	Decrease Time Peak first, then Current Hold
Pressure drop at high speed	Increase Peak Time

6. Protections and precautions

6.1 General

- *Overtemperature:* board at 110 °C or above - LED and CAN alert; shuts down the module if configured. Resumes at 100 °C.
- *Low battery:* VBAT below 6.5 V - alert; shuts down the module if configured.
- *Open load:* injector or valve disconnected - alert; shuts down the module if configured.
- *Short circuit:* injector, valve or wiring harness short-circuited - alert; shuts down the module if configured.
- *Low boost / DC-DC failure:* Vboost does not reach or hold the voltage - alert and module shutdown (factory default).
- Driver power supply failure: internal PT2000 undervoltage - LED indication (2-2).
- *Driver initialization failure:* PT2000 does not initialize - LED indication (4-1-x) and module shut down.

6.2 LED Status Indication

The two-color LED shows the module operating state and errors, making diagnosis easier for the tuner.

●	Red	Indication of the tens digit
●	Green	Unit indication
●	Yellow	Red and green on together: production or service error
●	Extra Green	3rd group of blinks: PT2K chip error (e.g. 4-1-3)

- *Each pulse:* 300ms ON / 300ms OFF
- *Pause between repetitions of the same error:* 1.2s
- *If there are multiple errors:* Cycle between them (3.6s between errors and 7.2s at the end of the round)

WARNING

When the LED flashes yellow, or stays steady amber (module without factory test; changes made via CAN are not saved), contact FuelTech technical support.

●	**Normal state (no error)**	
●	Steady green	Module initialized, no error (with or without injection pulses)
●	Steady amber	Module without factory test: changes made via CAN are not saved. Contact technical support.
●	Off	Module not initialized or powered off

Production / service error (red + amber)		
Code	Blinks	Meaning
3-1	●●● + ●	Invalid certificate
3-2	●●● + ●●	Awaiting provisioning
3-3	●●● + ●●●	Awaiting seal
4-2	●●●● + ●●	General fault (ADC and others)

PT2000 initialization error (red + amber + green)			
Code	Blinks	Driver	Affected channels
4-1-1	●●●● + ● + ●	Driver 1	Injectors 1, 2 and 3
4-1-3	●●●● + ● +●●●	Driver 2	Injector 4, pump and DC-DC

Common operating error (red + green)			
Code	Blinks	Meaning	Check
1-1	● + ●	Low battery	Battery voltage and connections
1-2	● + ●●	Overtemperature	Module temperature and ventilation
1-3	● + ●●●	Open load	Wiring harness and injector or valve coils
2-1	●● + ●	Short circuit	Shorted wiring harness or coils
2-2	●● + ●●	Driver power supply fault	Module power supply
2-3	●● + ●●●	DC-DC fault or low Vboost	Boost output, power supply or faulty module

6.3 Injectors current sheet

Brand / Model	PEAK (current)	HOLD (current)
Bosch 160lb/h	2A	0,5A
Bosch 160lb/h (2 injectors per channel)	4A	1A
Bosch 160lb/h (4 injectors per channel)	8A	2A
Siemens 220-225lb/h	4A	1A
Siemens 220-225lb/h (2 injectors per channel)	8A	2A
Precision 550lb/h	8A	2A
Moran and Billet Atomizer	8A	2A
FT Injector 230, 320, 520, 720 820 and 1020lb/h	8A	2A

6.4 Precautions when replacing a Peak and Hold PRO Injector Driver with the new PRO HV-4

The PRO HV-4 is not plug-and-play: it requires a dedicated wiring harness. When replacing a Peak and Hold PRO Injector Driver with a PRO HV-4, slight differences are expected in the fuel maps due to differences in control strategies between the products, and therefore, attention should be paid to the following points:

- The injection timing at engine idle will need to be checked.
- Adjust the injection timings across the entire main fuel map if necessary.

7. CAN Protocol

Compact set of 5 CAN commands (frames of up to 8 bytes) for basic configuration and diagnostics of the PRO HV-4 by third-party ECUs, VCUs or microcontrollers. Per-channel configuration, calibration, firmware update and the other commands are available in the FuelTech ecosystem (FTManager and VisionFT).

Each 29-bit ID is built as (sender ProductID << 14) | (DataFieldID << 11) | MessageID. The tables use integrator ProductID 0x5000 and the PRO HV-4 at default address 0x2A60 (a second PRO HV-4 on the same network uses 0x2A61). To recognize responses, compare the 11 low bits of the ID (ID & 0x7FF).

	Parameter	Value
Bus parameters	CAN type	Classical CAN 2.0B, 29-bit extended ID (no CAN FD or RTR frames)
	Baudrate	1 Mbps
	Byte order	Big-endian for 16-bit fields
	DLC	Set: 8 · Get Global and Get Currents: 0 · Get State: 1 · Get responses: 8 · ACK: 1 · NACK: 2
	Termination	120 Ω at each end of the network (not at every node)

Command Map

TX - Send to PRO HV-4		
CAN ID	Name	Function
0x140003FD	Set Global	Sets VBoost, shutdown policy and channel count
0x140003FE	Set Currents	Sets injector and pump currents and peak times
0x1400037A	Get Global	Reads global configuration
0x1400037B	Get Currents	Reads configured currents
0x1400037C	Get State	Reads the state of one channel or the driver

RX - Receive from PRO HV-4 (address 0x2A60)		
CAN ID	Name	When sent
0x0A9807FD	Ack Set Global	ACK or NACK for 0x140003FD
0x0A9807FE	Ack Set Currents	ACK or NACK for 0x140003FE
0x0A98077A	Response Global	Response to 0x1400037A
0x0A98077B	Response Currents	Response to 0x1400037B
0x0A98077C	Response State	Response to 0x1400037C (or NACK if the channel does not exist)

Command — Set Global

0x140003FD - TX - Module global configuration

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
Vboost	Reserved	Protect	NumInj	NumFP	-	-	-

Byte	Field	Range	Unit	Description
D0	VBoost	12 — 65	V	Target injector boost voltage
D1	Reserved	2	—	Always send 2
D2	ProtectBitmap	0x00 — 0x3F	bitmap	Faults that shut down the module (see below)
D3	NumInjectors	1 — 4	count	Enables injectors 1..N and disables the others (5 to 8: NACK 15 04)
D4	NumFuelPumps	0 — 1	count	Enables (1) or disables (0) the pump (2: NACK 15 04)
D5-D7	Reserved	—	—	Fill with 0

ProtectBitmap (D2) — add the bits of the faults that must shut down the module (detection remains active with the bit at 0)
Bit 0 - 0x01 - Open load
Bit 1 - 0x02 - Short circuit
Bit 2 - 0x04 - Boost error
Bit 3 - 0x08 - Low battery
Bit 4 - 0x10 - Overtemperature
Bit 5 - 0x20 - Vbat step (ignored on the PRO HV-4)

Rules (NACK 15 05 if violated): each field within range; Iboost greater than Ipeak, and Ipeak greater than or equal to Ihold; pump Ipeak greater than pump Ihold. Non-atomic write: injector values are applied before the pump fields (D4 to D6) are validated. Read back with Get Currents after any error.

Command — Set Currents

0x140003FE - TX - Currents and peak time

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
Iboost Inj	Ipeak Inj	Ihold inj	Tpeak inj	Ipeak fp	Ihold fp	Tpeak fp	-

Byte	Field	Range	Unit	Description
D0	Iboost_inj	10 — 250	0.1 A (dA)	Injector boost current (1.0 to 25.0 A)
D1	Ipeak_inj	5 — 250	0.1 A	Injector peak current (0.5 to 25.0 A)
D2	Ihold_inj	2 — 250	0.1 A	Injector hold current (0.2 to 25.0 A)
D3	Tpeak_inj	1 — 65	0.1 ms (dms)	Injector peak duration (0.1 to 6.5 ms)
D4	Ipeak_fp	5 — 80	0.1 A	Pump peak current (0.5 to 8.0 A)
D5	Ihold_fp	2 — 40	0.1 A	Pump hold current (0.2 to 4.0 A)
D6	Tpeak_fp	1 — 65	0.1 ms (dms)	Pump peak duration (0.1 to 6.5 ms)
D7	Reserved	—	—	Fill with 0

Command - Get Global

0x1400037A >>> 0x0A98077A - Read global configuration (send with DLC 0)

Byte	Field	Description
D0	VBoost	Configured voltage (V)
D1	Reserved	Ignore
D2	ProtectBitmap	Shutdown policy (bits 0 to 5)
D3	NumInjectors	Enabled injectors (1 to 4)
D4	NumFuelPumps	Enabled pump (0 or 1)
D5-D7	Reserved	0

Command — Get Currents

0x1400037B >>> 0x0A98077B - Read configured currents

Send with DLC 0. The response uses the same layout as Set Currents and shows injector 1 and pump values as reference.

Command — Get State (Diagnostics)

0x1400037C >>> 0x0A98077C - Runtime state of 1 channel

Send with DLC 1: byte D0 selects the channel. Reads the current state of one channel or of the driver.

Request - D0 selects the channel	
D0 value	TARGET
1 — 4	Injector 1 to 4
9	Pump
11	General driver diagnostics
other	NACK 15 04 (channel does not exist)

Response - Channels 1 to 4 and 9 (injector or pump)			
Bytes	Field	Type	Description
D0	Channel	uint8	Echo of the requested channel
D1-D2	ErrorFlags	uint16 BE	Channel error bits (see table)
D3-D4	TimeToBoost	uint16 BE	Last measured time to reach Iboost (µs)
D5-D7	Reserved	—	0

Bit 0 - 0x0001 - Open load
Bit 1 - 0x0002 - Short circuit
Bit 6 - 0x0040 - Channel enabled
Other bits reserved

Response — Channel 11 (driver general diagnostics)

Bytes	Field	Type	Description
D0	Channel	uint8	Always 11
D1	AppState	uint8	0 = not initialized · 1 = OK · 2 = fatal error
D2-D3	StateFlags	uint16 BE	Channel and driver state (see bits below)
D4-D5	FaultFlags	uint16 BE	Active faults, same mapping as ProtectBitmap
D6	ShutdownActive	uint8	0 = normal operation · 1 = module shut down by protection
D7	ShutdownReason	uint8	Reason code (see table)

Bit 0 to 3 - Injectors 1 to 4
Bit 8 - Pump
Bit 10 - Driver 1
Bit 12 - Driver 2
Bit 14 - Overtemperature
Bit 15 - Module idle (not an error)

Code	Reason
0x00	None (normal operation)
0x01	Overcurrent or short circuit
0x02	Vboost out of range
0x03	Vbat out of range
0x04	Overtemperature
0x05	Open load

ACK, NACK and error codes

Set commands reply with ACK (06) or NACK (15 + code). Get responses carry only data. NACK codes:

Code	Meaning
0x04	Channel does not exist (NumInjectors above 4, NumFuelPumps above 1, invalid Get State channel)
0x05	Out-of-range value or invalid relationship (e.g. Ihold greater than Ipeak)
0x0A	Set frame with fewer than 8 bytes

Shutdown Reason codes

Practical Example — Complete Setup in 2 Frames

Configuration: VBoost 65 V, 4 injectors, 1 pump, shutdown on the faults of bits 0 to 4 (0x1F), currents from section 5.4.

Frame1 - Set Global

```
ID:    0x140003FD    DLC: 8
Data:  41  02  1F  04  01  00  00  00
       |   |   |   |   |
       |   |   |   |   +----  1 pump enabled
       |   |   |   +--------  4 injectors enabled
       |   |   +------------  shutdown on the faults of bits 0 to 4 (0x1F)
       |   +----------------  reserved, always 2
       +--------------------  VBoost = 65 V (0x41)

bytes 5 to 7: reserved, fill with 0

Response: 0x0A9807FD  DLC: 1  06  (ACK)
```

Frame2 - Set Currents

```
ID:    0x140003FE    DLC: 8
Data:  AA  37  19  05  2D  19  05  00
       |   |   |   |   |   |   |
       |   |   |   |   |   |   +----  Tpeak pump     = 0.5 ms (0x05)
       |   |   |   |   |   +--------  Ihold pump     = 2.5 A  (0x19)
       |   |   |   |   +------------  Ipeak pump     = 4.5 A  (0x2D)
       |   |   |   +----------------  Tpeak injector = 0.5 ms (0x05)
       |   |   +--------------------  Ihold injector = 2.5 A  (0x19)
       |   +------------------------  Ipeak injector = 5.5 A  (0x37)
       +----------------------------  Iboost         = 17.0 A (0xAA)

byte 7: reserved, fill with 0

Response: 0x0A9807FE  DLC: 1  06  (ACK)
```

Diagnose Injector 3

Injector 3 has an open load (loose cable or disconnected injector), but the channel remains enabled; the last measured time to boost was 200 µs.

```
Request
ID:    0x1400037C    DLC: 1
Data:  03
       |
       +----  requested channel = injector 3

Response
ID:    0x0A98077C    DLC: 8
Data:  03  00  41  00  C8  00  00  00
       |   |___|   |___|
       |     |       |
       |     |       +------  TimeToBoost = 0x00C8 = 200 µs
       |     +--------------  ErrorFlags = 0x0041 (open load + channel enabled)
       +--------------------  channel 3

bytes 5 to 7: reserved, ignore
```

Important Notes

1. Persistence: VBoost, shutdown policy, channel enabling, currents and times are saved in non-volatile memory. The ACK confirms processing, not the end of the write: do not cut power right after the ACK.

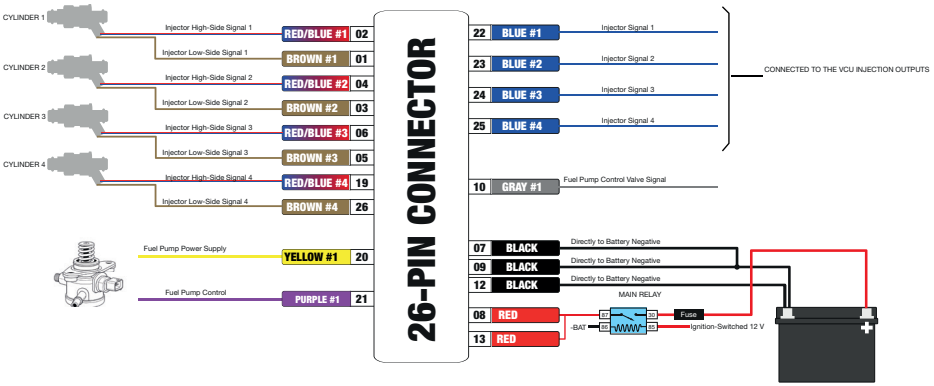
2. Repeated frames: a Set with a payload identical to the last applied one is ignored and answered with ACK without being reapplied. Check with the Get commands.

3. Safety: configure with the engine stopped. VBoost is limited to 65 V in this manual, even if the firmware accepts higher values. Check currents and times against the injector and pump datasheets.

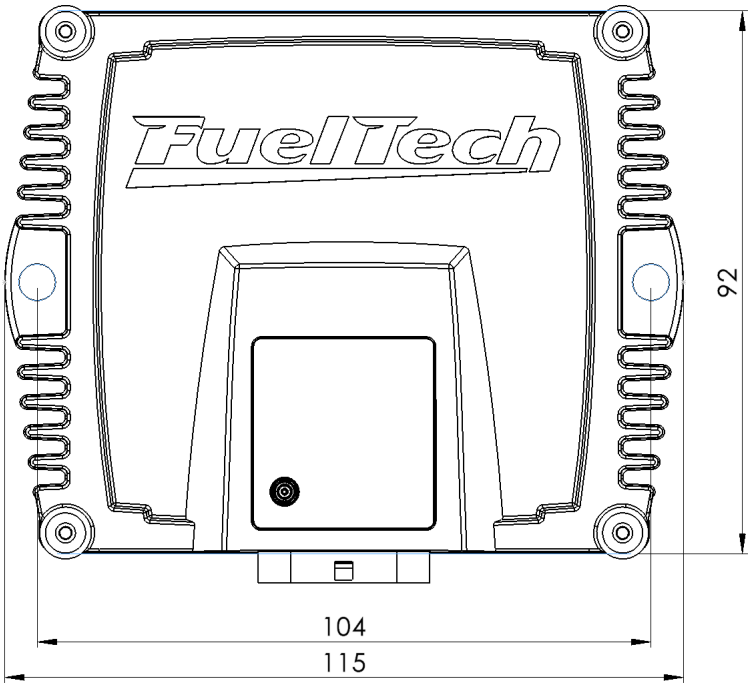
4. Several modules on the network: commands carry no address in the payload; every PRO HV on the network executes and responds. To configure one module alone, connect only that module to the network or use FTManager / VisionFT.

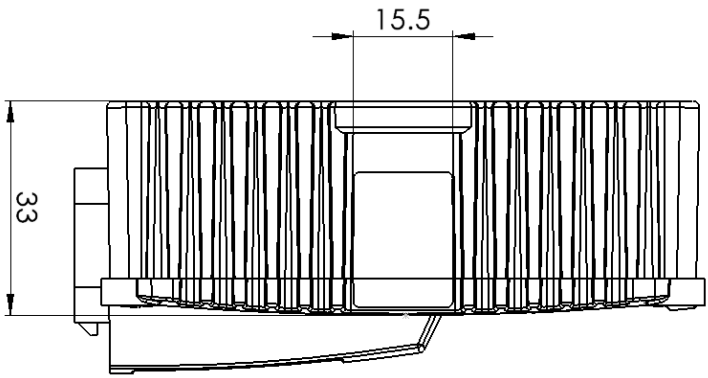
5. Not every rejection generates a NACK: an unknown command or lack of internal buffer may result in silence. Use a timeout in the integrator (e.g. 500 ms) and check the state with the Get commands before repeating a write.

8. Electric diagram



9. Dimensions





1. Indíce

2. Apresentação 24
2.1 Características 24
2.2 Alimentação e tensões 25

3. Termo de garantia 25

4. Instalação 26
4.1 Esquema de ligação do chicote elétrico 27

5. Configurações 29
5.1 Parâmetros de configuração do injetor 29
5.2 Configuração no software VisionFT 29
5.3 Configuração no software FTManager 31
5.4 Exemplo de configuração para injetores 32
5.5 Exemplo de configuração para bomba de combustível 34

6. Proteções e cuidados 34
6.1 Gerais 34
6.2 Indicação por LED de status 35
6.3 Tabela de corrente para injetores 36
6.4 Cuidados ao substituir um P&H PRO Injector Driver pelo novo PRO HV-4 36

7. Protocolo CAN 37

8. Diagrama elétrico 43

9. Dimensões 44

2. Apresentação

O PRO HV-4 Injector Driver foi desenvolvido para entregar resposta instantânea, controle preciso e máxima confiabilidade em projetos automotivos de rua ou de competição, inclusive veículos de uso diário que receberam upgrades de combustível. Membro da família PRO HV, ele usa a mesma tecnologia de acionamento e a mesma estratégia do PRO HV-8 em um módulo mais compacto, dimensionado para motores de até 4 cilindros em modo sequencial ou até 8 cilindros em modo semissequencial.

O módulo extrai o melhor de injetores GDI modernos e de injetores PFI de alta vazão, com abertura rápida, atomização eficiente e estabilidade mesmo em condições extremas. Em injetores convencionais, o dead time pode cair de aproximadamente 1,4 ms para 0,3 ms.

IMPORTANTE

O PRO HV-4 Injector Driver NÃO é compatível com injetores piezoelétricos.

2.1 Características

Estágio Boost de alta tensão

- Tensão de Boost: até 65V (configurável)
- Corrente máxima: até 25A (configurável)
- Função: acelerar a magnetização da bobina e tempo de abertura.
- Resultado técnico: menor latência de impulsos curtos (abertura mais rápida do injetor).

Controle de corrente Peak & Hold

- Pico (Peak): até 25A
- Sustentação (Hold): até 25A
- Impacto: garante abertura completa sem superaquecimento.
- Aplicação: injetores GDI (Bosch, Hitachi e similares) e PFI de baixa ou alta impedância e alta vazão.

Arquitetura de canais

- 4 canais independentes para injetores.
- As entradas possuem tensão de trigger de 2.5V, são compatíveis com sinais 0/5V e 0/12V, o limite máximo de tensão continua da entrada é 30V
- 1 canal adicional para controle da válvula reguladora da bomba de combustível de alta pressão.
- Injeção sequencial até 4 cilindros ou semissequencial até 8 cilindros (2 injetores por canal), com acionamentos simultâneos (overlap).
- Configuração e diagnóstico via CAN (integração com ECU)
- Cada canal é acionado pela sua entrada física, ligada à ECU. Nenhum comando CAN dispara injeção.
- Ajustes: correntes de boost, peak e hold; tensão de boost; tempos de peak, bypass e pré-boost.
- Detecção de carga aberta, curto-circuito, falha do boost, bateria baixa e sobretemperatura
- Proteção térmica integrada para operação

Construção e durabilidade

- Gabinete de alumínio com elevada dissipação (gabinete PRO GEN2)
- Proteção contra poeira, umidade e condensação
- Adequado para operação em pista ou rua

Faixa de operação: -20 °C a 120 °C (-4 °F a 248 °F)

2.2 Alimentação e tensões

Parâmetro	Mín.	Típico	Máx.
VBAT (entrada) (V)	8V	13,8V	30V
VBOOST (saída DCDC)	12V	65V	65V
Corrente entrada (Standby)	-	120mA	150mA
Corrente entrada (pico DCDC)	-	-	35A

3. Termo de garantia

A utilização deste equipamento implica na total conformidade com os termos descritos neste manual e isenta o fabricante de qualquer responsabilidade quanto ao uso indevido do produto.

Leia todas as informações neste manual antes de iniciar a instalação do produto.

Este produto deve ser instalado e ajustado por oficinas especializadas e / ou pessoal com experiência em acerto de motores.

Antes de iniciar qualquer instalação elétrica, desconecte a bateria. A inobservância de qualquer uma das advertências ou precauções descritas neste manual pode causar danos ao motor e anular a garantia do produto.

Este produto não possui certificação para uso em aeronaves ou quaisquer veículos voadores, pois não foi projetado para tal uso ou finalidade. Em alguns países onde uma inspeção anual de veículos é aplicada, nenhuma modificação na ECU original é permitida. Esteja informado sobre as leis e regulamentações locais antes da instalação do produto.

Garantia limitada

Todos os produtos fabricados pela FUELTECH são garantidos contra defeitos de material e mão de obra por **Um ano** a partir da data da compra original. A reclamação de garantia deve ser feita pelo proprietário original com o comprovante de compra de um revendedor autorizado.

Esta garantia não inclui sensores ou outros produtos que a FUELTECH usa, mas não fabrica. Se um produto for considerado defeituoso, tais produtos serão, por opção da FUELTECH, substituídos ou reparados sem nenhum custo.

Esta garantia limitada não cobre mão de obra ou outros custos ou despesas incidentais ao reparo e / ou substituição de produtos ou peças. Esta garantia limitada não se aplica a qualquer produto que tenha sido sujeito a uso indevido, manuseio incorreto, aplicação incorreta, negligência (incluindo, mas não se limitando a manutenção inadequada), acidente, instalação inadequada, selo adulterado, modificação (incluindo, mas não se limitando ao uso de peças não autorizadas ou acessórios), ou ajuste ou reparo executado por qualquer pessoa que não seja a FUELTECH.

As partes concordam expressamente que o único e exclusivo recurso do comprador contra a FUELTECH será o reparo ou substituição do produto defeituoso, conforme previsto nesta garantia limitada. Este recurso exclusivo não deve ser considerado como tendo falhado em seu propósito essencial, desde que a FUELTECH esteja disposta e seja capaz de reparar ou substituir os produtos defeituosos.

A FUELTECH reserva-se o direito de solicitar informações adicionais, tais como, mas não se limitando a, ajustes e arquivos de registro para avaliar uma reclamação.

A violação do selo anula a garantia e resulta na perda de acesso às atualizações de software.

Manual versão 1.0 - Novembro/2026

4. Instalação

A instalação deve ser realizada com o chicote elétrico desconectado do módulo e com a bateria desligada do veículo. É muito importante que o chicote seja do menor tamanho possível e sempre que algum fio estiver sobrando deve-se cortar o pedaço excedente. Nunca enrole as sobras de qualquer fio do chicote. Este cuidado evita problemas de interferência, comuns em qualquer equipamento eletrônico.

O chicote elétrico deve ser protegido de contato com partes afiadas da lataria que possam vir a danificar algum fio e causar curto-circuito. Preste atenção especial na passagem por furos, sempre colocando borrachas ou outras proteções. No cofre do motor, passe os fios por locais onde não recebam calor excessivo e não obstruam nenhuma peça móvel do motor. Procure sempre utilizar capas plásticas nos chicotes.

Recomendações de instalação

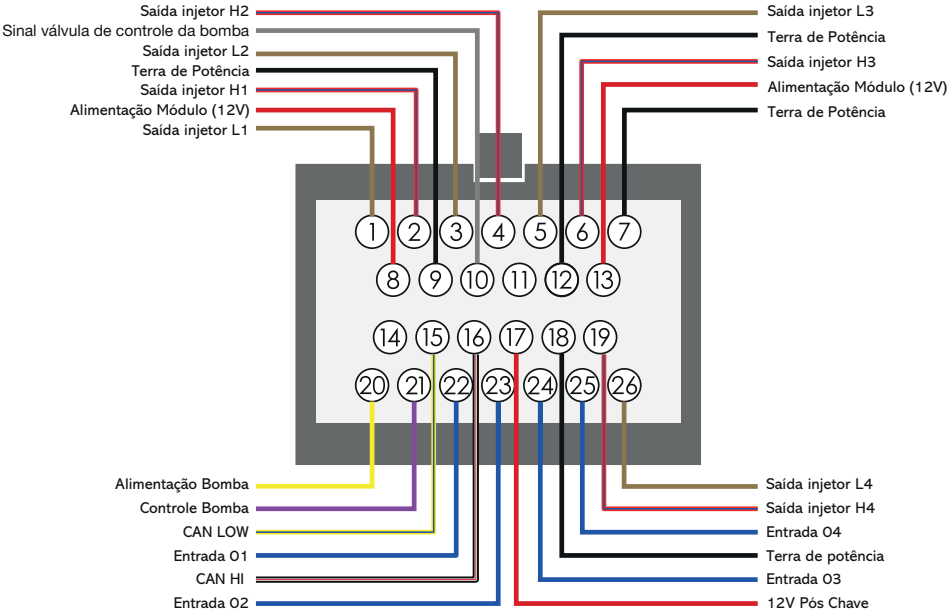
- Atenção: as saídas H trabalham com até 65 V e os capacitores internos continuam carregados depois de desligar o módulo.

- Utilize um fusível de proteção de 30 A na alimentação de potência (pinos 5 e 12), o mais perto possível da bateria

- Terras (pinos 6, 16, 22, 24 e 25) ligados direto ao negativo da bateria, sem emendas. Não ligar ao chassi, bloco ou cabeçote e não derivar outros terras destes fios.

- Bitola do fio compatível com 30A (recomendamos 4mm² / 12 AWG)

4.1 Esquema de ligação do chicote elétrico



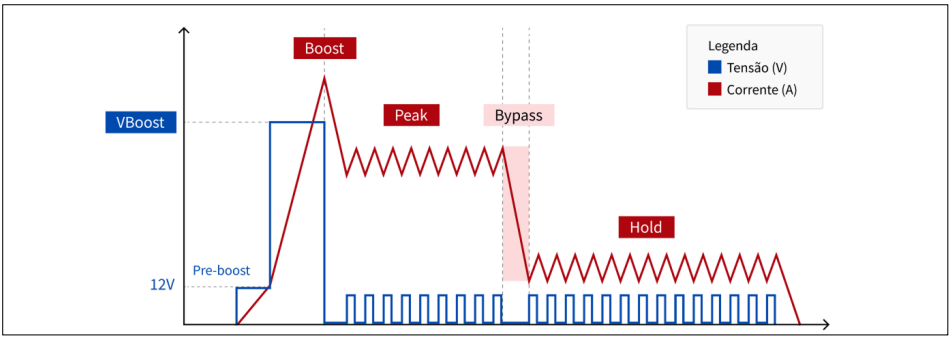
Pino	Cor do Fio	Função	Observações
01	Marrom	Saída injetor L1	Saída do módulo (low-side). Sinal **negativo** para o injetor 1.
02	Vermelho/Azul	Saída injetor H1	Saída do módulo (high-side). Sinal **positivo** para o injetor 1.
03	Marrom	Saída injetor L2	Saída do módulo (low-side). Sinal **negativo** para o injetor 2.
04	Vermelho/Azul	Saída injetor H2	Saída do módulo (high-side). Sinal **positivo** para o injetor 2.
05	Marrom	Saída injetor L3	Saída do módulo (low-side). Sinal **negativo** para o injetor 3.
06	Vermelho/Azul	Saída injetor H3	Saída do módulo (high-side). Sinal **positivo** para o injetor 3.
07	Preto	Terra de Potência	Ligado **diretamente** ao negativo da bateria, sem emendas. **Não ligar ao chassi, bloco ou cabeçote do veículo.**
08	Vermelho	12 V	Alimentação do Módulo

09	Preto	Terra de Potência	Ligado **diretamente** ao negativo da bateria, sem emendas. **Não ligar ao chassi, bloco ou cabeçote do veículo.**
10	Cinza	Entrada de comando da bomba	Sinal da válvula de controle bomba
11	**Não Utilizado**		
12	Preto	Terra de Potência	Ligado **diretamente** ao negativo da bateria, sem emendas. **Não ligar ao chassi, bloco ou cabeçote do veículo.**
13	Vermelho	12 V	Alimentação do Módulo
14	**Não utilizado**		
15	Amarelo/Azul	CAN LOW	CAN LOW
16	Branco/Vermelho	CAN HI	CAN HI
17	Vermelho	12 V pós chave	Alimentação que liga/desliga o módulo
18	Preto	Terra de Potência	Ligado **diretamente** ao negativo da bateria, sem emendas. **Não ligar ao chassi, bloco ou cabeçote do veículo.**
19	Vermelho/Azul	Saída injetor H4	Saída do módulo (high-side). Sinal **positivo** para io injetor 4.
20	Amarelo	Saída positiva de controle da bomba	Saída controlada da bomba
21	Violeta	Saída negativa de controle da bomba	
22	Azul	Entrada 1	Sinal da saída de injeção da VCU (fios Azuis)
23		Entrada 2	
24		Entrada 3	
25		Entrada 4	
26	Marrom	Saída injetor L4	Saída do módulo (low-side). Sinal **negativo** para o injetor 4.

5. Configurações

5.1 Parâmetros de configuração do injetor

O controle do PRO HV-8 utiliza uma estratégia de corrente em três fases: **BOOST**, **PEAK** e **HOLD**.



Na fase de **BOOST**, é aplicada uma alta tensão (em torno de 65V) que provoca uma subida rápida de corrente, gerando a força necessária para romper a inércia do solenoide e vencer a resistência mecânica da mola do injetor. Quanto maior a tensão de boost, mais rapidamente a corrente atinge o limiar necessário para iniciar a abertura.

Em seguida, na fase de **PEAK**, a corrente é mantida em um nível médio-alto para garantir que o injetor abra completamente e estabilize na posição aberta. Essa fase assegura que a agulha do injetor chegue ao fim de curso de forma controlada.

Por fim, na fase de **HOLD**, a corrente é reduzida ao mínimo necessário para manter o injetor aberto pela duração desejada. Isso minimiza o acúmulo de calor na solenoide e garante eficiência energética.

Essa abordagem em três estágios — rompimento de inércia, abertura plena e manutenção — permite uma atuação rápida e precisa do injetor, essencial para as curtas janelas de injeção típicas em motores de alto desempenho, garantindo operação confiável sem aquecimento excessivo.

5.2 Configuração no software VisionFT

Com o software VisionFT aberto, acesse o menu Ferramentas/rede CAN. Localize o PRO HV-8 Injector Driver e abra as configurações.

Controle dos injetores - Neste quadro é possível ajustar todas as configurações de cada injetor individualmente.

- *Corrente de Boost (A):* Ajusta a corrente para a fase de boost.
- *Corrente de Pico (A):* Ajusta a corrente para a fase de peak.
- *Corrente de Hold (A):* Ajusta a corrente para a fase de hold.
- *Tempo Peak (µs):* Ajusta o tempo total de acionamento do injetor na fase de peak.
- *Tempo ByPass (µs):* Ajusta o tempo de transição da fase de peak para a fase de hold.

Pré-boost (µs): Esse tempo é um pré-acionamento em 12V antes de entrar a fase de boost, usado em raros casos de injeção direta a fim de otimizar o uso da reserva de energia elétrica dos capacitores de Vboost.

Boost (V): Tensão máxima para a fase de boost.

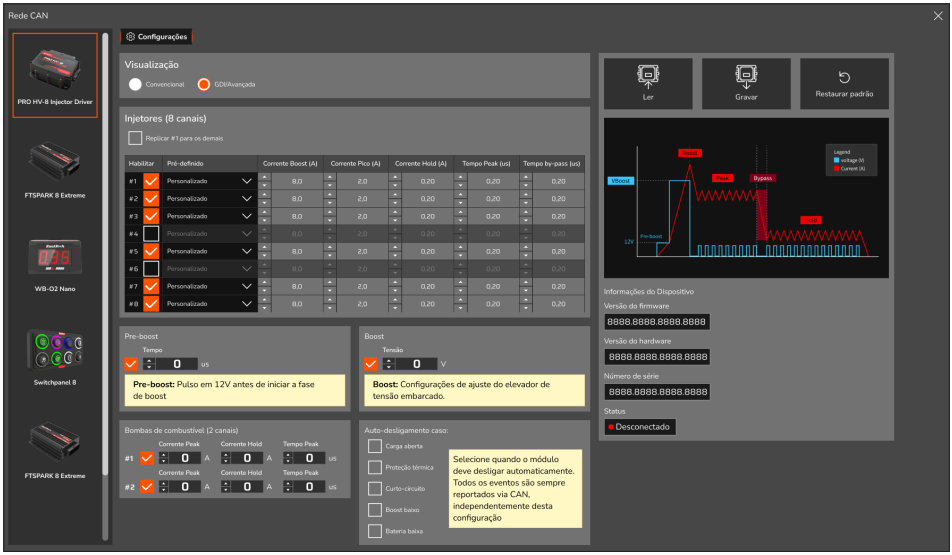
- *Recuperação:* permite ajustar o nível de queda de tensão aceitável pelo módulo

Proteções dos injetores - Definir estratégias de proteção para diferentes condições de operação dos injetores. Caso qualquer uma dessas proteções seja acionada em um dos injetores, o módulo desligará imediatamente todos os injetores por segurança. Além disso, registrará um evento de falha no log do sistema, transmitindo essa informação através da rede CAN.

- *Carga aberta:* detecta injetor desconectado, chicote rompido ou falha de continuidade.
- *Proteção térmica:* monitora a temperatura da placa; atua em 110 °C e libera em 100 °C.
- *Bateria baixa:* atua quando a tensão da bateria fica abaixo de 6,5 V.
- *Curto circuito:* detecta se o injetor está em curto
- *Boost baixo:* indica falha do DC-DC ou tensão de boost abaixo do mínimo.

Bomba de combustível - Configuração do acionamento da válvula de controle da bomba de alta pressão.

- *Corrente Peak (A):* Ajusta a corrente para a fase de peak inicial da válvula de controle da bomba.
- *Corrente de Hold (A):* Ajusta a corrente para a fase de hold da válvula de controle da bomba.
- *Tempo Peak (µs):* Ajusta o tempo total de acionamento da válvula de controle da bomba na fase de peak.



5.3 Configuração no software FTManager

Com o Software FTManager aberto, acesse o menu Ferramentas/rede CAN. Localize o PRO HV-8 Injector Driver e abra as configurações.

Controle dos injetores - Neste quadro é possível ajustar todas as configurações de cada injetor individualmente.

- *Corrente de Boost (A):* Ajusta a corrente para a fase de boost.
- *Corrente de Pico (A):* Ajusta a corrente para a fase de peak.
- *Corrente de Hold (A):* Ajusta a corrente para a fase de hold.
- *Tempo Peak (µs):* Ajusta o tempo total de acionamento do injetor na fase de peak.
- *Tempo ByPass (µs):* Ajusta o tempo de transição da fase de peak para a fase de hold.

Pré-boost (µs): Esse tempo é um pré-acionamento em 12V antes de entrar a fase de boost, usado em raros casos de injeção direta a fim de otimizar o uso da reserva de energia elétrica dos capacitores de Vboost.

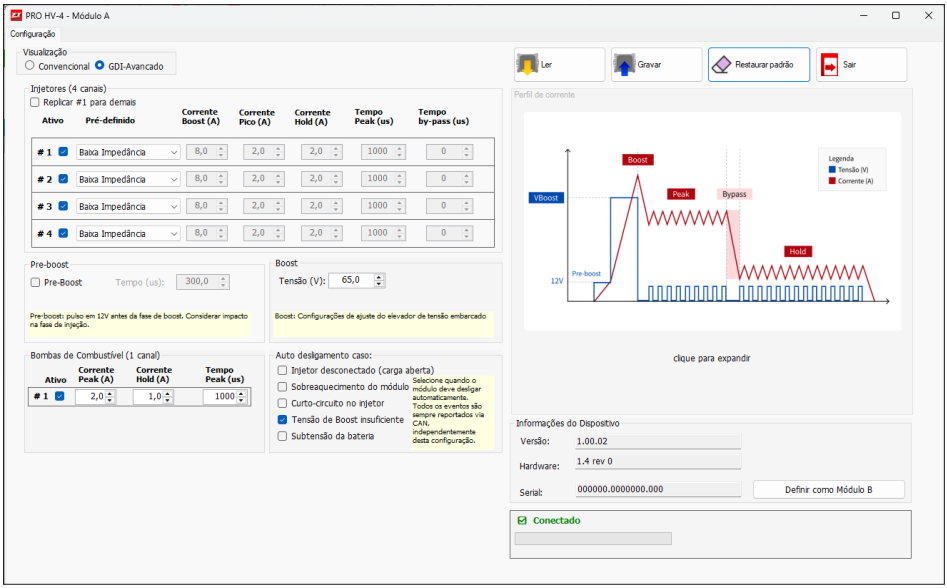
Boost (V): Tensão máxima para a fase de boost.

Proteções dos injetores - Definir estratégias de proteção para diferentes condições de operação dos injetores. Caso qualquer uma dessas proteções seja acionada em um dos injetores, o módulo desligará imediatamente todos os injetores por segurança. Além disso, registrará um evento de falha no log do sistema, transmitindo essa informação através da rede CAN.

- *Carga aberta:* detecta injetor desconectado, chicote rompido ou falha de continuidade.
- *Proteção térmica:* monitora a temperatura da placa; atua em 110 °C e libera em 100 °C.
- *Bateria baixa:* atua quando a tensão da bateria fica abaixo de 6,5 V.
- *Curto circuito:* detecta se o injetor está em curto
- *Boost baixo:* indica falha do DC-DC ou tensão de boost abaixo do mínimo.

Bomba de combustível - Configuração do acionamento da válvula de controle da bomba de alta pressão.

- *Corrente Peak (A):* Ajusta a corrente para a fase de peak inicial da válvula de controle da bomba.
- *Corrente de Hold (A):* Ajusta a corrente para a fase de hold da válvula de controle da bomba.
- *Tempo Peak (µs):* Ajusta o tempo total de acionamento da válvula de controle da bomba na fase de peak.



5.4 Exemplo de configuração para injetores

Este guia fornece uma configuração inicial segura e um procedimento de testes passo a passo para calibração para um **FT Injector de 520 lb/h**. O objetivo é ter uma abertura rápida e repetível, manutenção estável e mínima geração de calor e sem disparo de proteções.

Controle do injetores: Abaixo estão os valores recomendados para iniciar os testes em FT Injector 520 lb/h. Estes valores priorizam estabilidade e segurança. Após validar funcionamento, é recomendado otimizar reduzindo tempos/correntes para diminuir aquecimento.

Parâmetro	Valor	Função / Observação
Corrente boost	17A	Corrente máxima aplicada durante o estágio de boost para magnetização rápida do solenoide
Corrente de peak	5.5A	Corrente de pico para abertura rápida
Corrente de hold	2.5A	Corrente de hold para manter aberto
Tempo peak	500µs	Tempo total fase de peak
Tempo by-pass	20µs	Tempo de transição da fase de peak para a de hold
Pre-boost (tempo)	300µs	Pré-ativação do boost antes do disparo do injetor

Proteções (Recomendação para fase de testes): Durante toda a fase de testes, recomenda-se manter todas as proteções habilitadas (alerta e desliga) para evitar danos ao driver e aos injetores.

Procedimento de Teste (passo a passo) para injetores

Etapa 1 – Pulso curto (1.8 a 2.5ms)

Objetivo: garantir abertura consistente e repetível em pulsos pequenos. Se houver falha, aumente primeiro Tempo Peak para 550µs. Se ainda falhar, aumente Corrente Peak para 6.0A (máximo recomendado).

Etapa 2 – Pulso médio (3 a 6ms)

Objetivo: validar manutenção (hold) sem aquecimento excessivo e sem queda de Vboost. Se Boost cair abaixo de 58V, aumente Pré-boost para 350µs. Se necessário, revise o limite superior de Iboost.

Etapa 3 – Alta rotação / Duty alto

Objetivo: validar estabilidade do boost, ausência de falhas e temperatura do driver em condição crítica. Se aquecer demais, reduza Tempo Peak para 450µs. Se houver instabilidade ou tendência de fechamento, aumente Corrente Hold para 2.8A

Ajuste fino (Otimização)

Após o funcionamento estável, recomenda-se otimizar para reduzir consumo e temperatura:

- *Para reduzir aquecimento:* diminua Tempo Peak gradualmente; depois reduza Corrente Hold.

- *Para melhorar pulsos muito curtos:* aumente Corrente Peak levemente (até 6.0A) e/ou aumente Pre-Boost.

Tabela de sintomas e correções

Sintoma	Correção recomendada
Falha em pulsos curtos	Subir (Corrente Peak ou Tempo Peak ou Pre-Boost)
Aquecimento excessivo	Baixar (Tempo Peak (primeiro) e depois Corrente hold)
Vboost baixando	Subir (Pre-Boost) / revisar limites do DC-DC / reduzir demanda (peak/tempo)
Proteções disparando sem motivo	Revisar aterramentos / revisar limites
Injetor fecha antes do fim do pulso	Subir (Corrente Hold ou ajuste do chopping do Hold)

5.5 Exemplo de configuração para bomba de combustível

Este guia fornece uma configuração inicial segura e um procedimento de testes passo a passo para calibração da válvula de controle de uma bomba de combustível de alta pressão. O objetivo é obter resposta rápida de pressão, estabilidade no rail, mínima geração de calor e operação sem disparo de proteções.

Configuração inicial - Controle PRO HV-4

Parâmetro	Valor	Função / Observação
Corrente Peak	4.5A	Corrente de pico para abertura rápida da válvula
Corrente Hold	2.5A	Corrente de hold para manter válvula aberta
Tempo Peak	500µs	Tempo total fase de peak

Procedimento de Teste (Passo a Passo)

Etapa 1 – Marcha Lenta: Garantir que a pressão atinja o alvo com estabilidade (±5 bar). Se houver demora, aumentar **Tempo Peak** para **550µs**. Se oscilar, aumentar **Corrente Hold** levemente.

Etapa 2 – Carga Parcial: Validar resposta em transientes. Se houver queda de pressão, aumentar **Tempo Peak**.

Etapa 3 – Alta Carga / Alta Rotação: Validar estabilidade sob máxima demanda. Se houver queda de pressão, aumentar **Tempo Peak** gradualmente (**+100µs**). Se aquecer excessivamente, reduzir **Tempo Peak**.

Tabela de sintomas e correções

Sintoma	Correção recomendada
Pressão demora a subir	Subir Tempo Peak ou Corrente Peak
Oscilação no rail	Subir Corrente Hold levemente
Overshoot de pressão	Baixar Tempo Peak
Superaquecimento do driver	Baixar Tempo Peak primeiro, depois Corrente Hold
Queda de pressão em alta rotação	Subir Tempo Peak

6. Proteções e cuidados

6.1 Gerais

- *Sobretemperatura:* placa com 110 °C ou mais - alerta no LED e na rede CAN; desliga o módulo se configurada. Volta a operar em 100 °C.
- *Bateria baixa:* VBAT abaixo de 6,5 V - alerta; desliga o módulo se configurada.
- *Carga aberta:* injetor ou válvula desconectado - alerta; desliga o módulo se configurada.
- *Curto-circuito:* injetor, válvula ou chicote em curto - alerta; desliga o módulo se configurada.
- *Boost baixo / falha do DC-DC:* Vboost não atinge ou não mantém a tensão - alerta e desliga o módulo (padrão de fábrica).

- *Falha de alimentação do driver:* subtensão interna do PT2000 - indicação no LED (2-2).
- *Falha de inicialização do driver:* PT2000 não inicializa - indicação no LED (4-1-x) e módulo desligado.

6.2 Indicação por LED de status

O LED bicolor indica o estado de funcionamento e os erros do módulo, o que facilita o diagnóstico pelo preparador.

COMO LER:

- Vermelho — Indicação da dezena
- Verde — Indicação da unidade
- Amarelo — Vermelho e verde acesos juntos: erro de produção ou serviço
- Verde extra — 3º grupo de piscadas: erro no chip PT2K (ex.: 4-1-3)

- *Cada pulso:* 300ms ON / 300ms OFF
- *Pausa entre repetições do mesmo erro:* 1,2s
- *Se houver vários erros:* Rotaciona entre eles (3,6s entre erros e 7,2 no fim da rodada

ATENÇÃO

Quando o LED piscar em amarelo, ou ficar âmbar fixo (módulo sem teste de fábrica; alterações via CAN não ficam salvas), entre em contato com o suporte técnico da FuelTech.

●	**Estado normal (sem erro)**	
●	Verde fixo	Módulo inicializado, sem erro (com ou sem pulsos de injeção)
●	Âmbar fixo	Módulo sem teste de fábrica: alterações via CAN não ficam salvas. Contate o suporte técnico.
●	Apagado	Módulo não inicializado ou desligado

● **Erro produção / serviço (vermelho + amarelo)**		
Código	Piscadas	Significado
3-1	●●● + ●	Certificado inválido
3-2	●●● + ●●	Aguardando provisionamento
3-3	●●● + ●●●	Aguardando selo (lacre)
4-2	●●●● + ●●	Falha geral, ADC, etc

🟡 Erro de inicialização do PT2000 (vermelho + amarelo + verde)			
Código	Piscadas	Driver	Canais afetados
4-1-1	🔴🔴🔴🔴 + 🟡 + 🟢	Driver 1	Injetores 1, 2 e 3
4-1-3	🔴🔴🔴🔴 + 🟡 +🟢🟢🟢	Driver 2	Injetor 4, bomba e DC-DC

🟢 Erro de uso comum (vermelho + verde)			
Código	Piscadas	Significado	Verificar
1-1	🔴 + 🟢	Bateria baixa	Tensão da bateria e conexões
1-2	🔴 + 🟢🟢	Sobretemperatura	Temperatura do módulo e ventilação
1-3	🔴 + 🟢🟢🟢	Carga aberta	Chicote e bobinas dos injetores ou da válvula
2-1	🔴🔴 + 🟢	Curto-circuito	Chicote e bobinas em curto
2-2	🔴🔴 + 🟢🟢	Falha de alimentação do driver	Alimentação do módulo
2-3	🔴🔴 + 🟢🟢🟢	Falha do DC-DC ou Vboost baixo	Saída de boost, alimentação de potência ou módulo com defeito

6.3 Tabela de corrente para injetores

Marca / Modelo	Corrente de Pico	Corrente de Hold
Bosch 160lb/h	2A	0,5A
Bosch 160lb/h (2 injetores por canal)	4A	1A
Bosch 160lb/h (4 injetores por canal)	8A	2A
Siemens 220-225lb/h	4A	1A
Siemens 220-225lb/h (2 injetores por canal)	8A	2A
Precision 550lb/h	8A	2A
Moran e Billet Atomizer	8A	2A
FT Injector 230, 320, 520, 720, 820 e 1020 lb/h	8A	2A

6.4 Cuidados ao substituir um Peak and Hold PRO Injector Driver pelo novo PRO HV-4

O PRO HV-4 não é plug-and-play: exige chicote dedicado. Ao substituir um Peak and Hold PRO Injector Driver por um PRO HV-4, pequenas diferenças são esperadas nos mapas de combustível devido a diferenças de estratégias de controle entre os produtos, e por isso, recomenda-se atenção aos seguintes pontos:

- O tempo de injeção na condição de marcha lenta do motor precisará ser verificado.
- Ajuste se necessário os tempos de injeção em todo o mapa principal de combustível.

7. Protocolo CAN

Conjunto compacto de 5 comandos CAN (frames de até 8 bytes) para configuração básica e diagnóstico do PRO HV-4 por ECUs, VCUs ou microcontroladores de terceiros. Configuração individual por canal, calibração, atualização de firmware e os demais comandos estão disponíveis no ecossistema FuelTech (FTManager e VisionFT).

Cada ID de 29 bits é montado como (ProductID do emissor << 14) | (DataFieldID << 11) | MessageID. As tabelas usam o ProductID de integrador 0x5000 e o PRO HV-4 no endereço padrão 0x2A60 (um segundo PRO HV-4 na mesma rede usa 0x2A61). Para reconhecer as respostas, compare os 11 bits baixos do ID (ID & 0x7FF).

	Parâmetro	Valor
Parâmetros do Barramento	Tipo CAN	CAN 2.0B clássico, ID estendido de 29 bits (sem CAN FD e sem frames RTR)
	Baudrate	1 Mbps
	Ordem dos bytes	Big-endian nos campos de 16 bits
	DLC	Set: 8 · Get Global e Get Currents: 0 · Get State: 1 · Respostas Get: 8 · ACK: 1 · NACK: 2
	Terminação	120 Ω em cada extremidade da rede (não em cada nó)

Mapa de Comandos

TX - Para enviar ao PRO HV-4		
CAN ID	Nome	Função
0x140003FD	Set Global	Define VBoost, política de desligamento e quantidade de canais
0x140003FE	Set Currents	Define correntes e tempo de peak dos injetores e da bomba
0x1400037A	Get Global	Lê a configuração global
0x1400037B	Get Currents	Lê as correntes configuradas
0x1400037C	Get State	Lê o estado de 1 canal ou do driver

RX - Para Receber do PRO HV-4 (endereço 0x2A60)		
CAN ID	Nome	Quando aparece
0x0A9807FD	Ack Set Global	ACK ou NACK de 0x140003FD
0x0A9807FE	Ack Set Currents	ACK ou NACK de 0x140003FE
0x0A98077A	Response Global	Resposta a 0x1400037A
0x0A98077B	Response Currents	Resposta a 0x1400037B
0x0A98077C	Response State	Resposta a 0x1400037C (ou NACK, se o canal não existir)

Comando Set Global

0x140003FD - TX - Configuração geral do módulo

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
Vboost	Reserv.	Protect	NumInj	NumFP	-	-	-

Byte	Campo	Faixa	Unid.	Descrição
D0	VBoost	12 — 65	V	Tensão de boost alvo do injetor
D1	Reservado	2	—	Enviar sempre 2
D2	ProtectBitmap	0x00 — 0x3F	bitmap	Falhas que provocam o desligamento do módulo (ver abaixo)
D3	NumInjectors	1 — 4	qtd	Habilita os injetores 1..N e desabilita os demais (5 a 8: NACK 15 04)
D4	NumFuelPumps	0 — 1	qtd	Habilita (1) ou desabilita (0) a bomba (2: NACK 15 04)
D5-D7	Reservado	—	—	Preencher com 0

ProtectBitmap (D2) - some os bits das falhas que devem desligar o módulo (a detecção continua ativa com o bit em 0)
Bit 0 - 0x01 - Carga aberta
Bit 1 - 0x02 - Curto-circuito
Bit 2 - 0x04 - Erro de boost
Bit 3 - 0x08 - Bateria baixa
Bit 4 - 0x10 - Sobretemperatura
Bit 5 - 0x20 - Degrau de Vbat (ignorado no PRO HV-4)

Padrão de fábrica: 0x04
Todas as falhas: **0x1F**
Nenhuma: **0x00**

Regras (NACK 15 05 se violar): cada campo dentro da faixa; Iboost maior que Ipeak, e Ipeak maior ou igual a Ihold; Ipeak da bomba maior que Ihold da bomba. Escrita não atômica: os valores dos injetores são aplicados antes da validação dos campos da bomba (D4 a D6). Releia com o Get Currents após qualquer erro.

Comando Set Currents

0x140003FE - TX - Correntes e tempo de peak

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
Iboost Inj	Ipeak Inj	Ihold inj	Tpeak inj	Ipeak fp	Ihold fp	Tpeak fp	-

Byte	Campo	Faixa	Unid.	Descrição
D0	Iboost_inj	10 — 250	0.1 A (dA)	Corrente de boost do injetor (1,0 a 25,0 A)
D1	Ipeak_inj	5 — 250	0.1 A	Corrente de peak do injetor (0,5 a 25,0 A)
D2	Ihold_inj	2 — 250	0.1 A	Corrente de hold do injetor (0,2 a 25,0 A)
D3	Tpeak_inj	1 — 65	0.1 ms (dms)	Duração da fase de peak do injetor (0.1 a 6.5 ms)
D4	Ipeak_fp	5 — 80	0.1 A	Corrente de peak da bomba (0,5 a 8,0 A)
D5	Ihold_fp	2 — 40	0.1 A	Corrente de hold da bomba (0,2 a 4,0 A)
D6	Tpeak_fp	1 — 65	0.1 ms (dms)	Duração da fase de peak da bomba (0.1 a 6.5 ms)
D7	Reservado	—	—	Preencher com 0

Comando Get Global

0x1400037A >>> 0x0A98077A - Leitura da configuração global (envie com DLC 0)

Byte	Campo	Descrição
D0	VBoost	Tensão configurada (V)
D1	Reservado	Ignorar
D2	ProtectBitmap	Política de desligamento (bits 0 a 5)
D3	NumInjectors	Injetores habilitados (1 a 4)
D4	NumFuelPumps	Bomba habilitada (0 ou 1)
D5-D7	Reservado	0

Comando Get Currents

0x1400037B >>> 0x0A98077B - Leitura das correntes configuradas

Envie com DLC 0. A resposta tem o mesmo layout do Set Currents e mostra os valores do injetor 1 e da bomba como referência.

Comando Get State (diagnóstico)

0x1400037C >>> 0x0A98077C - Estado runtime de 1 canal

Envie com DLC 1: o byte D0 seleciona o canal. Lê o estado atual de um canal ou do driver.

Request - D0 Seleciona o canal	
Valor de D0	ALVO
1 — 4	Injetor 1 a 4
9	Bomba
11	Diagnóstico geral do driver
outro	NACK 15 04 (canal inexistente)

Response - Canais 1 a 4 e 9 (injetor ou bomba)			
Bytes	Campo	Tipo	Descrição
D0	Canal	uint8	Eco do canal solicitado
D1-D2	ErrorFlags	uint16 BE	Bits de erro do canal (ver tabela)
D3-D4	TimeToBoost	uint16 BE	Último tempo medido até atingir Iboost (µs)
D5-D7	Reservado	—	0

Bit 0 - 0x0001 - Carga aberta
Bit 1 - 0x0002 - Curto-circuito
Bit 6 - 0x0040 - Canal habilitado
Demais bits reservados

Response - Canal 11 (diagnóstico geral do driver)

Bytes	Campo	Tipo	Descrição
D0	Canal	uint8	Sempre 11
D1	AppState	uint8	0 = não inicializado · 1 = OK · 2 = erro fatal
D2-D3	StateFlags	uint16 BE	Estado dos canais e do driver (ver bits abaixo)
D4-D5	FaultFlags	uint16 BE	Falhas ativas, mesmo mapa do ProtectBitmap
D6	ShutdownActive	uint8	0 = operação normal · 1 = módulo desligado por proteção
D7	ShutdownReason	uint8	Código do motivo (ver tabela)

Bit 0 a 3 - Injetores 1 a 4
Bit 8 - Bomba
Bit 10 - Driver 1
Bit 12 - Driver 2
Bit 14 - Sobretemperatura
Bit 15 - Módulo em repouso (não é erro)

Códigos de motivo do Shutdown

Código	Motivo
0x00	Nenhum (operação normal)
0x01	Sobrecorrente ou curto
0x02	Vboost fora da faixa
0x03	Vbat fora da faixa
0x04	Sobretemperatura
0x05	Carga aberta

ACK, NACK e códigos de erro

Os comandos Set respondem com ACK (06) ou NACK (15 + código). As respostas Get trazem só os dados. Códigos de NACK:

Código	Significado
0x04	Canal inexistente (NumInjectors acima de 4, NumFuelPumps acima de 1, canal inválido no Get State)
0x05	Valor fora da faixa ou relação inválida (ex.: Ihold maior que Ipeak)
0x0A	Frame Set com menos de 8 bytes

Exemplo prático — setup completo em 2 frames

Configuração: VBoost 65 V, 4 injetores, 1 bomba, desligamento nas falhas dos bits 0 a 4 (0x1F), correntes da seção 5.4.

Frame1 - Set Global

```
ID:    0x140003FD    DLC: 8
Data:  41  02  1F  04  01  00  00  00
       |   |   |   |   |
       |   |   |   |   +----  1 bomba habilitada
       |   |   |   +--------  4 injetores habilitados
       |   |   +------------  desligamento nas falhas dos bits 0 a 4 (0x1F)
       |   +----------------  reservado, sempre 2
       +--------------------  VBoost = 65 V (0x41)

bytes 5 a 7: reservados, preencher com 0

Resposta: 0x0A9807FD  DLC: 1  06  (ACK)
```

Frame2 - Set Currents

```
ID:     0x140003FE    DLC: 8
Data:   AA  37  19  05  2D  19  05  00
        |   |   |   |   |   |   |
        |   |   |   |   |   |   +----  Tpeak bomba    = 0,5 ms (0x05)
        |   |   |   |   |   +--------  Ihold bomba    = 2,5 A  (0x19)
        |   |   |   |   +------------  Ipeak bomba    = 4,5 A  (0x2D)
        |   |   |   +----------------  Tpeak injetor  = 0,5 ms (0x05)
        |   |   +--------------------  Ihold injetor  = 2,5 A  (0x19)
        |   +------------------------  Ipeak injetor  = 5,5 A  (0x37)
        +----------------------------  Iboost         = 17,0 A (0xAA)

byte 7: reservado, preencher com 0

Resposta: 0x0A9807FE  DLC: 1  06  (ACK)
```

Diagnosticar Injetor 3

O injetor 3 está com carga aberta (cabo solto ou injetor desconectado), mas o canal continua habilitado; o último tempo medido até o boost foi de 200 µs.

```
Requisição
ID:     0x1400037C    DLC: 1
Data:   03
        |
        +----  canal solicitado = injetor 3

Resposta
ID:     0x0A98077C    DLC: 8
Data:   03  00  41  00  C8  00  00  00
        |   |___|   |___|
        |     |       |
        |     |       +------  TimeToBoost = 0x00C8 = 200 µs
        |     +--------------  ErrorFlags = 0x0041 (carga aberta + canal habilitado)
        +--------------------  canal 3

bytes 5 a 7: reservados, ignorar
```

Notas Importantes

1. Persistência: VBoost, política de desligamento, habilitação de canais, correntes e tempos são gravados em memória não volátil. O ACK confirma o processamento, não o fim da gravação: não corte a alimentação logo após o ACK.

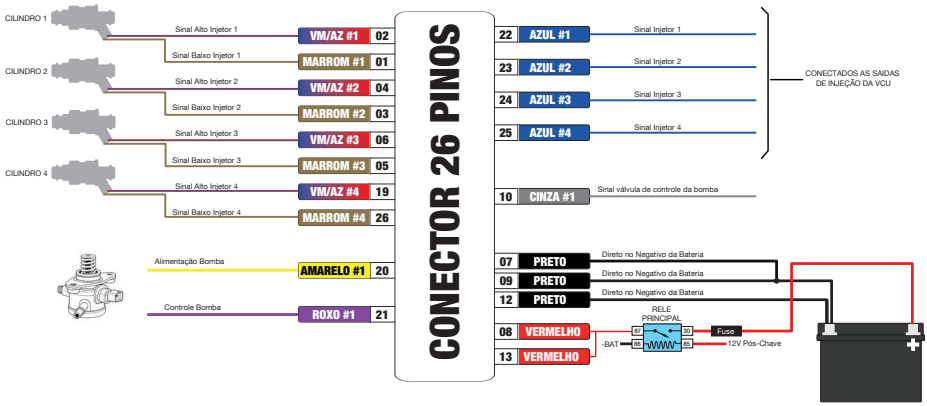
2. Frames repetidos: um Set com payload idêntico ao último aplicado é ignorado e responde ACK sem reaplicar. Confira com os comandos Get.

3. Segurança: configure com o motor parado. VBoost é limitado a 65 V neste manual, mesmo que o firmware aceite valores superiores. Confira correntes e tempos contra o datasheet do injetor e da bomba.

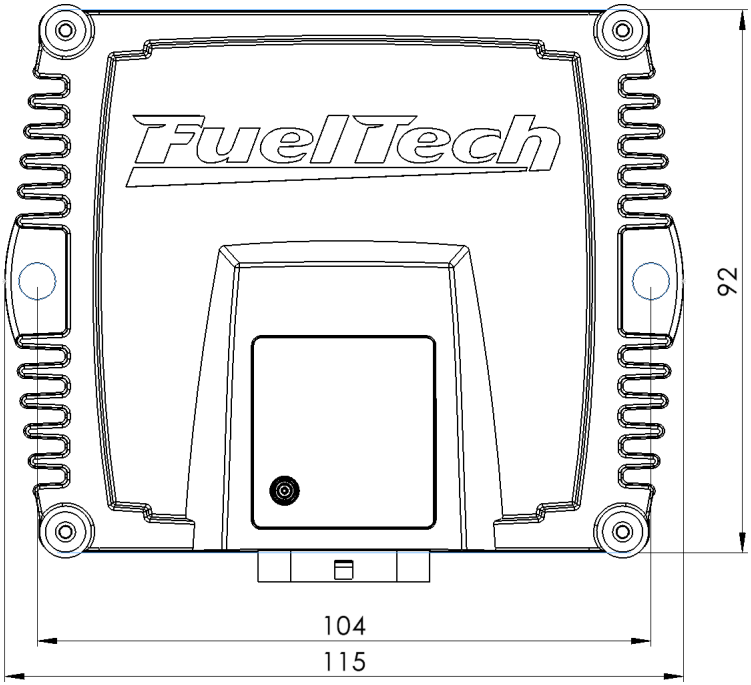
4. Vários módulos na rede: os comandos não têm endereço no payload; todos os PRO HV da rede executam e respondem. Para configurar um módulo isoladamente, conecte só ele à rede ou use o FTManager / VisionFT.

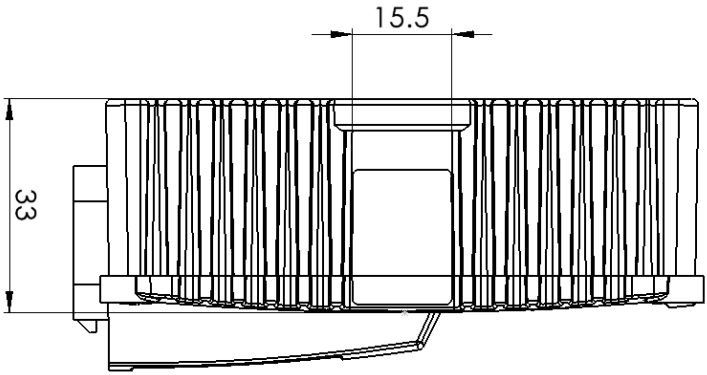
5. Nem toda rejeição gera NACK: comando desconhecido ou falta de buffer interno pode resultar em silêncio. Use timeout no integrador (ex.: 500 ms) e confira o estado com os comandos Get antes de repetir uma escrita.

8. Diagrama elétrico



9. Dimensões





1. Indíce

2. Introducción 46
2.1 Características 46
2.2 Alimentación y Voltajes 47

3. Condiciones de la garantía 47

4. Instalación 48
4.1 Diagrama de cableado del arnés eléctrico 49

5. Ajustes 50
5.1 Parámetros de configuración del inyector 50
5.2 Configuración en el software VisionFT 51
5.3 Configuración en el software FTManager 53
5.4 Ejemplo de configuración para inyectores 54
5.5 Ejemplo de configuración de una bomba de combustible 56

6. Protecciones y precauciones 56
6.1 General 56
6.2 Indicación LED de estado 57
6.3 Tabla actual para inyectores 58
6.4 Precauciones al reemplazar un P&H PRO por el nuevo PRO HV-4 58

7. Protocolo CAN 59

8. Diagrama eléctrico 65

9. Dimensiones 66

2. Introducción

El PRO HV-4 Injector Driver se desarrolló para ofrecer respuesta instantánea, control preciso y máxima confiabilidad en proyectos de calle o de competición, incluidos vehículos de uso diario con mejoras en el sistema de combustible. Como miembro de la familia PRO HV, utiliza la misma tecnología de accionamiento y la misma estrategia del PRO HV-8 en un módulo más compacto, dimensionado para motores de hasta 4 cilindros en modo secuencial o hasta 8 cilindros en modo semisecuencial.

El módulo obtiene el máximo de los inyectores GDI modernos y de los PFI de alto caudal, con apertura rápida, atomización eficiente y estabilidad incluso en condiciones extremas. En inyectores convencionales, el tiempo muerto puede bajar de aproximadamente 1,4 ms a 0,3 ms.

IMPORTANTE

El PRO HV-4 Injector Driver NO es compatible con inyectores piezoeléctricos.

2.1 Características

Etapa de Boost de alto voltaje

- Voltaje de Boost: hasta 65V (configurable)
- Corriente máxima: hasta 25A (configurable)
- Función: acelera la magnetización de la bobina y el tiempo de apertura
- Resultado técnico: menor latencia de pulsos cortos (apertura más rápida del inyector)

Control de corriente de Peak and Hold

- Peak: hasta 25A
- Hold: hasta 25A
- Impacto: garantiza una apertura completa sin sobrecalentamiento
- Aplicación: inyectores GDI (Bosch, Hitachi y similares) y PFI de baja o alta impedancia y alto caudal

Arquitectura de canales

- 4 canales independientes para inyectores
- Las entradas tienen una tensión de activación de 2,5V, son compatibles con señales de 0/5V y 0/12V, y el límite máximo de tensión de entrada de CC es de 30V.
- 1 canal adicional para controlar la válvula reguladora de la bomba de combustible de alta presión
- Inyección secuencial hasta 4 cilindros o semisecuencial hasta 8 cilindros (2 inyectores por canal), con activaciones simultáneas (overlap)
- Configuración y diagnóstico vía CAN (integración con la ECU)
- Cada canal se acciona por su propia entrada física, conectada a la ECU. Ningún comando CAN dispara la inyección.
- Ajustes: corrientes de boost, peak y hold; voltaje de boost; tiempos de peak, bypass y pre-boost.

- Detección de carga abierta, cortocircuito, fallo del boost, batería baja y sobretemperatura
- Protección térmica integrada para el funcionamiento

Construcción y durabilidad

- Carcasa de aluminio de alta disipación (carcasa PRO GEN2)
- Protección contra polvo, humedad y condensación
- Apto para uso en pista o en carretera

Rango de funcionamiento: -20 °C a 120 °C (-4 °F a 248 °F)

2.2 Alimentación y Voltajes

Parámetro	Mín.	Típico	Máx.
VBAT (entrada) (V)	8V	13,8V	30V
VBOOST (salida DC-DC)	12V	65V	65V
Corriente de entrada (standby)	-	120mA	150mA
Corriente de entrada (pico DC-DC)	-	-	35A

3. Condiciones de la garantía

El uso de este equipo implica el cumplimiento total de las condiciones descritas en este manual y exime al fabricante de toda responsabilidad por el uso indebido del producto.

Lea toda la información de este manual antes de comenzar la instalación del producto.

Este producto debe ser instalado y ajustado por talleres especializados o personal con experiencia en la puesta a punto de motores.

Antes de iniciar cualquier instalación eléctrica, desconecte la batería.

El incumplimiento de cualquiera de las advertencias o precauciones descritas en este manual puede dañar el motor y anular la garantía del producto.

Este producto no está certificado para su uso en aeronaves ni vehículos aéreos, ya que no fue diseñado para tal fin.

En algunos países donde se aplica una inspección vehicular anual, no se permite ninguna modificación a la ECU original. Infórmese sobre las leyes y regulaciones locales antes de instalar el producto.

Garantía limitada

Todos los productos fabricados por FUELTECH tienen una garantía contra defectos de material y mano de obra por **un año** a partir de la fecha de compra original. La reclamación de garantía debe ser realizada por el propietario original con el comprobante de compra de un distribuidor autorizado.

Esta garantía no incluye sensores ni otros productos que FUELTECH utiliza pero que no fabrica. Si un producto se considera defectuoso, FUELTECH, a su discreción, lo reemplazará o reparará sin costo alguno.

Esta garantía limitada no cubre la mano de obra ni otros costos o gastos relacionados con la reparación o el reemplazo de productos o piezas. Esta garantía limitada no se aplica a ningún producto que haya sido objeto de mal uso, manipulación incorrecta, aplicación errónea, negligencia (incluido, entre otros, el mantenimiento inadecuado), accidente, instalación incorrecta, sello manipulado, modificación (incluido, entre otros, el uso de piezas o accesorios no autorizados) o ajuste o reparación realizada por cualquier persona que no sea FUELTECH.

Las partes acuerdan expresamente que el único y exclusivo recurso del comprador contra FUELTECH será la reparación o el reemplazo del producto defectuoso, según lo estipulado en esta garantía limitada. Esta característica exclusiva no se considerará que ha fallado en su propósito esencial, siempre que FUELTECH esté dispuesta y sea capaz de reparar o reemplazar los productos defectuosos.

FUELTECH se reserva el derecho de solicitar información adicional, como ajustes y archivos de registro, entre otros, para evaluar una reclamación.

Romper el precinto anula la garantía y conlleva la pérdida de acceso a las actualizaciones de software.

Versión 1.0 del manual - Noviembre/2026

4. Instalación

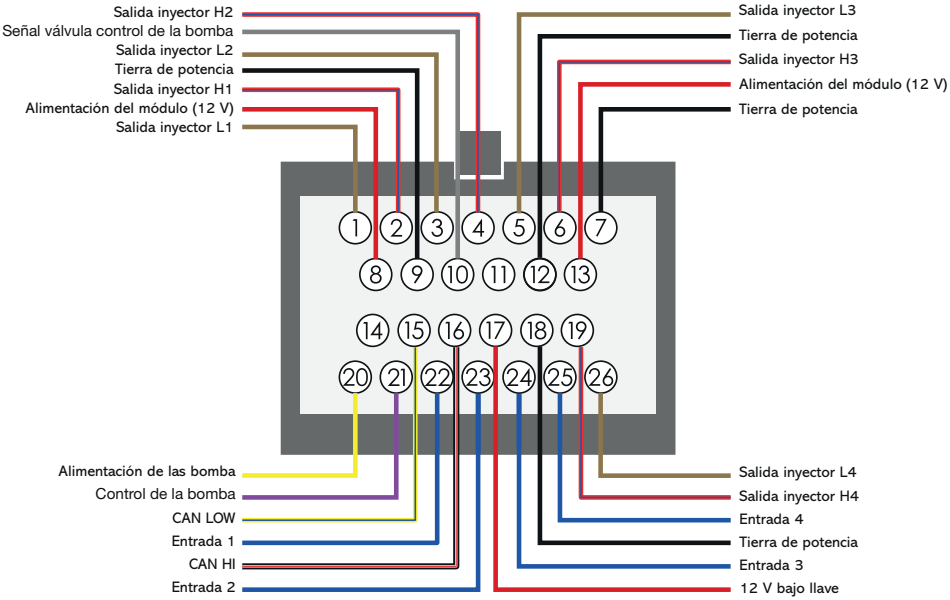
La instalación debe realizarse con el mazo de cables desconectado del módulo y la batería del vehículo desconectada. Es muy importante que el mazo de cables sea lo más corto posible y que se corte cualquier cable sobrante. Nunca enrolle el cable sobrante alrededor del propio mazo. Esta precaución evita problemas de interferencia, comunes en cualquier equipo electrónico.

El mazo de cables debe protegerse del contacto con partes afiladas de la carrocería que puedan dañar un cable y provocar un cortocircuito. Preste especial atención al pasar los cables por orificios, utilizando siempre goma u otras protecciones. En el compartimento del motor, pase los cables por lugares donde no reciban calor excesivo ni obstruyan ninguna pieza móvil del motor. Utilice siempre cubiertas de plástico para los mazos de cables.

Recomendaciones de instalación:

- Atención: las salidas H trabajan con hasta 65 V y los condensadores internos permanecen cargados después de apagar el módulo.
- Utilice un fusible de 30 A en la alimentación de potencia (pines 5 y 12), lo más cerca posible de la batería
- Utilice un calibre de cable compatible con 30 A (recomendamos 4mm² / 12 AWG)
- Tierras (pines 6, 16, 22, 24 y 25) conectadas directamente al negativo de la batería, sin empalmes. No conectarlas al chasis, bloque o culata, y no derivar otras tierras de estos cables.

4.1 Diagrama de cableado del arnés eléctrico



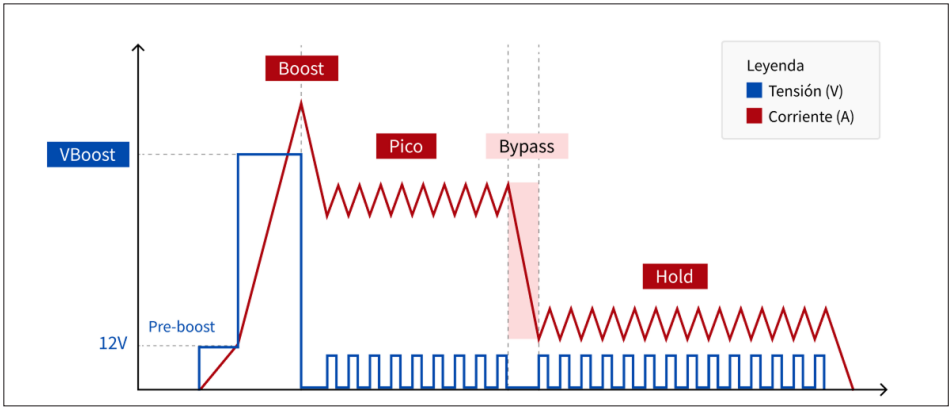
Pin	Color del cable	Función	Observaciones
01	Marrón	Salida inyector L1	Salida del módulo (low-side). Señal **negativa** para el inyector 1.
02	Rojo/Azul	Salida inyector H1	Salida del módulo (high-side). Señal **positiva** para el inyector 1.
03	Marrón	Salida inyector L2	Salida del módulo (low-side). Señal **negativa** para el inyector 2.
04	Rojo/Azul	Salida inyector H2	Salida del módulo (high-side). Señal **positiva** para el inyector 2.
05	Marrón	Salida inyector L3	Salida del módulo (low-side). Señal **negativa** para el inyector 3.
06	Rojo/Azul	Salida inyector H3	Salida del módulo (high-side). Señal **positiva** para el inyector 3.
07	Negro	Tierra de potencia	Conectar **directamente** al negativo de la batería, sin empalmes. **No conectar al chasis, bloque ni culata del vehículo.**
08	Rojo	12 V	Alimentación del módulo.
09	Negro	Tierra de potencia	Conectar **directamente** al negativo de la batería, sin empalmes. **No conectar al chasis, bloque ni culata del vehículo.**

10	Gris	Entrada de comando de la bomba	Señal de la válvula de control de la bomba.
11	**No utilizado**		
12	Negro	Tierra de potencia	Conectar **directamente** al negativo de la batería, sin empalmes. **No conectar al chasis, bloque ni culata del vehículo.**
13	Rojo	12 V	Alimentación del módulo.
14	**No utilizado**		
15	Amarillo/Azul	CAN LOW	CAN LOW
16	Blanco/Rojo	CAN HI	CAN HI
17	Rojo	12 V bajo llave	Alimentación que enciende/apaga el módulo.
18	Negro	Tierra de potencia	Conectar **directamente** al negativo de la batería, sin empalmes. **No conectar al chasis, bloque ni culata del vehículo.**
19	Rojo/Azul	Salida inyector H4	Salida del módulo (high-side). Señal **positiva** para el inyector 4.
20	Amarillo	Salida positiva de control de la bomba	Salida controlada de la bomba.
21	Violeta	Salida negativa de control de la bomba	
22	Azul	Entrada 1	Señal de salida de inyección de la VCU (cables azules).
23		Entrada 2	
24		Entrada 3	
25		Entrada 4	
26	Marrón	Salida inyector L4	Salida del módulo (low-side). Señal **negativa** para el inyector 4.

5. Ajustes

5.1 Parámetros de configuración del inyector

El control PRO HV-4 utiliza una estrategia de corriente en tres fases: **BOOST**, **PEAK** y **HOLD**.



En la fase de **BOOST**, se aplica un voltaje alto (hasta 65 V), lo que provoca un rápido aumento de la corriente y genera la fuerza necesaria para vencer la inercia del solenoide y la resistencia mecánica del resorte del inyector. Cuanto mayor sea el voltaje de impulso, más rápido alcanzará la corriente el umbral necesario para iniciar la apertura.

A continuación, en la fase de **Pico (PEAK)**, la corriente se mantiene a un nivel medio-alto para asegurar que el inyector se abra completamente y se estabilice en la posición abierta. Esta fase garantiza que la aguja del inyector alcance el final de su recorrido de forma controlada.

Finalmente, en la fase de **HOLD**, la corriente se reduce al mínimo necesario para mantener el inyector abierto durante el tiempo deseado. Esto minimiza la acumulación de calor en la solenoide y garantiza la eficiencia energética.

Este enfoque de tres etapas —superación de la inercia, apertura completa y mantenimiento— permite una actuación rápida. El inyector, esencial para las cortas ventanas de inyección típicas en los motores de alto rendimiento, garantiza un funcionamiento fiable sin sobrecalentamiento.

5.2 Configuración en el software VisionFT

Con el software VisionFT abierto, acceda al menú Herramientas/Red CAN. Localice el controlador del inyector PRO HV-4 y abra la configuración.

Control del inyector: En esta sección, puede ajustar individualmente todos los parámetros de cada inyector.

- *Corriente de Boost (A):* Ajusta la corriente para la fase de Boost.
- *Corriente Peak (A):* Ajusta la corriente para la fase Peak.
- *Corriente de Hold (A):* Ajusta la corriente para la fase de Hold.
- *Tiempo Peak (µs):* Ajusta el tiempo total de activación del inyector en la fase Peak.
- *Tiempo de Bypass (µs):* Ajusta el tiempo de transición de la fase pico a la fase de Hold.

Pre-Boost (µs): Preactivación en 12 V antes de la fase de boost, utilizada en casos excepcionales de inyección directa para ahorrar la energía de los condensadores del Vboost. Viene deshabilitado de fábrica y debe habilitarse para tener efecto.

Boost (V): Tensión máxima para la fase de Boost.

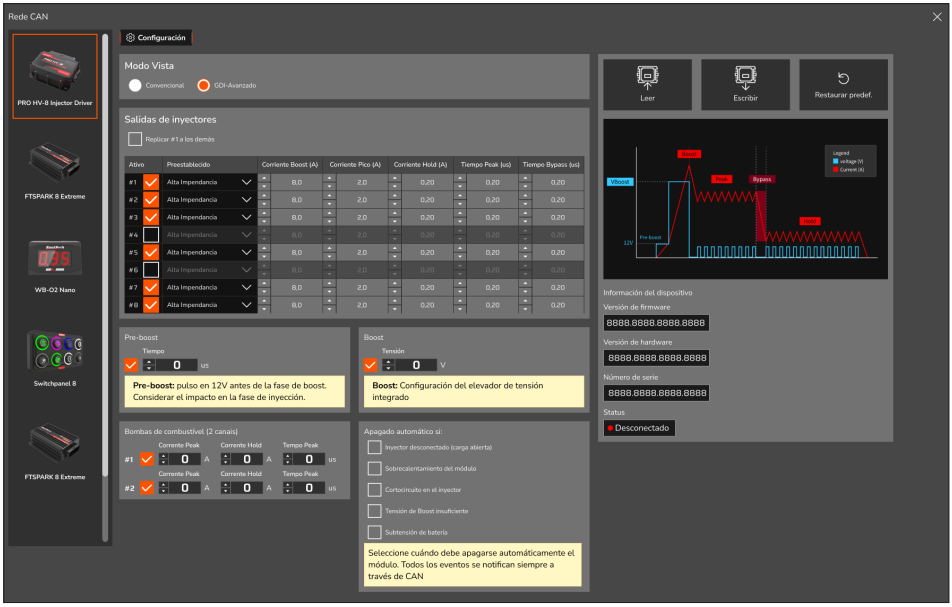
Protecciones de inyectores - Para cada fallo se puede elegir entre solo alertar (LED y red CAN) o apagar el módulo. Cuando se confirma un fallo configurado para apagar, el módulo apaga todos los inyectores, la bomba y los drivers de potencia. El fallo solo se confirma tras 3 lecturas consecutivas (unos 300 ms). El módulo vuelve a operar solo 5 s después de que el fallo desaparece; en la sobretemperatura, vuelve cuando la placa se enfría hasta 100 °C. De fábrica, solo el error de boost apaga el módulo.

- *Circuito abierto (open load):* Detecta un inyector desconectado, un arnés de cableado roto o un fallo de continuidad.
- *Protección térmica:* monitorea la temperatura de la placa; actúa a 110 °C y libera a 100 °C.

- *Batería baja:* actúa cuando la tensión de la batería cae por debajo de 6,5 V.
- Cortocircuito: detecta si el inyector o el mazo de cables está en cortocircuito.
- *Boost bajo:* indica fallo del DC-DC o tensión de boost por debajo del mínimo.

Bomba de combustible - Configuración de accionamiento de la válvula de control de la bomba de alta presión.

- Corriente Peak (A): Ajusta la corriente para la fase peak inicial de la válvula de control de la bomba.
- Corriente de Hold (A): Ajusta la corriente para la fase de hold de la válvula de control de la bomba.
- Tiempo Peak (µs): Ajusta el tiempo total de accionamiento de la válvula de control de la bomba durante la fase Peak.



5.3 Configuración en el software FTManager

Con el software FTManager abierto, acceda al menú Herramientas/Red CAN. Localice el controlador del inyector PRO HV-4 y abra la configuración.

Control del inyector: En esta sección, puede ajustar individualmente todos los parámetros de cada inyector.

- *Corriente de Boost (A):* Ajusta la corriente para la fase de boost.
- *Corriente Peak (A):* Ajusta la corriente para la fase peak.
- *Corriente de Hold (A):* Ajusta la corriente para la fase de hold.
- *Tiempo Peak (µs):* Ajusta el tiempo total de activación del inyector en la fase peak.
- *Tiempo de Bypass (µs):* Ajusta el tiempo de transición de la fase peak a la fase de hold.

Pre-boost (µs): Preactivación en 12 V antes de la fase de boost, utilizada en casos excepcionales de inyección directa para ahorrar la energía de los condensadores del Vboost. Viene deshabilitado de fábrica y debe habilitarse para tener efecto.

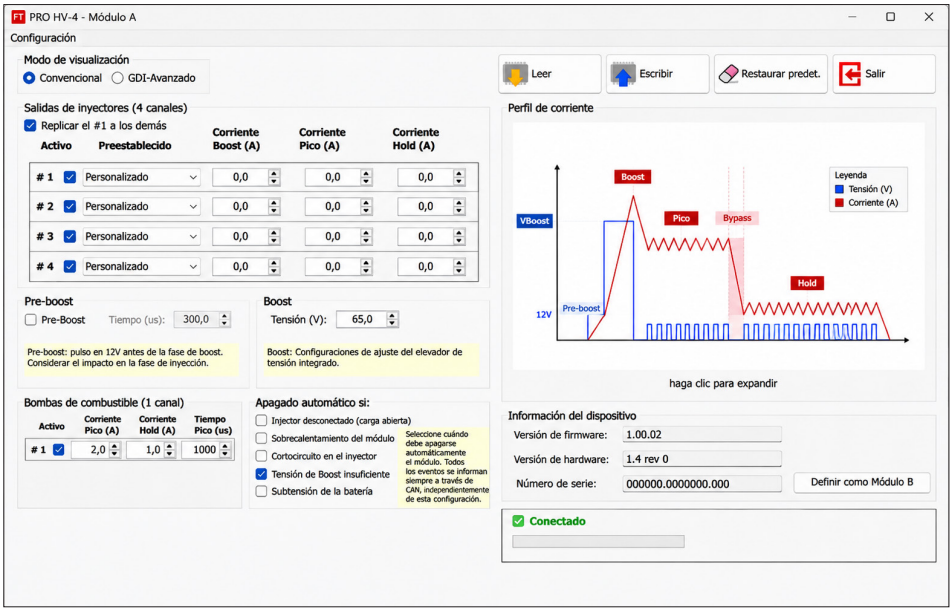
Boost (V): Tensión máxima para la fase de boost.

Protecciones de inyectores - Para cada fallo se puede elegir entre solo alertar (LED y red CAN) o apagar el módulo. Cuando se confirma un fallo configurado para apagar, el módulo apaga todos los inyectores, la bomba y los drivers de potencia. El fallo solo se confirma tras 3 lecturas consecutivas (unos 300 ms). El módulo vuelve a operar solo 5 s después de que el fallo desaparece; en la sobretemperatura, vuelve cuando la placa se enfría hasta 100 °C. De fábrica, solo el error de boost apaga el módulo.

- *Carga abierta:* Detecta si el inyector está correctamente conectado.
- *Protección térmica:* Monitorea la temperatura de la placa; actúa a 110 °C y libera a 100 °C.
- *Batería baja:* Actúa cuando la tensión de la batería cae por debajo de 6,5 V.
- *Cortocircuito:* Detecta si el inyector o el mazo de cables está en cortocircuito.
- *Boost bajo:* Indica fallo del DC-DC o tensión de boost por debajo del mínimo.

Bomba de combustible: Configuración de la actuación de la válvula de control de la bomba de alta presión.

- *Corriente peak (A):* Ajusta la corriente para la fase peak inicial de la válvula de control de la bomba.
- *Corriente de Hold (A):* Ajusta la corriente para la fase de hold de la válvula de control de la bomba.
- *Tiempo peak (µs):* Ajusta el tiempo total de actuación de la válvula de control de la bomba durante la fase peak.



5.4 Ejemplo de configuración para inyectores

Esta guía proporciona una configuración inicial segura y un procedimiento de prueba paso a paso para la calibración de un **FT Injector de 520 lb/h**. El objetivo es lograr una apertura rápida y repetible, un mantenimiento estable y una mínima generación de calor sin activar las protecciones.

Control del inyector: A continuación se muestran los valores recomendados para comenzar las pruebas en un FT Injector de 520 lb/h. Estos valores priorizan la estabilidad y la seguridad. Tras validar el funcionamiento, se recomienda optimizarlo reduciendo los tiempos/corrientes para disminuir el calentamiento.

Parámetro	Valor	Función / Observación
Corriente boost	17A	Corriente máxima aplicada durante la fase de boost para la magnetización rápida del solenoide
Corriente de peak	5.5A	Corriente de peak para abertura rápida
Corriente de hold	2.5A	Corriente de hold para mantener abierto
Tiempo peak	500µs	Tiempo total fase de peak
Tiempo by-pass	20µs	Tiempo de transición de la fase peak a la fase hold
Pre-boost (tiempo)	300µs	Preactivación en 12 V antes del boost (habilitar)

Protecciones (Recomendación para la fase de prueba): Durante toda la fase de prueba, se recomienda mantener todas las protecciones activadas (alerta y apagado) para evitar daños al controlador y a los inyectores.

Procedimiento de prueba (paso a paso) para inyectores

Paso 1: Pulso corto (1,8 a 2,5ms)

Objetivo: Asegurar una apertura consistente y repetible en pulsos cortos. Si se produce un fallo, aumente primero el tiempo de peak a 550µs. Si el fallo persiste, aumente la corriente de peak a 6,0A (máximo recomendado).

Paso 2: Pulso medio (3 a 6ms)

Objetivo: Validar el mantenimiento sin sobrecalentamiento y sin caída de Vboost. Si Boost cae por debajo de 58V, aumente Pre-boost a 350µs. Si es necesario, revise el límite superior de Iboost.

Paso 3: Alta rotación / Alto ciclo de trabajo

Objetivo: Validar la estabilidad de Boost, la ausencia de fallos y la temperatura del controlador en condiciones críticas. Si se produce un sobrecalentamiento, reduzca el tiempo de Peak a 450µs. Si se produce inestabilidad o tendencia al apagado, aumente la corriente de hold a 2,8A.

Ajuste fino (Optimización)

Tras un funcionamiento estable, se recomienda optimizar el sistema para reducir el consumo y la temperatura:

- *Para reducir el calentamiento:* disminuir gradualmente el tiempo de peak; luego, disminuir la corriente de hold.

- Para mejorar los pulsos muy cortos: aumentar ligeramente la corriente de peak (hasta 6,0A) y/o aumentar el pre-boost.

Tabla de síntomas y correcciones

Síntoma	Corrección recomendada
Fallo en pulsos cortos	Ascenso (corriente peak, tiempo peak o pre-boost)
Calentamiento excesivo	Descargar (tiempopeak y luego corriente hold)
Vboost descargando	Aumentar el pre-boost; reducir la corriente o el tiempo de peak
Las protecciones se activan sin motivo aparente.	Revisar tomada de tierra / revisar limites
El inyector se cierra antes de que finalice el pulso.	Aumentar la corriente de hold

5.5 Ejemplo de configuración de una bomba de combustible

Esta guía proporciona una configuración inicial segura y un procedimiento de prueba paso a paso para calibrar la válvula de control de una bomba de combustible de alta presión.

El objetivo es lograr una respuesta de presión rápida, estabilidad del riel, mínima generación de calor y funcionamiento sin que se activen las protecciones.

Configuración inicial: Control de peak y hold

Parámetro	Valor	Función / Observación
Corriente Peak	4.5A	Corriente de peak para apertura rápida da válvula
Corriente Hold	2.5A	Corriente de hold para mantener la válvula abierta
Tiempo Peak	500µs	Tiempo total fase de peak

Procedimiento de prueba (Paso a paso)

Paso 1 – Ralentí: Asegúrese de que la presión alcance el valor objetivo de forma estable (±5 bar). Si hay un retardo, aumente el **tiempo de peak a 550µs**. Si oscila, aumente ligeramente la **corriente de hold**.

Paso 2 – Carga parcial: Valide la respuesta transitoria. Si hay una caída de presión, aumente el **tiempo de peak**.

Paso 3 – Carga alta / Velocidad alta: Valide la estabilidad bajo demanda máxima. Si hay una caída de presión, aumente gradualmente el **tiempo de peak (+100µs)**. Si se produce un sobrecalentamiento, reduzca el **tiempo de peak**.

Tabla de síntomas y correcciones

Síntoma	Corrección recomendada
Presión demora a subir	Ascenso Tiempo Peak o Corriente Peak
Oscilación en el rail	Ascenso Corriente Hold levemente
Overshoot de presión	Bajar Tiempo Peak
Sobrecalentamiento del driver	Bajar Tiempo Peak primero, luego Corriente Hold
Queda de presión en alta rotación	Ascenso Tiempo Peak

6. Protecciones y precauciones

6.1 General

- Sobretemperatura: placa a 110 °C o más - alerta por LED y red CAN; apaga el módulo si está configurada. Vuelve a operar a 100 °C.
- Batería baja: VBAT por debajo de 6,5 V - alerta; apaga el módulo si está configurada.
- Carga abierta: inyector o válvula desconectado - alerta; apaga el módulo si está configurada.

- Cortocircuito: inyector, válvula o mazo en cortocircuito - alerta; apaga el módulo si está configurada.
- Boost bajo / fallo del DC-DC: Vboost no alcanza o no mantiene el voltaje - alerta y apaga el módulo (valor de fábrica).
- Fallo de alimentación del driver: subtensión interna del PT2000 - indicación por LED (2-2).
- Fallo de inicialización del driver: el PT2000 no inicializa - indicación por LED (4-1-x) y módulo apagado.

6.2 Indicación LED de estado

El LED bicolor indica el estado de funcionamiento y los errores del módulo, lo que facilita el diagnóstico por parte del preparador.

- Rojo — Indicación de las decenas
- Verde — Indicación de las unidades
- Amarillo — Rojo y verde encendidos juntos: error de producción o servicio
- Verde extra — 3er grupo de parpadeos: error en el chip PT2K (ej.: 4-1-3)

- Cada pulso: 300ms encendido / 300ms apagado

- Pausa entre repeticiones del mismo error: 1,2s

- Si hay varios errores: Alternar entre ellos (3,6s entre errores y 7,2s al final de la ronda)

⚠ ATENCIÓN

Cuando el LED parpadee en amarillo, o quede ámbar fijo (módulo sin prueba de fábrica; los cambios hechos vía CAN no se guardan), póngase en contacto con el soporte técnico de FuelTech.

●	**Estado normal (sin error)**	
●	Verde fijo	Módulo inicializado, sin error (con o sin pulsos de inyección)
●	Ámbar fijo	Módulo sin prueba de fábrica: los cambios por CAN no se guardan. Contacte al soporte técnico.
●	Apagado	Módulo no inicializado o apagado

● Error de producción / servicio (rojo + ámbar)		
Código	Parpadeos	Significado
3-1	●●● + ●	Certificado no válido
3-2	●●● + ●●	Esperando aprovisionamiento
3-3	●●● + ●●●	Esperando sello
4-2	●●●● + ●●	Fallo general (ADC y otros)

Error de inicialización del PT2000 (rojo + ámbar + verde)			
Código	Parpadeos	Driver	Canales afectados
4-1-1	●●●● + ● + ●	Driver 1	Inyectores 1, 2 y 3
4-1-3	●●●● + ● +●●●	Driver 2	Inyector 4, bomba y DC-DC

Error de uso común (rojo + verde)			
Código	Parpadeos	Significado	Verificar
1-1	● + ●	Batería baja	Voltaje de la batería y conexiones
1-2	● + ●●	Sobretemperatura	Temperatura del módulo y ventilación
1-3	● + ●●●	Carga abierta	Mazo de cables y bobinas de inyectores o válvula
2-1	●● + ●	Cortocircuito	Mazo de cables o bobinas en cortocircuito
2-2	●● + ●●	Fallo de alimentación del driver	Alimentación del módulo
2-3	●● + ●●●	Fallo del DC-DC o Vboost bajo	Salida de boost, alimentación de potencia o módulo defectuoso

6.3 Tabla actual para inyectores

Marca / Modelo	Corriente de Pico	Corriente de Hold
Bosch 160lb/h	2A	0,5A
Bosch 160lb/h (2 inyectores por canal)	4A	1A
Bosch 160lb/h (4 inyectores por canal)	8A	2A
Siemens 220-225lb/h	4A	1A
Siemens 220-225lb/h (2 inyectores por canal)	8A	2A
Precision 550lb/h	8A	2A
Moran y Billet Atomizer	8A	2A
FT Injector 230, 320, 520, 720, 820 y 1020lb/h	8A	2A

6.4 Precauciones al reemplazar un controlador de inyectores Peak and Hold PRO por el nuevo PRO HV-4

El PRO HV-4 no es plug-and-play: requiere un mazo de cables dedicado. Al reemplazar un Peak and Hold PRO por un PRO HV-4, se esperan ligeras diferencias en los mapas de combustible debido a las diferencias en las estrategias de control entre ambos productos. Por lo tanto, se debe prestar atención a los siguientes puntos:

- Será necesario verificar la sincronización de la inyección en ralentí.
- Ajuste la sincronización de la inyección en todo el mapa principal de combustible si es necesario.

7. Protocolo CAN

Conjunto compacto de 5 comandos CAN (frames de hasta 8 bytes) para configuración básica y diagnóstico del PRO HV-4 por ECUs, VCUs o microcontroladores de terceros. La configuración individual por canal, la calibración, la actualización de firmware y los demás comandos están disponibles en el ecosistema FuelTech (FTManager y VisionFT).

Cada ID de 29 bits se forma como (ProductID del emisor << 14) | (DataFieldID << 11) | MessageID. Las tablas usan el ProductID de integrador 0x5000 y el PRO HV-4 en la dirección predeterminada 0x2A60 (un segundo PRO HV-4 en la misma red usa 0x2A61). Para reconocer las respuestas, compare los 11 bits bajos del ID (ID & 0x7FF).

	Parámetro	Valor
Parámetros del bus	Tipo CAN	CAN 2.0B clásico, ID extendido de 29 bits (sin CAN FD ni tramas RTR)
	Baudrate	1 Mbps
	Orden de bytes	Big-endian en los campos de 16 bits
	DLC	Set: 8 · Get Global y Get Currents: 0 · Get State: 1 · Respuestas Get: 8 · ACK: 1 · NACK: 2
	Terminación	120 Ω en cada extremo de la red (no en cada nodo)

Mapa de Comandos

TX - Enviar al PRO HV-4		
CAN ID	Nombre	Función
0x140003FD	Set Global	Define VBoost, política de apagado y cantidad de canales
0x140003FE	Set Currents	Define corrientes y tiempos de peak de los inyectores y la bomba
0x1400037A	Get Global	Lee la configuración global
0x1400037B	Get Currents	Lee las corrientes configuradas
0x1400037C	Get State	Lee el estado de un canal o del driver

RX - Recibir del PRO HV-4 (dirección 0x2A60)		
CAN ID	Nombre	Cuándo aparece
0x0A9807FD	Ack Set Global	ACK o NACK de 0x140003FD
0x0A9807FE	Ack Set Currents	ACK o NACK de 0x140003FE
0x0A98077A	Response Global	Respuesta a 0x1400037A
0x0A98077B	Response Currents	Respuesta a 0x1400037B
0x0A98077C	Response State	Respuesta a 0x1400037C (o NACK si el canal no existe)

Comando Set Global

0x140003FD - TX - Configuración general del modulo

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
Vboost	Reserv.	Protect	NumInj	NumFP	-	-	-

Byte	Campo	Rango	Unidad	Descripción
D0	VBoost	12 — 65	V	Voltaje de boost objetivo del inyector
D1	Reservado	2	—	Enviar siempre 2
D2	ProtectBitmap	0x00 — 0x3F	bitmap	Fallos que apagan el módulo (ver abajo)
D3	NumInjectors	1 — 4	cant.	Habilita los inyectores 1..N y deshabilita los demás (5 a 8: NACK 15 04)
D4	NumFuelPumps	0 — 1	cant.	Habilita (1) o deshabilita (0) la bomba (2: NACK 15 04)
D5-D7	Reservado	—	—	Rellenar con 0

ProtectBitmap (D2) — sume los bits de los fallos que deben apagar el módulo (la detección sigue activa con el bit en 0)
Bit 0 - 0x01 - Carga abierta
Bit 1 - 0x02 - Cortocircuito
Bit 2 - 0x04 - Error de boost
Bit 3 - 0x08 - Batería baja
Bit 4 - 0x10 - Sobretemperatura
Bit 5 - 0x20 - Escalón de Vbat (ignorado en el PRO HV-4)

Valor de fábrica: 0x04
Todos los fallos: **0x1F**
Ninguno: **0x00**

Reglas (NACK 15 05 si no se cumplen): cada campo dentro del rango; Iboost mayor que Ipeak, e Ipeak mayor o igual que Ihold; Ipeak de la bomba mayor que Ihold de la bomba. Escritura no atómica: los valores de los inyectores se aplican antes de validar los campos de la bomba (D4 a D6). Vuelva a leer con Get Currents tras cualquier error.

Comando Set Currents

0x140003FE - TX - Corrientes y tiempo de peak

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
Iboost Inj	Ipeak Inj	Ihold inj	Tpeak inj	Ipeak fp	Ihold fp	Tpeak fp	-

Byte	Campo	Rango	Unidad	Descripción
D0	Iboost_inj	10 — 250	0.1 A (dA)	Corriente de boost del inyector (1,0 a 25,0 A)
D1	Ipeak_inj	5 — 250	0.1 A	Corriente de peak del inyector (0,5 a 25,0 A)
D2	Ihold_inj	2 — 250	0.1 A	Corriente de hold del inyector (0,2 a 25,0 A)
D3	Tpeak_inj	1 — 65	0.1 ms (dms)	Duración del peak del inyector (0,1 a 6,5 ms)
D4	Ipeak_fp	5 — 80	0.1 A	Corriente de peak de la bomba (0,5 a 8,0 A)
D5	Ihold_fp	2 — 40	0.1 A	Corriente de hold de la bomba (0,2 a 4,0 A)
D6	Tpeak_fp	1 — 65	0.1 ms (dms)	Duración del peak de la bomba (0,1 a 6,5 ms)
D7	Reservado	—	—	Rellenar con 0

Comando Get Global

0x1400037A >>> 0x0A98077A - Leer configuración global (enviar con DLC 0)

Byte	Campo	Descripción
D0	VBoost	Voltaje configurado (V)
D1	Reservado	Ignorar
D2	ProtectBitmap	Política de apagado (bits 0 a 5)
D3	NumInjectors	Inyectores habilitados (1 a 4)
D4	NumFuelPumps	Bomba habilitada (0 o 1)
D5-D7	Reservado	0

Comando Get Currents

0x1400037B >>> 0x0A98077B - Leer corrientes configuradas

Envíe con DLC 0. La respuesta tiene el mismo layout que Set Currents y muestra los valores del inyector 1 y de la bomba como referencia.

Comando Get State (diagnóstico)

0x1400037C >>> 0x0A98077C - Estado runtime de 1 canal

Envíe con DLC 1: el byte D0 selecciona el canal. Lee el estado actual de un canal o del driver.

Request - D0 selecciona el canal	
Valor de D0	DESTINO
1 — 4	Inyector 1 a 4
9	Bomba
11	Diagnóstico general del driver
otro	NACK 15 04 (canal inexistente)

Response - Canales 1 a 4 y 9 (inyector o bomba)			
Bytes	Campo	Tipo	Descripción
D0	Canal	uint8	Eco del canal solicitado
D1-D2	ErrorFlags	uint16 BE	Bits de error del canal (ver tabla)
D3-D4	TimeToBoost	uint16 BE	Último tiempo medido hasta alcanzar Iboost (µs)
D5-D7	Reservado	—	0

Bit 0 - 0x0001 - Carga abierta
Bit 1 - 0x0002 - Cortocircuito
Bit 6 - 0x0040 - Canal habilitado
Demás bits reservados

Response — Canal 11 (diagnostico general del driver)

Bytes	Campo	Tipo	Descripción
D0	Canal	uint8	Siempre 11
D1	AppState	uint8	0 = no inicializado · 1 = OK · 2 = error fatal
D2-D3	StateFlags	uint16 BE	Estado de canales y driver (ver bits abajo)
D4-D5	FaultFlags	uint16 BE	Fallos activos, mismo mapa que ProtectBit-map
D6	ShutdownActive	uint8	0 = funcionamiento normal · 1 = módulo apa-gado por protección
D7	ShutdownReason	uint8	Código del motivo (ver tabla)

Bit 0 a 3 - Inyectores 1 a 4
Bit 8 - Bomba
Bit 10 - Driver 1
Bit 12 - Driver 2
Bit 14 - Sobretemperatura
Bit 15 - Módulo en reposo (no es error)

Códigos de motivo de Shutdown

Código	Motivo
0x00	Ninguno (funcionamiento normal)
0x01	Sobrecorriente o cortocircuito
0x02	Vboost fuera de rango
0x03	Vbat fuera de rango
0x04	Sobretemperatura
0x05	Carga abierta

Ejemplo práctico — setup completo en 2 frames

Configuración: VBoost 65 V, 4 inyectores, 1 bomba, apagado en los fallos de los bits 0 a 4 (0x1F), corrientes de la sección 5.4.

Frame1 - Set Global

```
ID:    0x140003FD    DLC: 8
Data:  41  02  1F  04  01  00  00  00
       |   |   |   |   |
       |   |   |   |   +----  1 bomba habilitada
       |   |   |   +--------  4 inyectores habilitados
       |   |   +------------  apagado en los fallos de los bits 0 a 4 (0x1F)
       |   +----------------  reservado, siempre 2
       +--------------------  VBoost = 65 V (0x41)

bytes 5 a 7: reservados, completar con 0

Respuesta: 0x0A9807FD  DLC: 1  06  (ACK)
```

Frame2 - Set Currents

```
ID:    0x140003FE    DLC: 8
Data:  AA  37  19  05  2D  19  05  00
       |   |   |   |   |   |   |
       |   |   |   |   |   |   +----  Tpeak bomba    = 0,5 ms (0x05)
       |   |   |   |   |   +--------  Ihold bomba    = 2,5 A  (0x19)
       |   |   |   |   +------------  Ipeak bomba    = 4,5 A  (0x2D)
       |   |   |   +----------------  Tpeak inyector = 0,5 ms (0x05)
       |   |   +--------------------  Ihold inyector = 2,5 A  (0x19)
       |   +------------------------  Ipeak inyector = 5,5 A  (0x37)
       +----------------------------  Iboost         = 17,0 A (0xAA)

byte 7: reservado, completar con 0

Respuesta: 0x0A9807FE  DLC: 1  06  (ACK)
```

Diagnosticar el Inyector 3

El inyector 3 tiene carga abierta (cable suelto o inyector desconectado), pero el canal sigue habilitado; el último tiempo medido hasta el boost fue de 200 µs.

```
Solicitud
ID:    0x1400037C    DLC: 1
Data:  03
       |
       +----  canal solicitado = inyector 3

Respuesta
ID:    0x0A98077C    DLC: 8
Data:  03  00  41  00  C8  00  00  00
       |   |___|   |___|
       |     |       |
       |     |       +------  TimeToBoost = 0x00C8 = 200 µs
       |     +--------------  ErrorFlags = 0x0041 (carga abierta + canal habilitado)
       +--------------------  canal 3

bytes 5 a 7: reservados, ignorar
```

Notas Importantes

1. Persistencia: VBoost, política de apagado, habilitación de canales, corrientes y tiempos se graban en memoria no volátil. El ACK confirma el procesamiento, no el fin de la grabación: no corte la alimentación justo después del ACK.

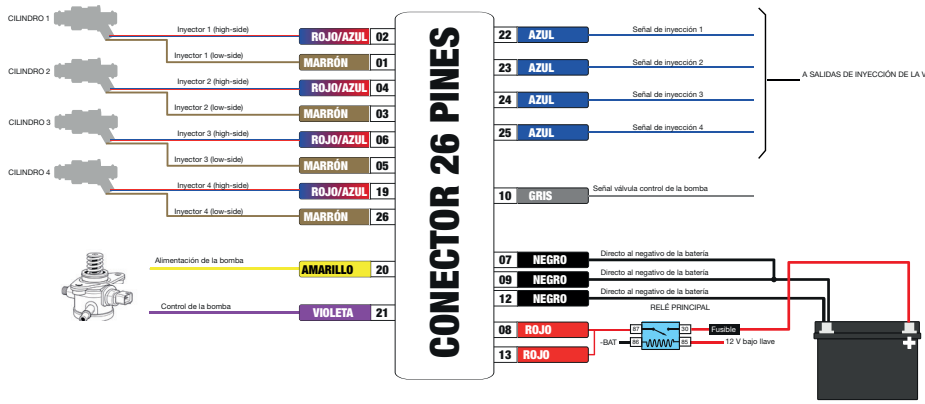
2. Frames repetidos: un Set con payload idéntico al último aplicado se ignora y responde ACK sin volver a aplicarse. Compruebe con los comandos Get.

3. Seguridad: configure con el motor parado. VBoost está limitado a 65 V en este manual, aunque el firmware acepte valores superiores. Compruebe corrientes y tiempos con la ficha técnica del inyector y de la bomba.

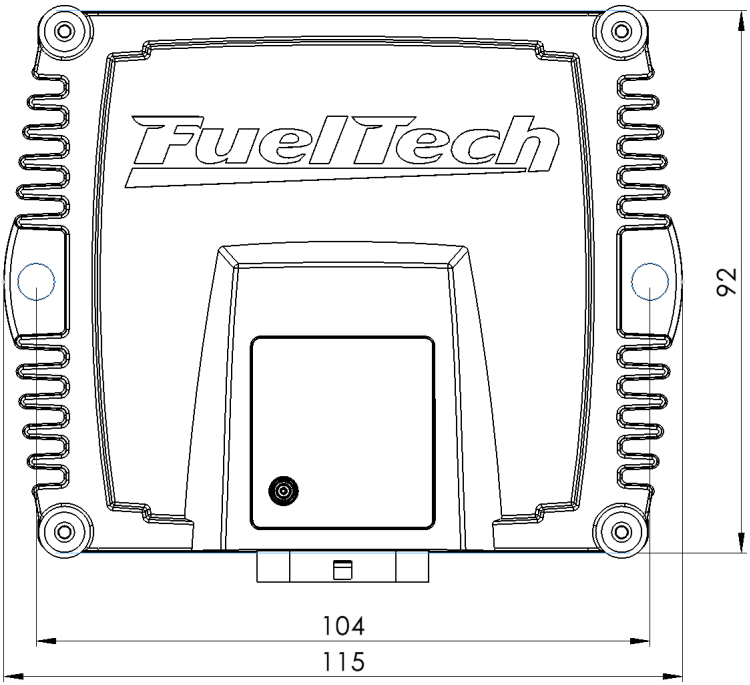
4. Varios módulos en la red: los comandos no tienen dirección en el payload; todos los PRO HV de la red ejecutan y responden. Para configurar un módulo aislado, conecte solo ese módulo a la red o use FTManager / VisionFT.

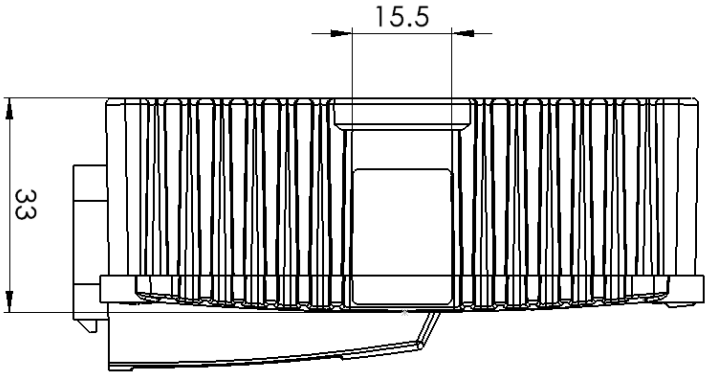
5. No todo rechazo genera NACK: un comando desconocido o la falta de buffer interno puede resultar en silencio. Use timeout en el integrador (p. ej., 500 ms) y compruebe el estado con los comandos Get antes de repetir una escritura.

8. Diagrama eléctrico



9. Dimensiones





USA
FuelTech USA. 455 Wilbanks Dr.
Ball Ground, GA,30107, USA
Phone: +1 678-493-3835
info@fueltech.net
www.FuelTech.net

BRASIL
FuelTech Ltda. Av. das Indústrias,
864, Bairro Anchieta | CEP 90200-290,
Porto Alegre, RS, Brasil
CNPJ 05.704.744/0001-00
Fone: +55 (51) 3019-0500
info@fueltech.com.br
www.FuelTech.com.br

EUROPE
FuelTech Europe B.V.
Amsterdam, Netherlands
sales@fueltecheurope.com
+31203698181

FOLLOW US