

DIGITAL ECU TUNER³ FUEL IMPLANT

Instrukcja Użytkownika



ECU
MASTER

www.ecumaster.com

UWAGA !

- Urządzenie Digital ECU Tuner 3 przeznaczone jest tylko i wyłącznie do sportu motorowego i nie może być używane na drogach publicznych!
- Instalacja urządzenia może być przeprowadzona tylko i wyłącznie przez przeszkolonych specjalistów. Instalacja przez osoby nieprzeszkolone może doprowadzić do uszkodzenia zarówno urządzenia jak i silnika!
- Niepoprawne strojenie silnika za pomocą urządzenia Digital ECU Tuner 3 (DET3) może doprowadzić poważnej awarii jednostki napędowej!
- Nigdy nie modyfikuj ustawień urządzenia podczas poruszania się pojazdu, gdyż może to doprowadzić do wypadku!
- Należy mieć w pogotowiu gaśnice!
- Firma Ecumaster nie bierze odpowiedzialności za straty spowodowane niepoprawnym montażem lub/i strojeniem urządzenia!

Ważne !

- Poniższa wersja instrukcji urządzenia Digital ECU Tuner 3 (DET3) odnosi się do wersji urządzenia 1.0 (HW Version 1.0).
- Modyfikacja map powinna być przeprowadzona tylko i wyłącznie przez osoby rozumiejące zasady działania urządzenia oraz zasady działania współczesnych układów wtryskowych i zapłonowych.
- W trakcie tworzenia map zawsze używaj szerokopasmowego miernika AFR.
- Nigdy nie zwieraj przewodów wiązki elektrycznej silnika jak również wyjść urządzenia DET3.
- Wszystkie modyfikacje wiązki elektrycznej silnika oraz urządzenia DET3, przeprowadzaj przy odłączonym biegunie ujemnym akumulatora.
- Zadbaj o wysoką jakość połączeń przewodów wiązki oraz o odpowiednie ich zaizolowanie.
- Wszystkie sygnały z czujników indukcyjnych powinny być podłączone przewodami ekranowanymi.
- W trakcie spawania elementów karoserii pojazdu urządzenie powinno być bezwzględnie odłączone!

Spis treści

Instalacja oprogramowania.....	5
Podłączenie urządzenia.....	6
Konfiguracja.....	7
Konfiguracja czujników.....	9
Wtryskiwacze.....	12
Cranking.....	15
Afterstart enrichment.....	16
Warmup enrichment.....	17
Acceleration enrichment.....	18
Wąskopasmowa sonda lambda (NGO).....	20
Tables switch input.....	21
Boost control	22
Launch control	25
Wyjście parametryczne (Parametric Output).....	27
Seryjny MAP/MAF sensor.....	29
Log.....	30
Sterowanie zapłonem.....	32
Sekwencja trybów pracy DET3 Fuel Implant.....	33
Algorytm Speed Density.....	34
Algorytm Alpha-N.....	35

ECUMASTER DET3 „FUEL IMPLANT” TECHNOLOGY

Dzięki wykorzystaniu technologii „*Fuel Implant*” możliwe jest bezpośrednie sterowanie wtryskiwaczami z wykorzystaniem algorytmu *Speed Density*. Umożliwia to precyzyjne sterowanie dawką paliwa niezależnie od komputera głównego ECU, co przybliża działanie urządzenia do komputera typu Stand Alone. Dzięki systemowi „implantacji” znacząco ułatwiona jest instalacja i strojenie urządzenia w porównaniu do typowego komputera SA.

Zalety zastosowania technologii „SA Fuel Implant”

- możliwość sterowania dużo większymi wtryskiwaczami niż seryjne,
- ominięcie systemu autoadaptacji ECU,
- dowolne ustawienie limitera obrotów
- pełna kontrola na dawką paliwa nie zakłócana przez ECU
- wykorzystanie seryjnych czujników temperatury, położenia wału / wałka

Możliwości technologii SA Fuel Implant:

- sterowanie dawką paliwa oparta na algorytmie *Speed Density*.
- mapa 16x16 określająca sprawność wolumetryczną silnika w funkcji obciążenia i obrotów,
- sterowanie wtryskiwaczami w systemie *Batch Fire* lub *Bank Fire* (2 banki wtryskiwaczy)
- wzbogacenie mieszanki:
 - *After Start Enrichement*,
 - *Warmup Enrichement*,
 - *Acceleration Enrichement*
 - *Barometric Correction*
- pełna kalibracja czujników temperatury,
- pełna kalibracja czujnika ciśnienia bezwzględnego (MAP sensor),
- pełna kalibracja TPS,
- model wtryskiwacza uwzględniający czas pełnego otwarcia iglicy oraz napięcie w instalacji elektrycznej,
- „prime pulse” ułatwiający rozruch zimnego silnika,
- korekta dawki paliwa z wykorzystaniem wąskopasmowej sondy lambda (EGO)
- modyfikacja kąta zapłonu (względem kąta zadanego przez sterownik ECU).

Instalacja oprogramowania

W celu wykorzystania technologii Fuel Implant należy zainstalować odpowiednie oprogramowanie pod Windows oraz odpowiedni firmware urządzenia.

Oprogramowanie znajduje się na płycie CD dołączonej do urządzenia lub na stronie producenta www.ecumaster.com. Po zainstalowaniu oprogramowania, należy połączyć się z urządzeniem i zaktualizować jego wewnętrzne oprogramowanie (File/Upgrade Firmware).

Aby wrócić do oryginalnego oprogramowania DET3 należy uruchomić standardowego klienta a następnie załadować odpowiedni firmware (File/Upgrade firmware)

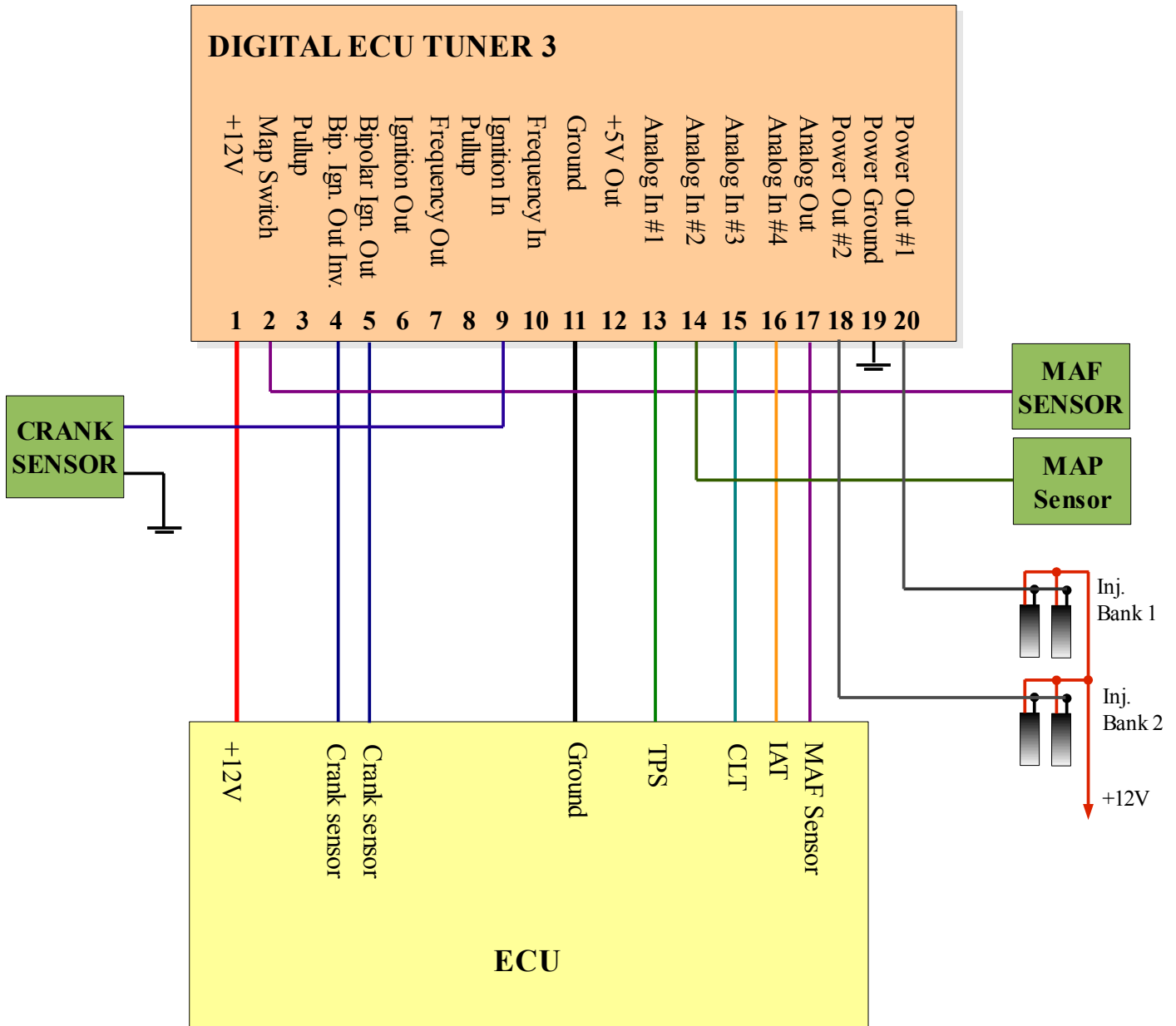
Uwaga !



Przed przystąpieniem do aktualizacji oprogramowania należy odłączyć zasilanie wtryskiwaczy!

Podłączenie urządzenia

Na poniższym rysunku znajduje się typowy przykład podłączenia urządzenia DET3 w konfiguracji „Fuel Implant” z wykorzystaniem seryjnych czujników oraz zewnętrznego czujnika MAP.



Jak widać na powyższym schemacie czujnik temperatury cieczy chłodzącej, czujnik zasysanego powietrza oraz TPS jest wspólny zarówno dla urządzenia DET3 jak i seryjnego komputera samochodu.

Urządzenie DET3 modyfikuje również kąt wyprzedzenia zapłonu (poprzez modyfikację sygnału z czujnika położenia wału) oraz sygnał z seryjnego przepływomierza. Dodatkowo wtryskiwacze podłączone są parami do wyjść mocy urządzenia.

Konfiguracja

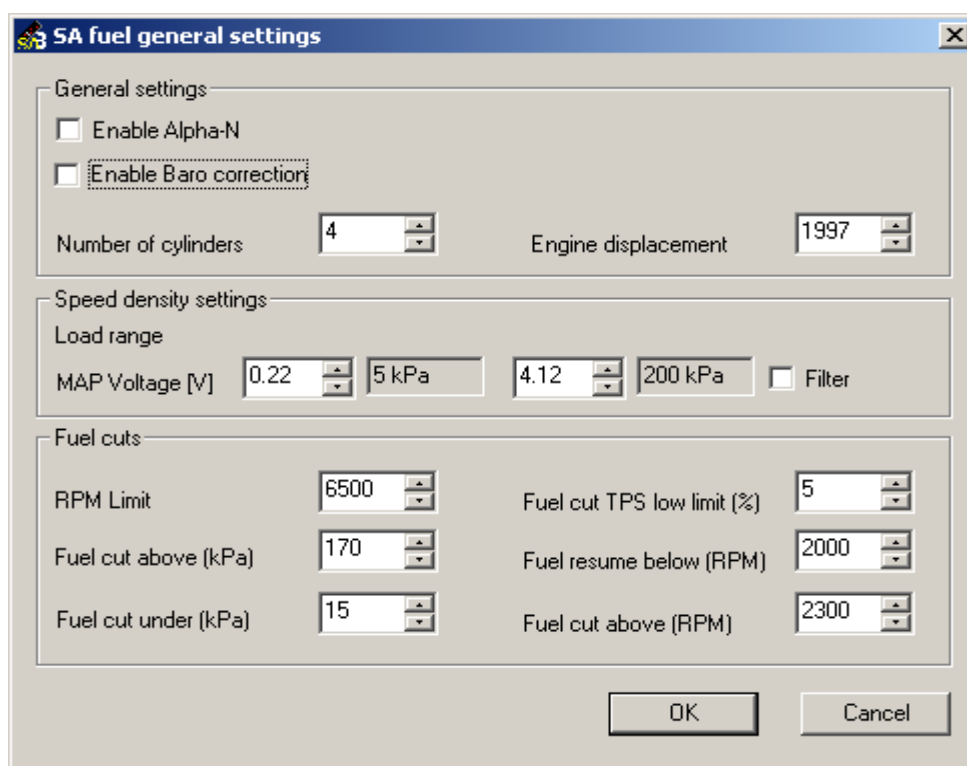
Uwaga !



Przed przystąpieniem do konfiguracji należy odłączyć zasilanie wtryskiwaczy!

Podstawowe parametry konfiguracji urządzenia znajdziemy w menu SA Fuel Implant.

General setup



W menu **General setup** możemy zdefiniować podstawowe parametry.

Enable Alpha-N

Aktywuje algorytm *Alpha-N*. W przypadku tego algorytmu, obciążenie definiowane jest tylko i wyłącznie na podstawie kąta uchylenia przepustnicy. Tryb ten jest przydatny dla auta ze sportowymi wałkami rozrządu, gdzie na wolnych obrotach ciężko jest utrzymać stabilne podciśnienie.

W przypadku odznaczenia tej opcji urządzenie wykorzystuje algorytm *Speed Density*.

Enable Baro correction

Włączenie tej opcji powoduje iż algorytm obliczający dawkę paliwa bierze pod uwagę korekcję o aktualne

ciśnienie atmosferyczne. Ciśnienie to odczytywane jest bezpośrednio po uruchomieniu urządzenia.

Number of cylinders

Liczba ta określa ilość cylindrów modyfikowanego silnika. Wartość ta jest wykorzystywana do obliczania bazowego czasu wtrysku.

Engine displacement

Pojemność silnika w centymetrach sześciennych. Wartość ta jest wykorzystywana do obliczania bazowego czasu wtrysku.

Load range

Wartości określające zakres obciążenia dla map paliwa i zapłonu. Powinien być dobrany optymalnie do rzeczywistych ciśnień panujących w kolektorze ssącym, aby wykorzystać jak największy obszar map.

RPM Limit

Obroty powyżej których następuje obcięcie dawki paliwa..

Fuel Cut above

Ciśnienie w kolektorze ssącym powyżej którego następuje obcięcie dawki paliwa. Wykorzystuje się tą wartość do ochrony silnika przed nadmiernym ciśnieniem doładowania.

Fuel Cut under

Wartość ciśnienia w kolektorze ssącym poniżej którego może nastąpić obcięcie dawki paliwa (sytuacja hamowania silnikiem). Dodatkowo obroty silnika muszą być powyżej wartości *Fuel Cut Above* oraz wartość TPS poniżej *Fuel cut TPS low limit*.

Fuel cut TPS low limit

Kąt otwarcia przepustnicy (w %) poniżej którego możliwe jest obcięcie dawki paliwa. Dodatkowo obroty silnika muszą być powyżej wartości *Fuel Cut Above* oraz wartość ciśnienia w kolektorze ssącym musi być poniżej *Fuel Cut under*.

Fuel Resume below (RPM)

Obroty poniżej których aktywowane jest wtryskiwanie paliwa niezależnie od wartości *Fuel Cut Under* oraz *Fuel cut TPS low limit*.

Fuel cut above (RPM)

Obroty powyżej których aktywowane jest obcięcie dawki paliwa w zależności od wartości *Fuel Cut Under* oraz *Fuel cut TPS low limit*.

Konfiguracja czujników

Dla poprawnej pracy urządzenia oraz poprawnego obliczania dawki paliwa należy podłączyć i skalibrować następujące czujniki:

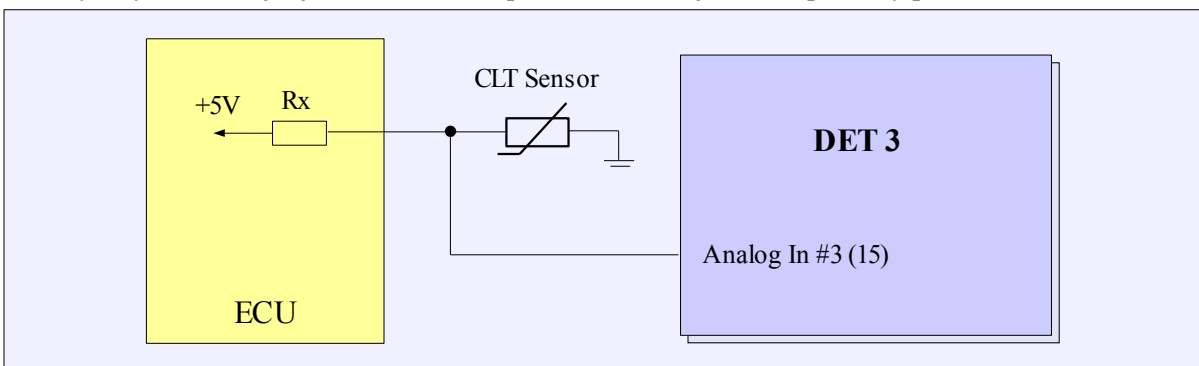
- 1) Czujnik temperatury cieczy chłodzącej (CLT),
- 2) Czujnik temperatury zasysanego powietrza (IAT),
- 3) Czujnik kąta położenia przepustnicy (TPS),
- 4) Czujnik ciśnienia w kolektorze ssącym (MAP)

W większości przypadków można wykorzystać seryjne czujniki aktualnie występujące w osprzęcie modyfikowanego silnika (współdzielenie czujników przez urządzenie DET3 i oryginalny komputer sterujący pracą silnika).

Czujnik temperatury cieczy chłodzącej

Czujnik temperatury cieczy chłodzącej jest termistorem (elementem którego rezystancja zależy od temperatury). Najczęściej wykorzystywanymi termistorami stosowanymi w silnikach spalinowych są termistory typu NTC (o ujemnym współczynniku temperaturowym, tj. wzrost temperatury powoduje zmniejszenie rezystancji). W komputerze sterującym (ECU) zamontowany jest rezystor (Rx) będący wraz z czujnikiem temperatury tzw. dzielnikiem napięciowym. W celu skonfigurowania czujnika temperatury należy podać wartość rezystora Rx oraz charakterystykę rezystancji czujnika temperatury.

Na poniższym rysunku znajduje się schemat współdzielenia czujnika temperatury przez ECU oraz DET3



Aby obliczyć rezystancje rezystora Rx znajdującego się w komputerze należy:

- 1) Odpiąć wtyczkę od czujnika temperatury.
- 2) Przy włączonym zapłonie należy dokonać pomiaru napięcia oraz zapisać go jako U_{we} ,
- 3) Następnie należy w miejsce czujnika podpiąć rezystor o znanej rezystancji (np. 10K) R_k (w omach),
- 4) Następnie należy zmierzyć ponownie napięcie i zapisać go jako U_{wy}

Rezystancje R_x otrzymamy po podstawieniu zmierzonych wartości do wzoru:

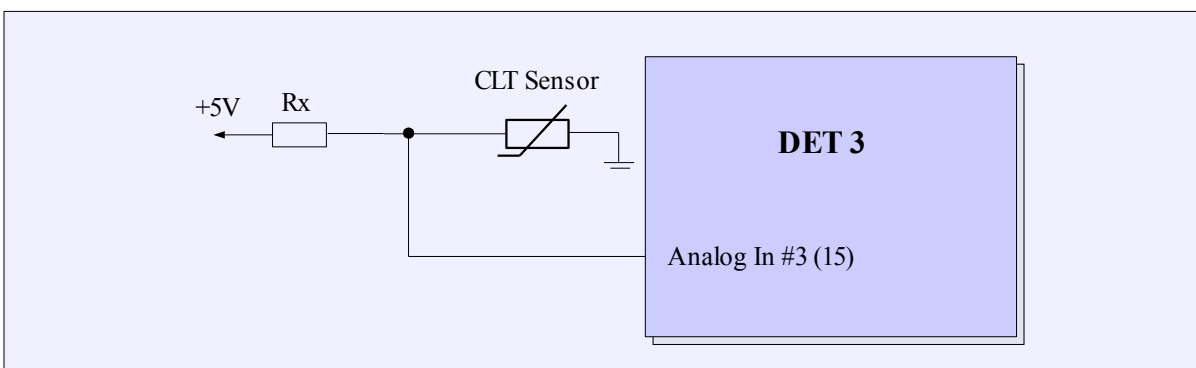
$$R_x = R_k * (U_{we} - U_{wy}) / U_{wy}$$

Przykładowe obliczenia:

$$U_{we} = 4.94V, U_{wy} = 4.05V, R_k = 10000 (10K)$$

$$R_x = 10000 * (4.94 - 4.05)/4.05 = 2197 \text{ ohm}$$

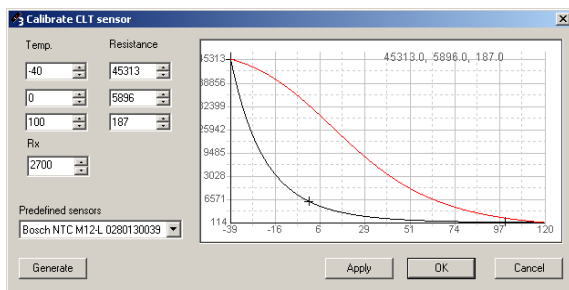
W przypadku gdy stosujemy osobny czujnik temperatury należy podłączyć go do urządzenia DET3 wg. poniższego schematu. Rezystor Rx powinien być w zakresie 1-4k7 w zależności od charakterystyki czujnika.



Uwaga !



Urządzenie DET3 współpracuje tylko z czujnikami temperatury typu NTC !



W celu konfiguracji czujnika cieczy chłodzącej należy wybrać z menu *Sensors* opcję *CLT sensor*.

W pole Rx należy wpisać wcześniej obliczoną wartość rezystora Rx. Charakterystykę czujnika można wybrać z listy predefiniowanych sensorów (*Predefined sensors*) lub wpisać 3 wartości temperatury przy zadanej rezystancji czujnika.

Wartości te można znaleźć w książce serwisowej pojazdu lub można zmierzyć je samemu (np, dla 0 stopni, 25 stopni i 100 stopni). Następnie należy wybrać opcję *Generate*, która spowoduje wygenerowanie krzywej charakterystyki czujnika. Linia czarna na wykresie przedstawia charakterystykę rezystancji czujnika, linia czerwona przedstawia charakterystykę napięcia dzielnika napięcia. W przypadku podania niepoprawnych danych na wykresie nie będzie żadnych krzywych. W takim przypadku należy poprawić dane charakterystyki czujnika.

Uwaga !



Poprawne skalibrowanie czujników jest kluczowym elementem poprawnego działania urządzenia!

Uwaga !



Kalibracja czujników nie zapisuje ustawień w pamięci urządzenia, służy tylko do wygenerowania krzywej kalibracyjnej!

Czujnik temperatury zasysanego powietrza

Zasady podłączenia i kalibracji czujnika temperatury zasysanego powietrza są identyczne jak w przypadku czujnika temperatury cieczy chłodzącej.

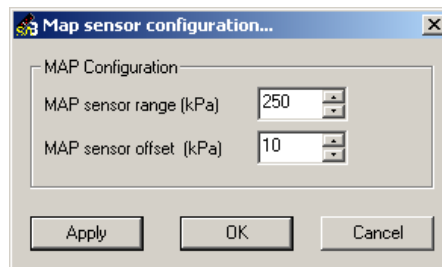
Uwaga !



Czujnik temperatury zasysanego powietrza (IAT) jest kluczowym czujnikiem służącym obliczaniu dawki paliwa, dlatego też w żadnym wypadku nie może być pominięty.

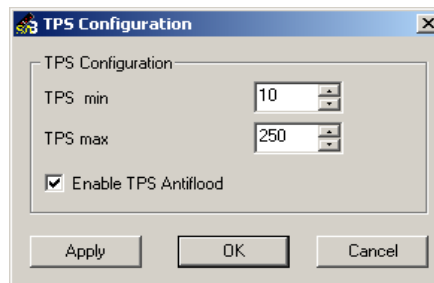
MAP sensor

W celu konfiguracji czujnika ciśnienia bezwzględnego należy podać jego zakres pomiarowy (maksymalne ciśnienie przy 5V), oraz offset (czyli minimalne ciśnienie wskazywane przez MAP sensor).



TPS

Poprawna kalibracja przepustnicy jest bardzo istotna z punktu widzenia poprawnej pracy urządzenia. Należy zadbać o to aby wartości wskazywane przez czujnik położenia przepustnicy były 0% dla przepustnicy całkowicie zamkniętej i 100% dla przepustnicy całkowicie otwartej. Kalibracja następuje poprzez wpisanie odpowiedniej wartości dla minimalnego i maksymalnego kąta uchylenia przepustnicy. Wartość 0 – odpowiada 0V, 128 – 2.5V oraz 255 – 5V.



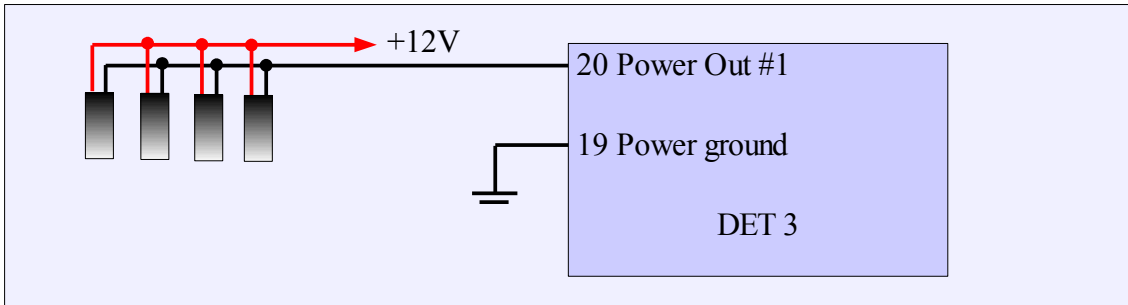
Enable TPS Antiflood

Opcja ta aktywuje podczas rozruchu funkcję „oczyszczania” komory spalania z paliwa . Jeżeli w trakcie kręcenia rozrusznikiem przepustnica otwarta jest powyżej 90% to czas wtrysku ustawiany jest na 0ms.

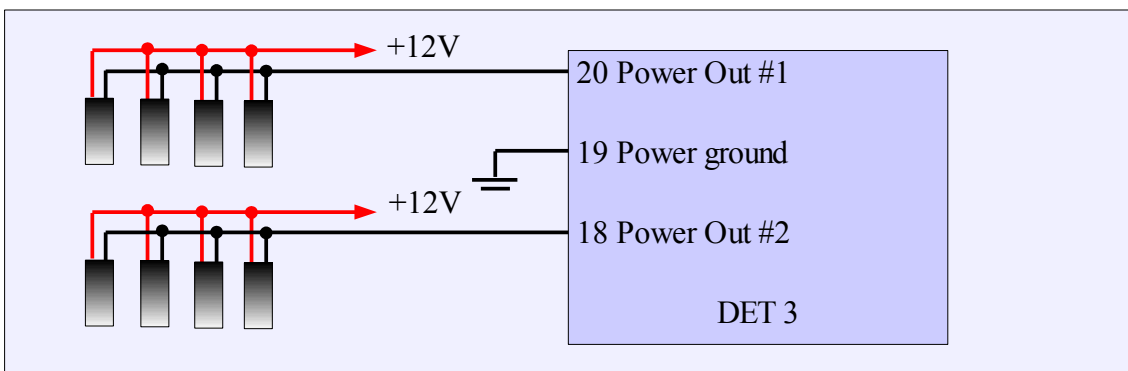
Wtryskiwacze

Urządzenie DET3 posiada 2 wyjścia mocy o obciążalności 5A każde. Dzięki temu do każdego z tych wyjść mogą być podłączone 4 wtryskiwacze wysokoopornościowe lub po dwa wtryskiwacze niskoopornościowe z rezystorem ograniczającym prąd (60Ω, 25W+). Istnieją trzy możliwości podłączenia wtryskiwaczy:

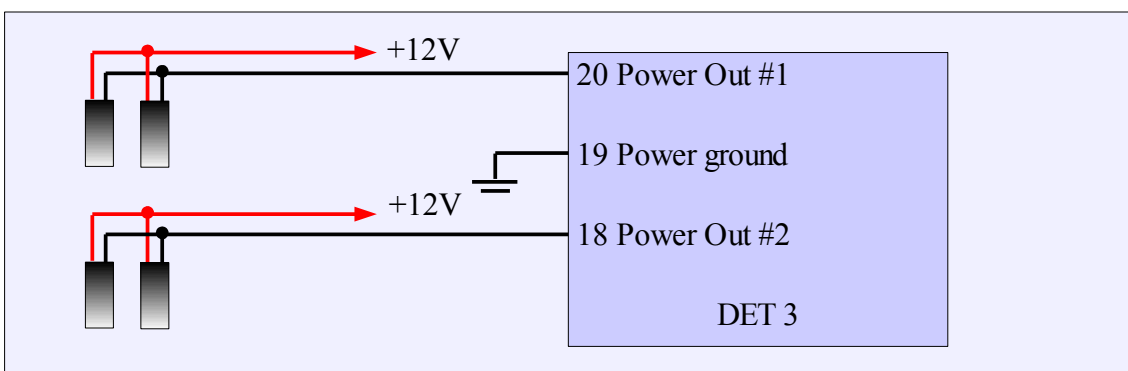
- 1) Wszystkie wtryskiwacze podłączone do jednego wyjścia mocy, praca w trybie „Batch Fire”



- 2) Wtryskiwacze podłączone do obu wyjść mocy praca „Batch Fire”. Tryb ten jest wykorzystywany w przypadku silników z ilością cylindrów większą niż 4.



- 3) Wtryskiwacze podłączone do obu wyjść mocy praca „Bank Fire”



W przypadku trybu “Bank fire” dla silnika 4 cylindrowego należy połączyć parami wtryskiwacze z cylindrów pracujących w przeciwnej fazie cyklu. I tak dla silnika z kolejnością zapłonu 1-3-4-2 należy połączyć w pary wtryskiwacz z cylindrów 1 i 4 oraz 3 i 2.

Uwaga !



Przekroczenie limitu obciążenia wyjść (5A) doprowadzi do uszkodzenia wyjść mocy, co może spowodować ciągłe otwarcie podłączonych wtryskiwaczy !

Uwaga !



Linia zasilająca wtryskiwacze (+12V) powinna być zabezpieczona odpowiednim bezpiecznikiem oraz zasilanie na niej nie powinno występować przy wyłączonym zaponie !

Uwaga !



Masa wykorzystywana do sterowania wtryskiwaczami (Power ground) powinna być inną masą, niż ta wykorzystywana do zasilania urządzenia (Ground pin 10).

Opis parametrów konfiguracji wtryskiwaczy

Opcje konfiguracji wtryskiwaczy dostępne są z poziomu menu *SA Fuel Implant/Injectors..*

Injector Size

Wydatek wtryskiwaczy w cm³/min.

Injector opening time

Czas potrzebny na otwarcie wtryskiwacza w milisekundach, dla ciśnienia roboczego i napięcia zasilania 13.5V. Zazwyczaj jest to wartość w granicach 0.6-1.0ms.

Battery correction

Liniowa korekcja czasu otwarcia wtryskiwaczy w zależności od napięcia w instalacji elektrycznej samochodu względem napięcia 13.5V. Wraz ze spadkiem napięcia wydłużany jest czas otwarcia wtryskiwaczy.

Injection divider

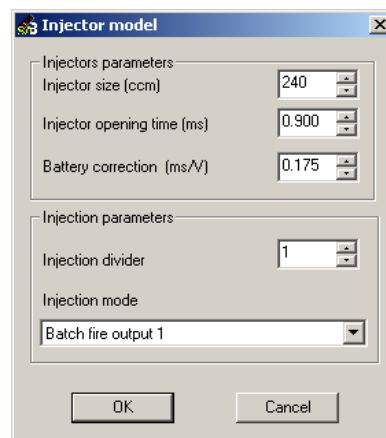
Wartość ta oznacza jak często będzie wykonywany wtrysk paliwa w stosunku do obrotu wału korbowego.

Cały cykl pracy silnika (720 stopni obrotu wału korbowego) podzielony jest na 4 części (co 180 stopni).

Divider równy 1 w trybie *Batch Fire* oznacza że wtryskiwacze paliwa będą uruchamiane co 180 stopni.

W przypadku pracy wtryskiwaczy w trybie *Bank Fire*, oznaczać to będzie iż każdy bank będzie wtryskiwał paliwo raz na obrót wału.

W przypadku pracy w systemie *Batch Fire* zalecany jest *divider* równy 2 lub 4. W przypadku pracy w systemie *Bank Fire* zalecany jest *divider* równy 1 lub 2. Należy podkreślić że zwiększenie *dividera* będzie wymagało zwiększenia wartości mapy VE.



Injection mode

Dostępne są trzy tryby pracy:

- 1) *Batch fire output 1* – w tym trybie wszystkie wtryskiwacze (nie więcej niż 4) podłączone są do wyjścia Power Out #1,
- 2) *Batch fire output 1& 2* – w tym trybie wtryskiwacze podłączone są do obu wyjść mocy i pracują równocześnie,
- 3) *Bank Fire* – w tym trybie wtryskiwacze podłączone są do obu wyjść mocy i pracują na przemian.

Po podłączeniu wtryskiwaczy do urządzenia DET3, seryjny komputer sterujący może przejść w tryb awaryjny z powodu braku obciążenia na wyjściach sterujących wtryskiwaczami. Aby rozwiązać ten problem, należy dokonać „emulacji” wtryskiwaczy za pomocą rezystorów. W najprostszym przypadku wystarczy w miejsce wtryskiwaczy podłączyć rezystory 10K/0.25W. Niestety niektóre sterowniki nie pozwalają się „oszukać” w ten sposób. W takim przypadku należy zastosować rezystory o zbliżonej rezystancji do wtryskiwaczy natomiast ich moc musi być już znacznie wyższa. Moc rezystora dobieramy wg. Poniższego wzoru:

$$P = U^2/R$$

gdzie,

P – obliczana moc rezystora,

U – napięcie zasilania (zwykle 13,5V)

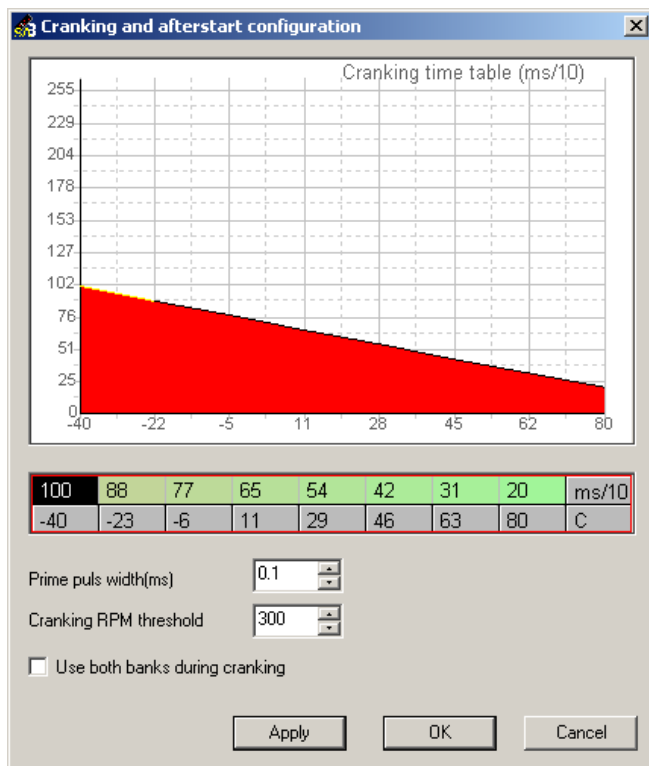
R – rezystancja wtryskiwacza

I tak dla wtryskiwacza 140hm, moc rezystora musi wynieść co najmniej $13,5^2/14 = 13W$.

W handlu dostępne są rezystory o mocach 10W, 15W, 20W, 25W, 50W więc w tym przypadku wystarczy rezystor 15W lub 20W. Należy podkreślić iż na rezystorze tym będzie wydzielać się spora ilość ciepła. Moc rezystora może być zawsze większa niż moc obliczona.

Cranking

Parametry odpowiedzialne za rozruch silnika definiujemy w menu *Cranking*. Podstawowym ustawieniem jest



czas otwarcia wtryskiwaczy podczas rozruchu silnika.

Czas ten definiujemy w mapie 2D *Cranking time table*. Warto zauważyć iż czas ten podawany jest w 1/10ms czyli 1ms = 10 jednostka w mapie. Dawka startowa zależy od temperatury silnika i wydłuża się wraz z jej spadkiem.

Prime pulse width

W trakcie zasilenia urządzenia DET3 (kluczyk w stacyjce w pozycji ON) możliwe jest podanie dawki paliwa (prime pulse) która odparowując może ułatwić rozruch silnika.

Cranking RPM threshold

Wartość obrotów przy której urządzenie zmienia tryb pracy z *Cranking* na *Afterstart*. Powyżej tych obrotów silnika zaczyna pracować z wykorzystaniem mapy wolumetrycznej efektywności oraz wszystkich

wzbogaceń i korekcji. Wartość ta musi być ustawiona co najmniej kilkadziesiąt obrotów wyżej niż prędkość obrotowa silnika w trakcie kręcenia rozrusznikiem.

Use both banks during cranking

W przypadku skonfigurowania wtryskiwaczy do pracy w systemie *Bank Fire*, zaznaczając tą opcję w trybie *Cranking* wtryskiwacze pracują w systemie *Batch Fire* co może ułatwić rozruch silnika.

W trakcie pracy w trybie *cranking* wtrysk paliwa realizowany jest dwa razy na pojedynczy obrót wału. W przypadku gdy wybrany jest tryb wtrysku *Bank Fire*, oraz nie jest wybrana opcja *Use both banks during cranking*, każdy bank uruchamiany jest raz na obrót wału.

Uwaga !

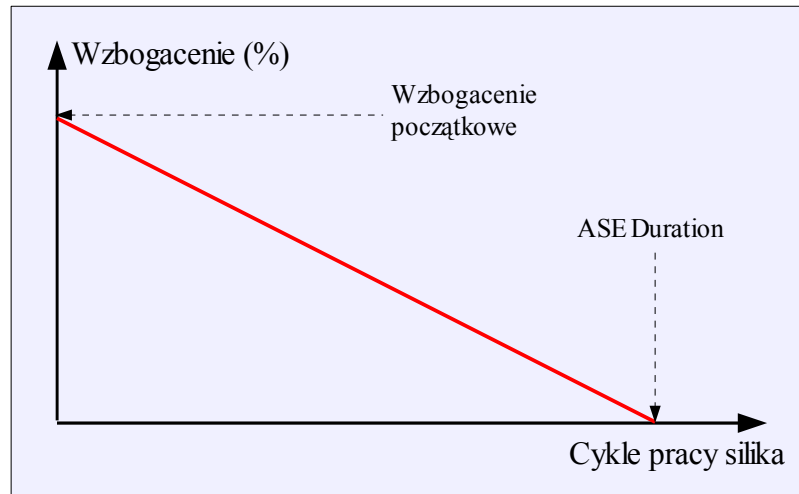
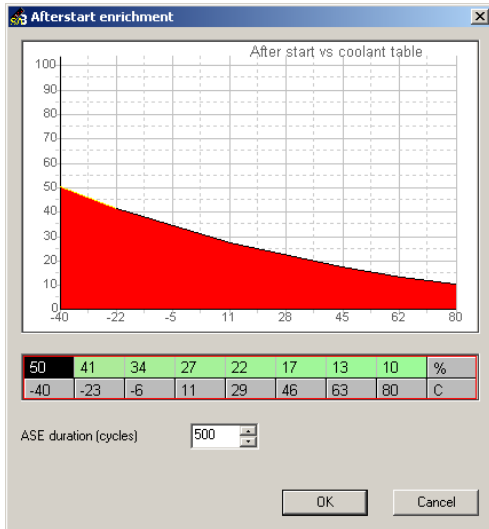


Zbyt duże wartości dawki startowej mogą doprowadzić do tzw. „zalania świec” a co za tym idzie uniemożliwić uruchomienie silnika do czasu ich wymiany. Z tego powodu należy zaczynać od krótkich czasów i wydłużać je aż do osiągnięcia optymalnego rozruchu.

Afterstart enrichment

W momencie uruchomienia silnika, następuje faza *Afterstart Enrichment*, w której to następuje dodatkowe wzbogacenie dawki paliwa w celu zachowania stabilnych obrotów. Wzbogacenie to jest zależne od temperatury cieczy chłodzącej (czym zimniejszy silnik tym wzbogacenie powinno być większe).

Mapa 2D określa procentowe wzbogacenie dawki paliwa w funkcji temperatury cieczy chłodzącej.

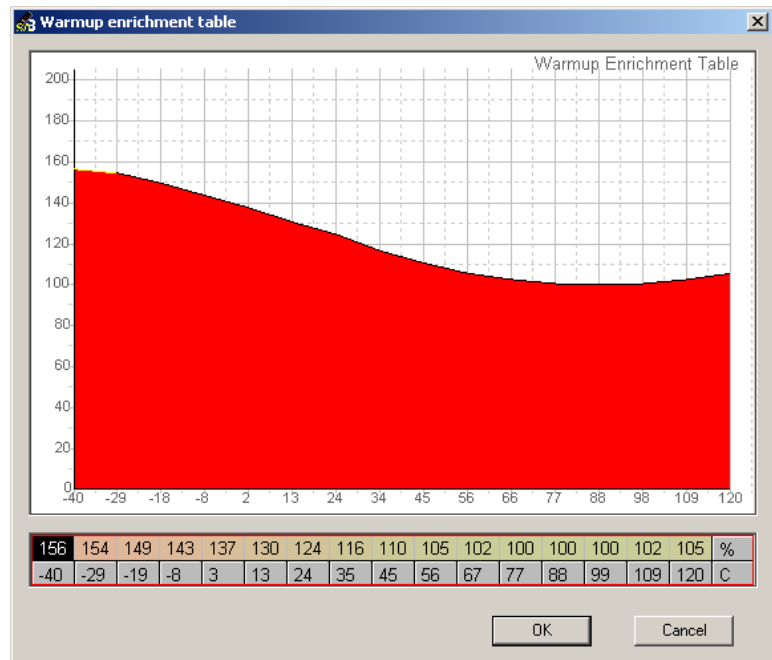


ASE duration (cycles)

Parametr ten określa jak długo (ile pełnych cykli pracy wykona silnik) ma trwać wzbogacenie. Należy zaznaczyć iż wzbogacenie zmniejsza się proporcjonalnie do ilości cykli pracy silnika (osiąga wartość 0% przy *ASE duration*).

Warmup enrichment

Wzbogacenie dawki paliwa w funkcji temperatury cieczy chłodzącej służy skompensowaniu faktu iż w niskich temperaturach paliwo nie ulega odparowaniu. W zakresie temperatury roboczej silnika wzbogacenia powinno wynosić 100% (brak wzbogacenia). W celu dodatkowego zabezpieczenia silnika przed przegrzaniem można wprowadzić lekkie wzbogacenie mieszanki powyżej temperatury roboczej (dodatkowe paliwo w wielu przypadkach może pomóc ochłodzić jednostkę napędową).

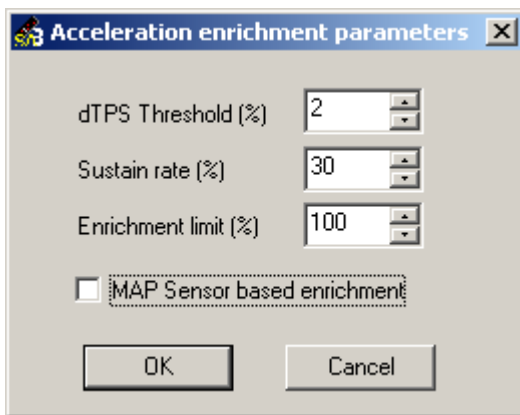


Acceleration enrichment

W trakcie przyśpieszania (gwałtowne otwarcie przepustnicy) następuje gwałtowna zmiana ciśnienia w kolektorze ssącym a co za tym idzie przepływu powietrza, co prowadzi do chwilowego zubożenia mieszanki i wrażenia niepełnego przyśpieszania samochodu. Aby zapobiec temu zjawisku stosuje się tzw. wzbogacenie przy przyśpieszaniu.

Obliczane jest ono na podstawie szybkości zmiany kąta położenia przepustnicy, aktualnego kąta uchylenia przepustnicy oraz aktualnych obrotów.

Parametry konfiguracyjne znajdują się w menu *Enrichments/Acceleration enrichment/Parameters...*



dTPS Threshold(%)

Zmiana wartości dTPS (szybkości zmiany kąta uchylenia przepustnicy) poniżej której nie jest aplikowane wzbogacenie mieszanki

Sustain Rate

Szybkość wygasania wzbogacenia w kolejnych cyklach silnika.

$$AccEnrichment = prevAccEnrichment * Sustain Rate$$

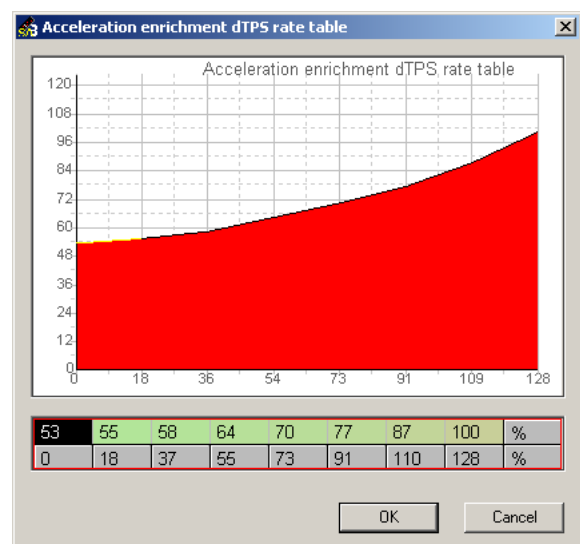
Enrichment Limit

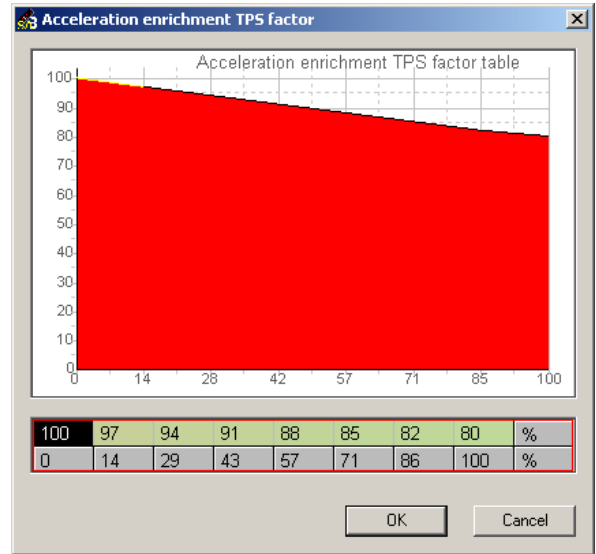
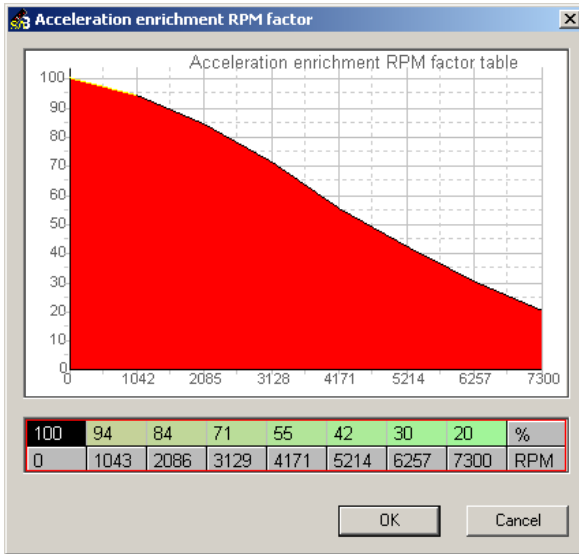
Maksymalny procent wzbogacenia mieszanki

MAP sensor based enrichment

Wykorzystując tą opcję, aktywujemy wzbogacenie po zmianie ciśnienia bezwzględnego w kolektorze ssącym. Nie jest ona zalecana.

Podstawową mapą wzbogacenia jest mapa *Acceleration enrichment dTPS rate table* (menu *Enrichments/Acceleration enrichment/Tps rate table...*). Określa ona jak duże ma być wzbogacenie (w %) w funkcji szybkości zmiany kąta uchylenia przepustnicy (*dTPS*). Czym większa zmiana kąta tym wzbogacenie powinno być większe.





Kolejnymi istotnymi mapami są: *Acceleration enrichment RPM factor table* oraz *Acceleration enrichment TPS factor table*. Pierwsza z nich definiuje jak ma być przeskalowana wartość wynikająca z mapy *Acceleration enrichment dTPS rate table* w zależności od obrotów silnika. Czym wyższe obroty tym wartość wzbogacenia jest niższa. Druga mapa definiuje jak ma być przeskalowana wartość wynikająca z mapy *Acceleration enrichment dTPS rate table* w zależności od aktualnego kąta uchylenia przepustnicy. Czym większe uchylenie przepustnicy tym wzbogacenie powinno być mniejsze.

Wartość *Acceleration Enrichment* obliczana więc jest w następujący sposób:

$$AccEnrichment = dTPSRateTable(dTps) * RPMFactorTable(rpm) * TPSFactorTable(tps)$$

Wąskopasmowa sonda lambda (NGO)

Urządzenie DET3 posiada możliwość korekcji składu mieszanki na podstawie wskazań wąskopasmowej sondy lambda (NGO). Sonda ta dla napięcia około 0.45V wskazuje mieszankę stechiometryczną (Lambda=1). Dzięki temu w zakresie niskich obciążeń możliwa jest korekcja składu mieszanki tak aby była jak najbliżej składu stechiometrycznego. Sondę lambda należy podłączyć do wejścia *Tables Switch* (pin 2) urządzenia, uprzednio zmieniając jego funkcję w menu *Tables switch input* na *Use as NBO sensor input*. Następnie w menu *EGO Correction* można dokonać konfiguracji. Dostępne są następujące parametry:

Target Volatage(V)

Docelowe napięcie sondy lambda do którego ma dążyć korekcja modyfikując skład mieszanki

Control range(%)

Zakres w procentach dopuszczalnej zmiany dawki paliwa.

Change step(%)

Krok o jaki dokonywana jest zmiana składu mieszanki.

Change rate

Parametr określający jak często algorytm powinien zmieniać wartość korekcji dawki. Wartość 1 oznacza że w trakcie każdego wtrysku paliwa, wartość 2 że co drugi wtrysk paliwa, itd.

Coolant temp.(C)

Temperatura poniżej której korekcja składu mieszanki jest wyłączona,

MAP Max (kpa)

Ciśnienie w kolektorze ssącym powyżej którego korekcja dawki paliwa jest wyłączona,

TPS Max (%)

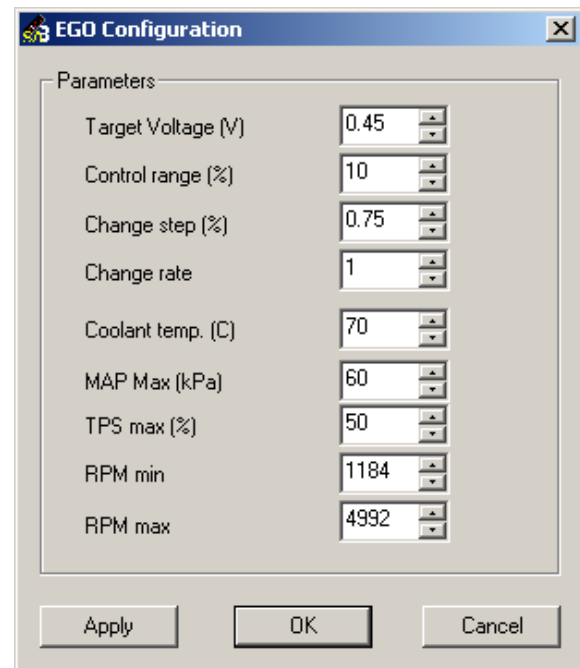
Wartość kąta uchylenia przepustnicy powyżej którego korekcja dawki paliwa jest wyłączona

RPM min

Parametr określa minimalne obroty powyżej których korekcja dawki paliwa jest aktywna

RPM max

Parametr określa obroty powyżej których korekcja dawki paliwa jest wyłączona.



Tables switch input

Urządzenie DET3 posiada wejście *Tables Switch Input* (Pin 2), którego podstawowym zastosowaniem jest przełączanie zestawu map (umożliwia to przygotowanie dwóch zestawów map w zależności od np. zastosowanego paliwa). W trybie *Fuel Implant* możliwe jest wykorzystanie tego wejścia jako dodatkowego wejścia analogowego.

Do wyboru są 4 opcje:

Switch Tables

W tej konfiguracji wejście służy do przełączania zestawów map

Use as modified analog input

W trybie tym sygnał z dodatkowego wejścia podlega modyfikacji z wykorzystaniem *Fuel Map*. Efektem tej operacji jest zmodyfikowane napięcie na wyjściu analogowym (*Analog Out*). Więcej o tej opcji można przeczytać w dziale poświęconym *Seryjny MAP/MAF sensor*.

Use as NBO sensor input

W tym trybie wejście służy do podłączenia wąskopasmowej sondy lambda. Wybór tej opcji aktywuje funkcje korekty składu mieszanki na podstawie wskazań wąskopasmowej sondy lambda.

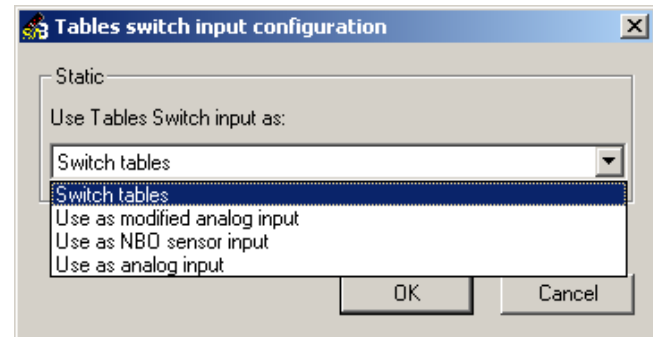
Use as analog input

W tym trybie wejście służy do logowania dodatkowego sygnału analogowego (np. Wyjście liniowe z szerokopasmowej sondy lambda)

Aby wskazania urządzenia podłączonego do dodatkowego wejścia analogowego prezentowane były w ich fizycznych jednostkach należy w menu *Setup/Scales configuration* przyporządkować dodatkowemu wejściu odpowiednią skalę.

Use as launch control

Wybór tego trybu umożliwia aktywację funkcji launch control. Więcej informacji można znaleźć w sekcji launch control.



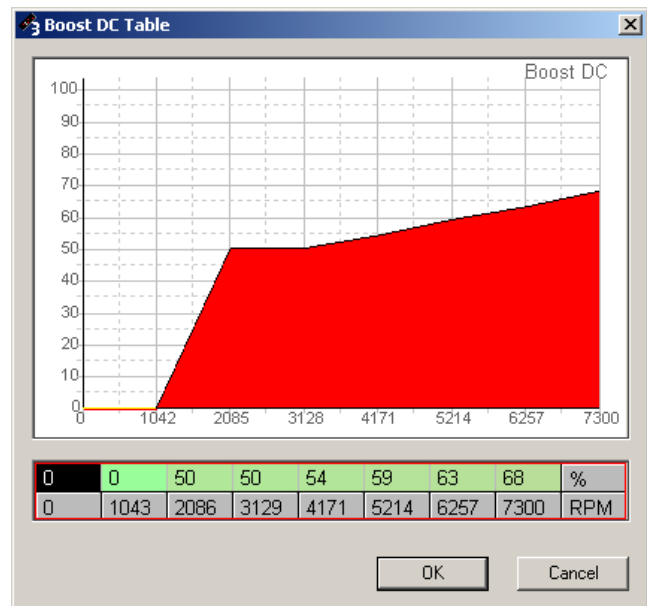
Boost control

Wykorzystując DET3 w trybie Fuel Implant istnieje możliwość sterowanie doładowaniem w trybie zarówno open loop jak i closed loop.

Aby móc wykorzystać sterowanie doładowaniem wtryskiwacze muszą być podłączone do pierwszej końcówki mocy (pin 20 urządzenia, praca w systemie full group).

Open Loop

Sterowanie doładowaniem w trybie Open Loop bazuje tylko i wyłącznie na wypełnieniu impulsu sterującego elektrozaworem aktuatora. W związku z tym w zależności od warunków (np, temperatura powietrza, obciążenie silnika) ciśnienie doładowania może się zmieniać. Aby wyeliminować ten problem należy zastosować sterowanie w trybie Closed Loop (ze sprzężeniem zwrotnym). Jakkolwiek pierwszym etapem konfiguracji jest stworzenie mapy 2D wypełnienia sygnału sterującego elektrozaworem w funkcji obrotów, aby uzyskać przybliżone wartościżądanego doładowania (menu *Boost control / Boost DC Table*). Wartości w tej mapie przyjmują wartości od 0% (zawór całkowicie wyłączony) do 100% (zawór całkowicie włączony).

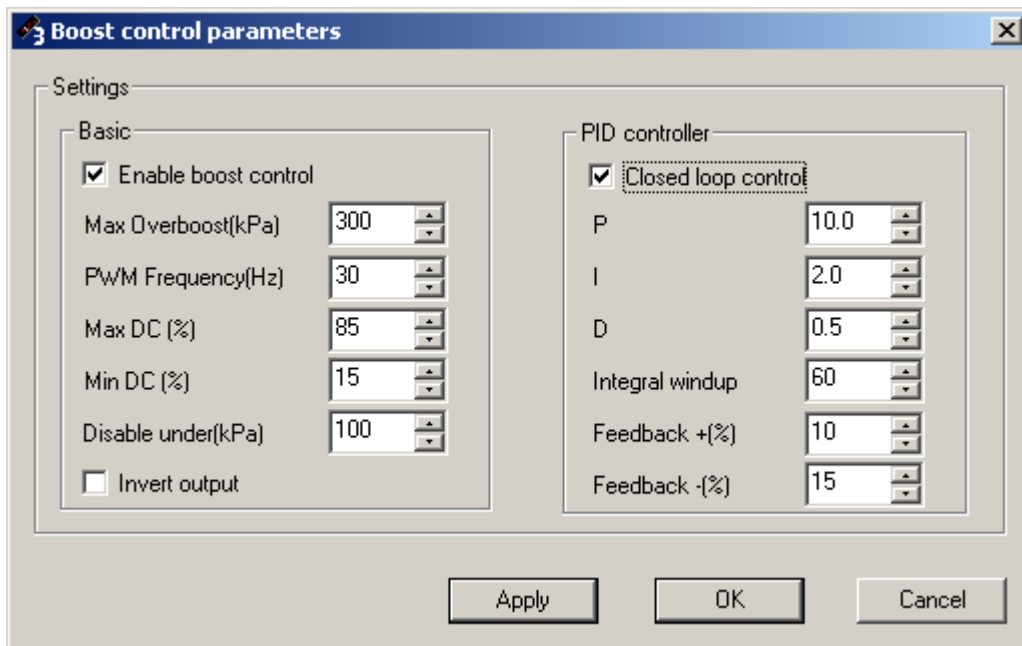


Należy wziąć pod uwagę iż ze względu na zasadę działania elektrozaworów praktyczny zakres użyteczny stopnia wypełnienia sygnału wynoszą od 15% do 85%.

Closed Loop

W momencie gdy doładowanie ustawione za pomocą DC Table pokrywa się z naszymi oczekiwaniami można przejść do zdefiniowania mapy doładowania (w kpa) w funkcji obrotów (*Boost control / Boost target table*). W mapie tej podajemy zadane doładowanie do jakiego ma dążyć kontroler niezależnie od warunków pracy silnika. Kontroler na podstawie algorytmu PID modyfikuje stopień wypełnienia zaworka zdefiniowanego w mapie *Boost DC Table*. Poprawne zdefiniowanie parametrów algorytmu PID umożliwia uzyskanie stabilnego doładowania bez oscylacji. W pierwszej kolejności należy ustawić wartość współczynnika parametru P (*proportional*) (I i D powinny wynosić 0) aby kontroler zbliżał się do żądanego doładowania z małymi oscylacjami. Oscylacje te można wyeliminować za pomocą poprawnie ustawionych wartości współczynnika I (*integral*) i D (*derivate*).

Opis paramterów



Enable boost control

Aktywuje sterowanie doładowaniem.

Max Overboost

Maksymalne dopuszczalne ciśnienie w kPa. Powyżej tego ciśnienia kontroler ustawia DC elektrozaworu na 0%.

PWM Frequency

Częstotliwość sygnału sterującego zaworem. W zależności od zaworu częstotliwość ta wynosi od 10-40Hz. Poprawne ustawienie częstotliwości PWM skutkuje optymalną pracą elektrozaworu.

Max, Min DC

Minimalne i maksymalne wypełnienie sygnału przy którym elektrozawór pracuje stabilnie.

Disable under kPa

Ciśnienie poniżej którego zawór jest wyłączony.

Invert output

Odwraca DC zaworu (wykorzystywane do odwrotnie podłączonych zaworów gdzie 0%DC daje maksymalne doładowanie. Takie połączenie nie jest zalecany, gdyż w przypadku uszkodzenia urządzenia, wiązki elektrycznej lub elektrozaworu dojdzie do przeladowania co może skutkować uszkodzeniem silnika i/lub turbosprężarki).

Closed loop control

Aktywuje opcję sterowania w pętli sprzężenia zwrotnego (closed loop)

P, I, D

Współczynnika kontrolera PID (kP, kI, kD), określające jak „mocny” wpływ ma każdy z członów regulatora.

Integral windup

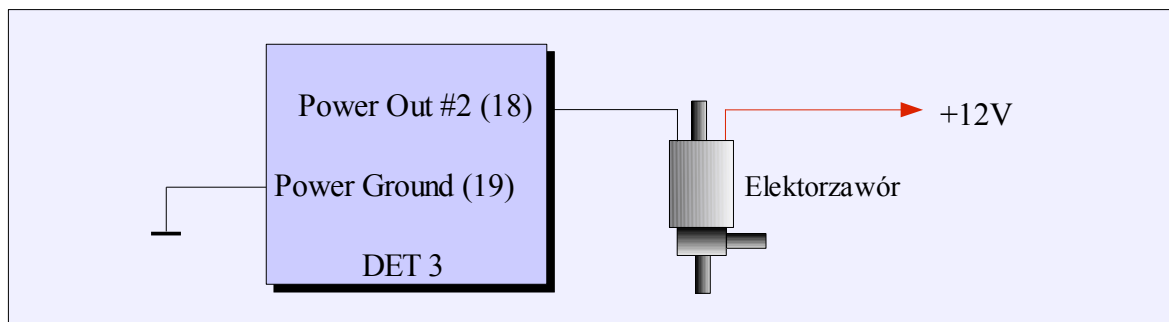
Maksymalne nasycenie członu całkującego regulatora PID

Feedback +,-

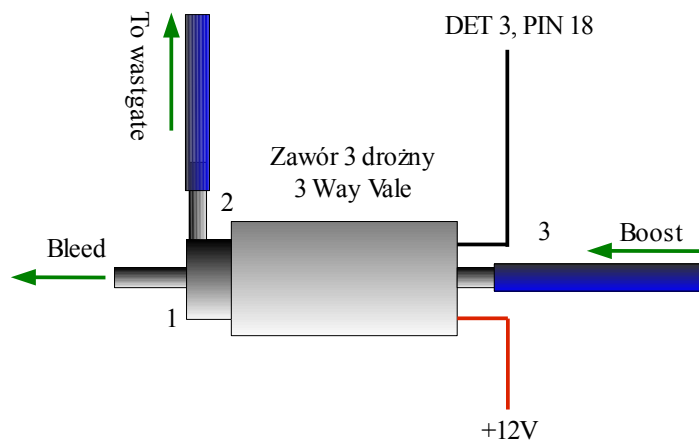
Maksymalny i minimalna wartość o jaką algorytm PID może zmienić DC elektrozaworu zdefiniowanego w mapie Boost DC Table

Schemat podłączenia elektrozaworu

Podłączenie elektrozaworu powinno wyglądać w następujący sposób:



Poniższy diagram przedstawia sposób podłączenia zaworu trójdrożnego służącego do sterowania doładowaniem dla turbosprężarek z wewnętrznym zaworem wastegate.



Przedstawiony zawór otwarty jest pomiędzy króćcami 2-3 jeżeli nie jest zasilony. W przypadku podania zasilania otwarte połączenie jest pomiędzy króćcami 1-2.

Dla powyższego podłączenia 0% wypełnienia PWM daje minimalne doładowanie definiowane przez sprężynę aktuatora, a 100% wypełnienia powoduje maksymalne doładowanie które może osiągnąć turbosprężarka.

Launch control

Funkcja „launch control” (procedura startowa) służy do ustawienia optymalnych obrotów startu (przy zadanych obrotach następuje odcięcie zapłonu). W silnikach turbodoładowanych umożliwia również zwiększenie ciśnienia doładowania przy starcie dzięki opóźnionemu zapłonowi i zwiększonej dawce paliwa.

Uwaga !



W silnikach doładowanych używanie funkcji „launch control” może doprowadzić do uszkodzenia turbosprężarki.

W celu skonfigurowania *Launch Control* należy wejść do zakładki „Setup”, a następnie wybrać wejście analogowe (*Activation Input*) do którego zostanie podłączony przełącznik aktywujący procedurę. Istnieje także możliwość automatycznego wyłączenia funkcji *Launch Control* wykorzystując sygnał z czujnika prędkości pojazdu (VSS) podłączonego do wejścia częstotliwościowego urządzenia.

Parametry:

Activation input – wejście analogowe służące do aktywacji funkcji Launch control. W przypadku wyboru wejścia Extra analog input, należy w opcjach *Tables Switch Input* wybrać tryb „Use as launch control”

Min. RPM – minimalne obroty przy których następuje opóźnianie zapłonu i wzbogacanie mieszanki paliwowej.

Cut off RPM – obroty przy których nastąpi obcięcie zapłonu.

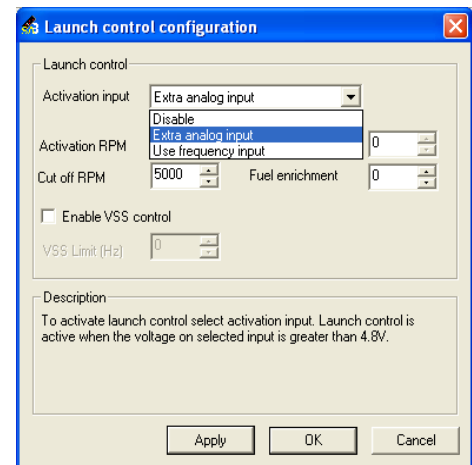
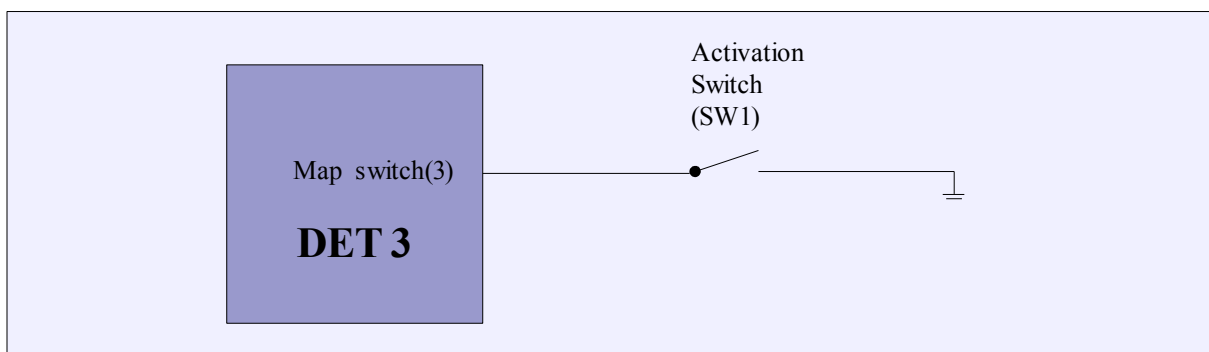
Ignition Retard – kąt opóźnienia zapłonu w trakcie procedury startowej,

Fuel Enrichment – wartość dodawana do aktualnej wartości *Analog Out*,

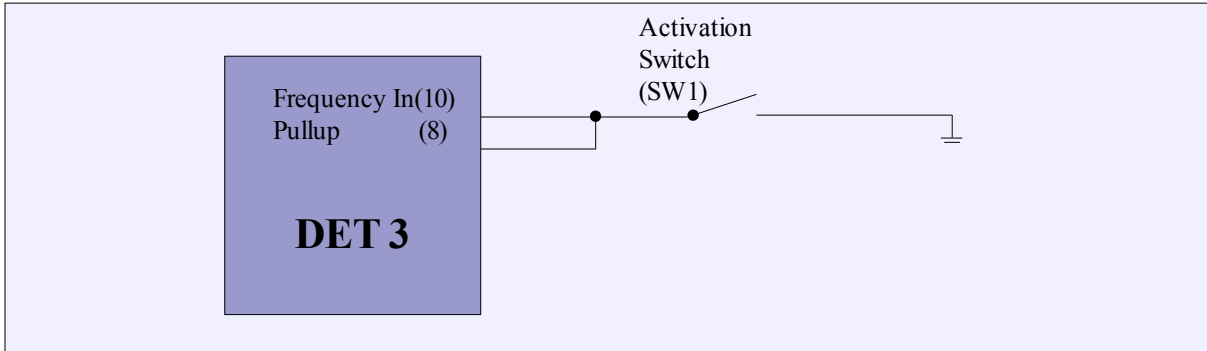
Enable VSS control – aktywuje funkcje automatycznego wyłączenia procedury, gdy częstotliwość sygnału z czujnika VSS przekroczy zadaną wartość,

VSS Limit – częstotliwość (w Hz) na wejściu *Frequency In*, powyżej której następuje automatyczna deaktywacja funkcji *Launch Control*.

Schemat podłączenia w przypadku wykorzystania wejścia map switch



Schemat podłączenia w przypadku wykorzystania wejścia frequency input



Wyjście parametryczne (*Parametric Output*)

Wyjście użytkownika (User Output) służy do parametrycznego sterowania zewnętrznym akuatorem. W zależności od prądu wymaganego przez akuator / odbiornik możliwe jest sterowanie bezpośrednio, lub sterowanie pośrednie przez przekaźnik.

Jeżeli prąd pobierany przez odbiorniki z wyjścia Power Out #2 nie przekracza 5A (np. dioda świecąca, przekaźnik, elektrozawór) można go podłączyć bezpośrednio do wyjścia Power Out #2. W przeciwnym razie należy zastosować przekaźnik który umożliwi podłączenia urządzenia o znacznie większym poborze prądu (np. pompa paliwa, pompa wtrysku wody, etc.).

Należy pamiętać, iż w celu wykorzystania wyjścia Power Out #2, należy podłączyć dodatkową masę do pinu 19 (Power Ground)

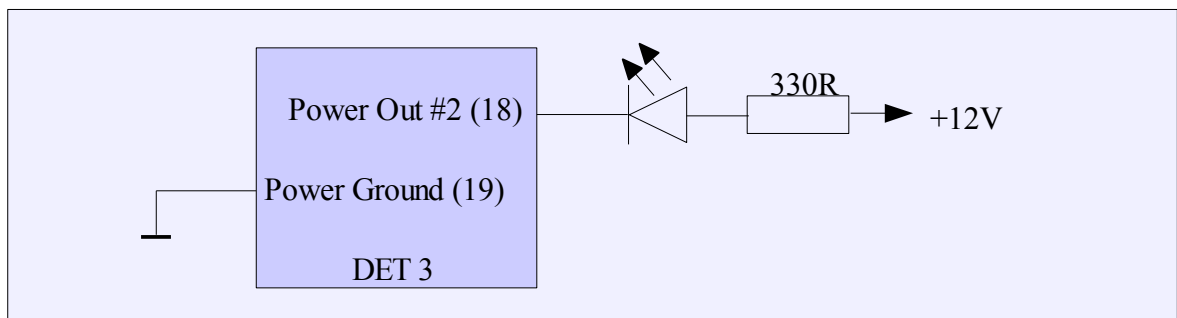
Uwaga !



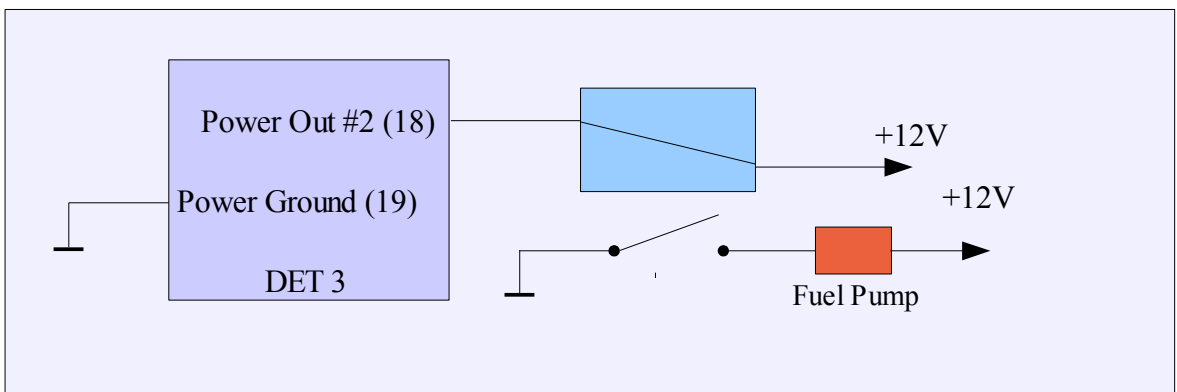
Bezpośrednie podpięcie pod wyjście Power Out #2 odbiornika którego pobór prądu przekracza 5A doprowadzi do uszkodzenia urządzenia.

Przykładowe schematy podłączenia

1) Przykład podłączenia diody świecącej

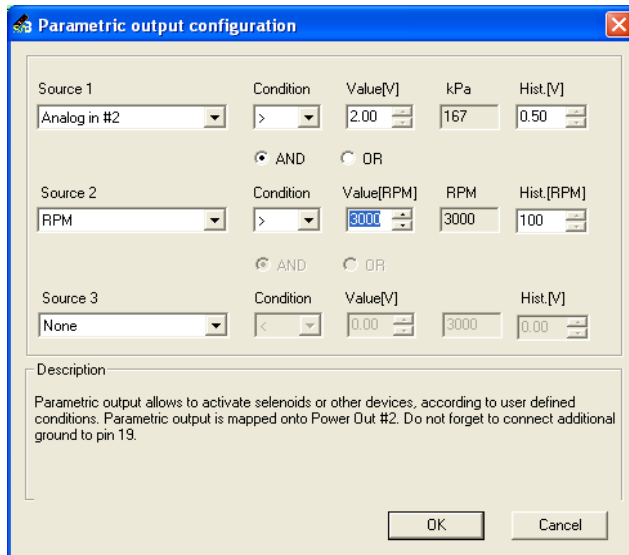


2) Przykład podłączenia pompy paliwa przez przekaźnik



Konfiguracja wyjścia użytkownika

W celu skonfigurowania wyjścia parametrycznego należy wywołać okno parametrów (menu *Setup/Parametric output...*). W oknie konfiguracyjnym mamy do wyboru wejścia które będą używane jako parametry funkcji, wartości referencyjne, oraz warunki których spełnienie będzie powodowało aktywację wyjścia użytkownika.



Source	Condition	Value	Unit	Hist
Source 1	>	2.00	kPa	0.50
Source 2	>	3000	RPM	100
Source 3	<	0.00	RPM	0.00

AND OR

Description
 Parametric output allows to activate solenoids or other devices, according to user defined conditions. Parametric output is mapped onto Power Out #2. Do not forget to connect additional ground to pin 13.

Parametry *Source1*, *Source2* i *Source3* pozwalają na wybór wejść. W przypadku gdy jesteśmy zainteresowani tylko jednym wejściem należy jako *Source2* wybrać *None*. Dla każdego wejścia mamy wybór warunku jaki musi być spełniony w celu aktywacji wyjścia. Pole Hist. (Histereza) służy do zdefiniowania wartości histerezy. Definiuje ona warunek deaktywacji wyjścia. Np. jeżeli dioda świecąca ma się zaświecić gdy obroty przekroczą 5000, i zdefiniujemy histerezę na poziomie 500 obrotów, spowoduje to iż dioda zgaśnie gdy obroty spadną poniżej 4500. Dodatkowo pomiędzy warunkami

dla wejść *Source1*, *Source2* i *Source3* możemy wybrać warunek logiczny (AND, OR) który musi być spełniony aby aktywować wyjście.

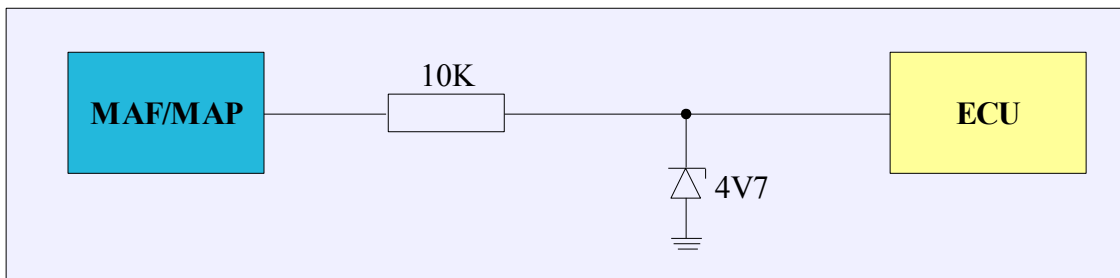
Seryjny MAP/MAF sensor

W technologii *Fuel Implant* sterowanie wtryskiwaczami całkowicie oparte jest na urządzeniu DET3. Jakkolwiek komputer sterujący (ECU) ciągle musi dostawać poprawny sygnał z seryjnego MAP sensora / przepływomierza do poprawnego wyznaczenia kąta zapłonu oraz w celu uniknięcia pracy w trybie awaryjnym.

Istnieje kilka możliwości rozwiązania tego problemu.

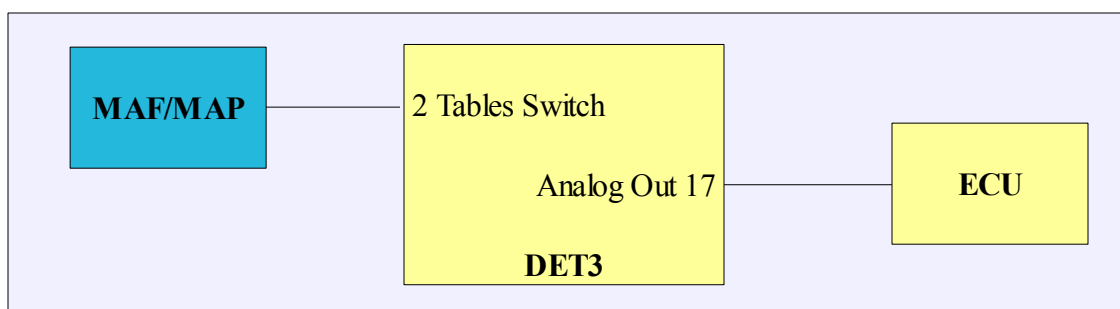
W przypadku auta wolnossącego można zostawić seryjny MAP sensor / przepływomierz podłączony do ECU i zamontowany w seryjnym miejscu układu dolotowego. Jeżeli przepływomierz stanowi restrykcję w układzie dolotowym należy dokonać konwersji MAF to MAP (więcej na ten temat można znaleźć w instrukcji do urządzenia DET3).

W przypadku auta wolnossącego przerobionego na auto turbodoładowane, lub auta turbodoładowanego z podniesionym ciśnieniem doładowania, pozostawienie oryginalnego MAP sensora / przepływomierza będzie powodowało wejście w tryb awaryjny w momencie pojawienia się doładowania (lub przekroczenia maksymalnego ciśnienia / przepływu) ponieważ czujnik osiągnie swoje maksymalne napięcie. Aby rozwiązać ten problem istnieje kilka opcji. W przypadku MAP sensora / przepływomierza które zostaną w miejscu seryjnego montażu można zastosować ogranicznik napięcia z wykorzystaniem rezystora i diody Zenera:



W handlu dostępne są diody 4V3 i 4V7, które odpowiednio ograniczą napięcie do około 4,3V lub 4,7V.

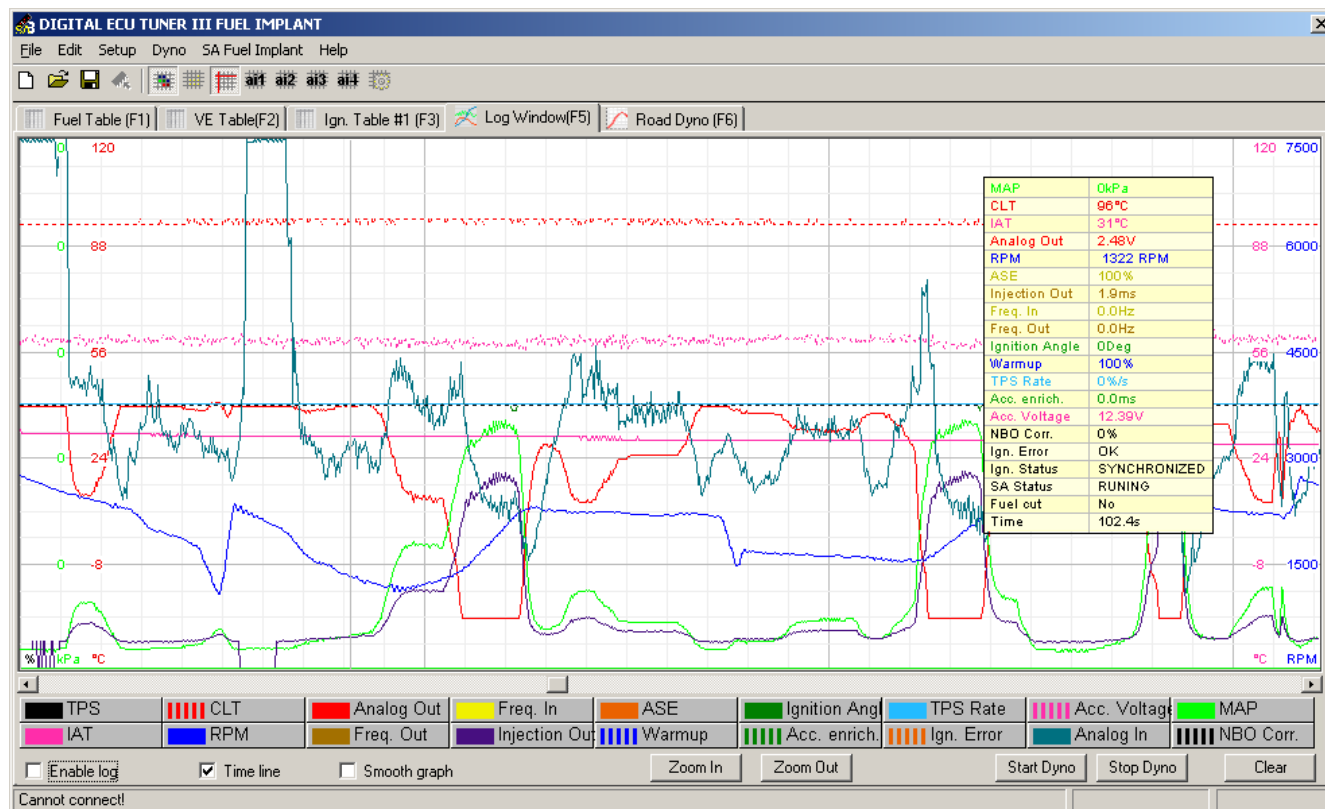
Inną możliwością jest podłączenie seryjnego MAP/MAF sensora do dodatkowego wejścia analogowego (*Tables Switch Input* pin 2) a wyjście analogowe *Analog Out* (pin 17) do ECU i ograniczyć napięcie w menu *Setup/Analog Output Configuration* opcją *Analog Out Max*. Informacje na temat konfiguracji dodatkowego wejścia analogowego znaleźć można w dziale *Tables Switch Input*.



W przypadku przepływomierza kolejną możliwością jest zrobienie konwersji MAF to MAP.

Log

Logowanie wartości czujników oraz parametrów takich jak czas otwarcia wtryskiwaczy, wzbogaceń czy obrotów jest kluczową czynnością przy „strojeniu” silnika. Analizując log można dokonać optymalizacji parametrów / map czy też znaleźć przyczynę niepoprawnej pracy silnika.



Logowany sygnał	Opis
TPS (<i>Throttle position sensor</i>)	wartość z czujnika położenia przepustnicy (w %)
CLT (<i>Coolant temperature</i>)	temperatura cieczy chłodzącej
Analog Out	wartość napięcia na wyjściu analogowym urządzenia
Freq. In (<i>Frequency in</i>)	częstotliwość wejściowa w Hz na wejściu <i>Frequency In</i> (pin 10)
ASE (<i>Afterstart Enrichment</i>)	wartość aktualnego wzbogacenia <i>Afterstart</i> (100% oznacza brak wzbogacenia)
Ignition Angle	aktualna wartość modyfikacji kąta zapłonu (0 - brak modyfikacji, wartości ujemne opóźnienie zapłonu, wartości dodatnie przyspieszenie zapłonu)
TPS Rate (<i>dTPS</i>)	aktualna wartość zmiany kąta czujnika położenia przepustnicy (%/s)
Acc. Voltage (<i>Accumulator Voltage</i>)	napięcie w instalacji elektrycznej samochodu
MAP (<i>Manifold absolute pressure</i>)	ciśnienie bezwzględne w kolektorze ssącym

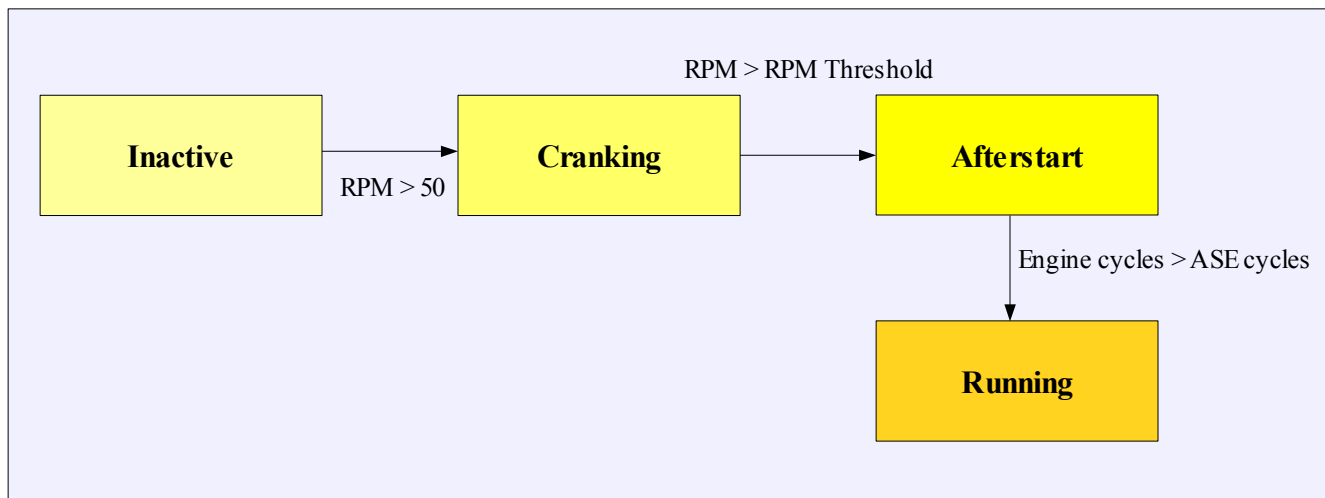
<i>IAT</i> (<i>Intake air temperature</i>)	temperatura zasysanego powietrza
<i>RPM</i> (<i>Revolutions per minute</i>)	aktualne obroty wału korbowego
<i>Freq. Out</i> (<i>Frequency Out</i>)	aktualna częstotliwość w Hz na wyjściu <i>Frequency Out</i> (pin 8)
<i>Injection Out</i>	Czas otwarcia wtryskiwaczy w ms
<i>Warmup</i> (<i>warmup enrichment</i>)	Wartość wzbogacenia mieszanki w funkcji temperatury cieczy chłodzącej
<i>Acc.enrich.</i> (<i>Acceleration enrichment</i>)	Aktualna wartość wzbogacenia przy przyśpieszaniu w ms
<i>Ign. Error</i> (<i>Ignition error</i>)	Błąd związany z dekodowaniem sygnału wejściowego czujnika położenia wału
<i>Analog In</i>	Wartość dodatkowego sygnału analogowego z wejścia <i>Tables Switch</i> (pin2)
<i>NBO Corr.</i> (<i>Narrow band oxygen sensor correction</i>)	Wartość korekcji dawki paliwa na podstawie wskazań wąskopasmowej sondy lambda

Sterowanie zapłonem

Sterowanie zapłonem odbywa się analogicznie do standardowego trybu pracy urządzenia. Więcej informacji na ten temat można znaleźć w instrukcji do urządzenia DET3.

Sekwencja trybów pracy DET3 Fuel Implant

Aktualny tryb pracy DET3 Fuel Implant pokazywany jest na pasku statusu klienta. Urządzenie może znajdować się w jednym z poniższych trybów:



Inactive

W trybie tym urządzenie oczekuje na pojawienia się sygnałów z czujnika położenia wału. Czas otwarcia wtryskiwaczy wynosi 0ms. Możliwe są odczyty wszystkich czujników podpiętych do urządzenia.

Cranking

Urządzenie przechodzi z trybu *Inactive* do trybu *Cranking* jeżeli obroty wału przekroczą 50 obrotów na minutę. W trybie *Cranking* dawka paliwa definiowana jest przez mapę dawki rozruchowej w funkcji temperatury (menu *Cranking*). Jeżeli w konfiguracji TPS jest ustawiona opcja *Enable TPS Antiflood* i przepustnica otwarta jest powyżej 90% wtedy czas otwarcia wtryskiwaczy wynosi 0ms.

Jeżeli obroty przekroczą wartość **Cranking RPM threshold** urządzenie przechodzi w tryb *Afterstart*. Jeżeli obroty spadną poniżej 50 urządzenie wraca do trybu *Inactive*.

Afterstart

W trybie *Afterstart* dawka paliwa obliczana jest na podstawie mapy wolumetrycznej efektywności oraz wszystkich korekcji i wzbogaceń. Dodatkowo aktywne jest wzbogacenie dawki *Afterstart enrichment*. Aktywne jest ono przez czas zdefiniowany ilością cykli pracy silnika *ASE duration (cycles)*, i po tym czasie silnik przechodzi do trybu *Running*. W trybie *Afterstart* nie działa korekcja z wykorzystaniem wąskopasmowej sondy lambda.

Running

W trybie tym silnik pracuje zgodnie z algorytmem *Speed Density* lub *Alpha-N*

Algorytm Speed Density

W algorytmie Speed Density czas otwarcia wtryskiwaczy obliczany jest na podstawie modelu fizycznego wykorzystującego ciśnienie bezwzględne w kolektorze ssącym, wolumetryczną efektywność silnika przy danym obciążeniu (ciśnieniu) i obrotach oraz temperaturę zasysanego powietrza wpływającą na jego gęstość.

Efektywność wolumetryczna silnika jest parametrem podlegającym modyfikacją w trakcie strojenia silnika i jest zdefiniowana w mapie VE Table. Podstawowy wzór służący do obliczania czasu otwarcia wtryskiwaczy (w ms) wygląda następująco:

$$PW = INJ_CONST * VE(map,rpm) * MAP * AirDensity,$$

gdzie:

PW (*Pulse width*) - jest czasem otwarcia wtryskiwaczy w ms

INJ_CONST – jest to stała zależna od pojemności silnika, wielkości wtryskiwaczy oraz parametru *Injection Divider*, oznaczająca czas otwarcia wtryskiwaczy aby uzyskać przy ciśnieniu 100Kpa, temperaturze 21C i 100% efektywności wolumetrycznej silnika mieszankę stechiometryczną.

VE(map, rpm) – jest wartością z mapy wolumetrycznej efektywności silnika wyrażoną w procentach,

MAP (*Manifold absolute pressure*) – ciśnienie bezwzględne w kolektorze ssącym,

Air Density – procentowa różnica gęstości powietrza względem gęstości powietrza w temperaturze 21C.

Dodatkowo na czas otwarcia wtryskiwaczy wpływają korekcje i wzbogacenia. Z tego też powodu pełny wzór na obliczenie czasu otwarcia wtryskiwaczy wygląda następująco:

$$PW = INJ_CONST * VE(map,rpm) * MAP * AirDensity * Baro * Warmup * ASE * EGOCorr * AccEnrich + InjOpeningTime,$$

gdzie:

Baro (*Barometric correction*) – korekcja ciśnienia bezwzględnego, względem ciśnienia barometrycznego,

Warmup (*Warmup enrichment*) - Wartość wzbogacenia mieszanki w funkcji temperatury cieczy chłodzącej wyrażona w procentach,

ASE (*Afterstart enrichment*) - wartość aktualnego wzbogacenia *Afterstart* wyrażona w procentach

EGOCorr (*Exhaust gas oxygen sensor correction*) - Wartość korekcji dawki paliwa na podstawie wskazań wąskopasmowej sondy lambda wyrażona w procentach

AccEnrich (*Acceleration enrichment*) - Aktualna wartość wzbogacenia przy przyspieszaniu wyrażona w procentach,

InjOpeningTime (*Injectors opening time*) – czas otwarcia wtryskiwacza wyrażony w ms, skorygowany o wartość napięcia w instalacji elektrycznej samochodu

Algorytm Alpha-N

Algorytm Alpha-N jest zbliżony do algorytmu Speed Density, przy czym nie jest brane pod uwagę ciśnienie w kolektorze ssącym oraz obciążenie wyrażane jest poprzez kąt uchylenia przepustnicy. Tryb Alpha-N nie może być z tego powodu stosowany w autach z doładowaniem!

Wzór stosowany do obliczania czasu otwarcia wtryskiwaczy wygląda następująco:

$$PW = INJ_CONST * VE(tps, rpm) * AirDensity * Baro * Warmup * ASE * EGOCorr * AccEnrich + InjOpeningTime,$$

gdzie,

PW (*Pulse width*) - jest czasem otwarcia wtryskiwaczy w ms

INJ_CONST – jest to stała zależna od pojemności silnika, wielkości wtryskiwaczy oraz parametru *Injection Divider*, oznaczająca czas otwarcia wtryskiwaczy aby uzyskać przy ciśnieniu 100Kpa, temperaturze 21C i 100% efektywności wolumetrycznej silnika mieszankę stechiometryczną.

VE(tps, rpm) – jest wartością z mapy wolumetrycznej efektywności silnika wyrażoną w procentach,

Air Density – procentowa różnica gęstości powietrza względem gęstości powietrza w temperaturze 21C.

Baro(*Barometric correction*) – korekta ciśnienia bezwzględnego, względem ciśnienia barometrycznego,

Warmup(*Warmup enrichment*) - Wartość wzbogacenia mieszanki w funkcji temperatury cieczy chłodzącej wyrażona w procentach,

ASE(*Afterstart enrichment*) - wartość aktualnego wzbogacenia *Afterstart* wyrażona w procentach

EGOCorr(*Exhaust gas oxgen sensor correction*) - Wartość korekty dawki paliwa na podstawie wskazań wąskopasmowej sondy lambda wyrażona w procentach

AccErich(*Acceleration enrichment*) - Aktualna wartość wzbogacenia przy przyspieszaniu wyrażona w procentach,

InjOpeningTime (*Injectors opening time*) – czas otwarcia wtryskiwacza wyrażony w ms, skorygowany o wartość napięcia w instalacji elektrycznej samochodu