

# Program szkoleń Układy sterowania pracą silnika benzynowego

EEC IV / EEC V / Visteon



Zgodnie z naszą najlepszą wiedzą, zawarte w niniejszej publikacji ilustracje, informacje techniczne, dane i opisy są zgodne ze stanem rzeczywistym w chwili oddania jej do druku. W ramach polityki ciągłego udoskonalania i modernizowania wyrobów dla dobra naszych klientów firma FORD zastrzega sobie prawo zmiany cen, specyfikacji technicznej, wyposażenia i wskazówek dotyczących użytkowania w każdej chwili i bez uprzedniego zawiadomienia.

Niniejsza publikacja, tak w całości, jak i w części, nie może być powielana, przechowywana w systemach przetwarzania danych, przekazywana w żadnej postaci, zarówno elektronicznej, mechanicznej, fotograficznej, jak i w formie nagrania lub tłumaczenia bądź w jakiegokolwiek innej formie bez pisemnego zezwolenia Ford-Werke GmbH. Wydawca nie ponosi odpowiedzialności za ewentualne nieścisłości znajdujące się w niniejszej publikacji, z zastrzeżeniem, iż podjęte zostały wszelkie możliwe starania, aby była jak najbardziej wyczerpująca i dokładna.

Copyright ©2006

**Ford-Werke GmbH**

**Program szkoleń serwisowych D-F/GT1 (PL)**

Elektroniczne układy sterowania pracą silnika są stale modyfikowane. Ważne przyczyny modyfikacji to surowsze normy toksyczności spalin, coraz bardziej ostre przepisy organu ustawodawczego, większa dbałość o ochronę środowiska i komfort jazdy oraz większe wymagania stawiane silnikom o dużej mocy odnośnie do zużycia paliwa i cichej pracy.

W niniejszej broszurze opisano budowę i działanie układów sterowania pracą silnika firmy Ford EEC (elektroniczne sterowanie pracą silnika) IV/EEC V oraz układu sterowania pracą silnika firmy Visteon.

Przed zaznajomieniem się z treścią niniejszej broszury należy zapoznać się z broszurą dostępną w programie e-learning "Układy wtryskowe i układy sterowania pracą silnika benzynowego".

Niniejsza publikacja została podzielona na lekcje. Dokumentacja ta, zgodnie z nową globalną koncepcją szkoleniową firmy Ford została opracowana w taki sposób, aby mogła służyć do samodzielnej nauki.

Niniejsza publikacja została podzielona na lekcje. Na początku każdej lekcji zostały podane jej cele, które muszą zostać osiągnięte po jej przerobieniu. Na końcu każdej lekcji znajdują się pytania testowe, dzięki którym można sprawdzić postępy w nauce. Odpowiedzi do pytań testowych znajdują się na końcu publikacji.

Prosimy pamiętać, że niniejsza publikacja została opracowana dla DILERÓW FIRMY FORD WYŁĄCZNIE W CELACH SZKOLENIOWYCH. Wszelkie naprawy i regulacje MUSZĄ być wykonywane wyłącznie w oparciu o instrukcje i specyfikacje zawarte w dokumentacji warsztatowej. W celu zdobycia możliwie najpełniejszej wiedzy teoretycznej i praktycznej prosimy korzystać z kursów szkoleniowych organizowanych przez Ośrodek Szkolenia Obsługi Technicznej.

Po przerobieniu tej lekcji będziesz potrafił:

- opisać rozwój układu EEC.
- opisać budowę układu sterowania pracą silnika EEC IV z MFI oraz SFI.
- opisać zadania i funkcje różnych czujników i siłowników.

## Widok ogólny

Ciągły rozwój układów sterowania pracą silnika przez lata doprowadził do tego, że nowoczesne układy sterowania pracą silnika przejmują coraz bardziej złożone zadania.

W połowie lat 80tych wprowadzono moduł EEC IV z MFI (Wielopunktowy wtrysk paliwa) i bezstykowym tranzystorowym układem zapłonowym. Na początku lat 90tych wprowadzono centralny wtrysk paliwa oraz całkowicie elektroniczny bezrozdzielaczowy układ zapłonowy.

Od 1992 zaczęto produkować pierwsze silniki z SFI (Sekwencyjny wielopunktowy wtrysk paliwa), a od 1993 firma Ford przestała stosować silniki gaźnikowe. Od 1994 silniki Ford są regulowane za pomocą modułu EEC V.

Cechy układu sterowania pracą silnika EEC IV z MFI:

- elektroniczny MFI
- obliczanie masy powietrza (czujnik MAP (Ciśnienie absolutne w kolektorze ssącym))
- zapłon elektroniczny lub całkowicie elektroniczny
- kompensacja temperatury powietrza dolotowego
- kompensacja napięcia akumulatora dla wtryskiwaczy
- regulacja prędkości obrotowej biegu jałowego
- odcinanie paliwa podczas hamowania silnikiem
- strategia ograniczonego działania
- możliwość przeprowadzenia testu własnego
- regulacja liczby oktanowej
- kontrola emisji spalin
- wskazania zużycia paliwa za pomocą komputera pokładowego

Cechy układu sterowania pracą silnika EEC IV z SFI:

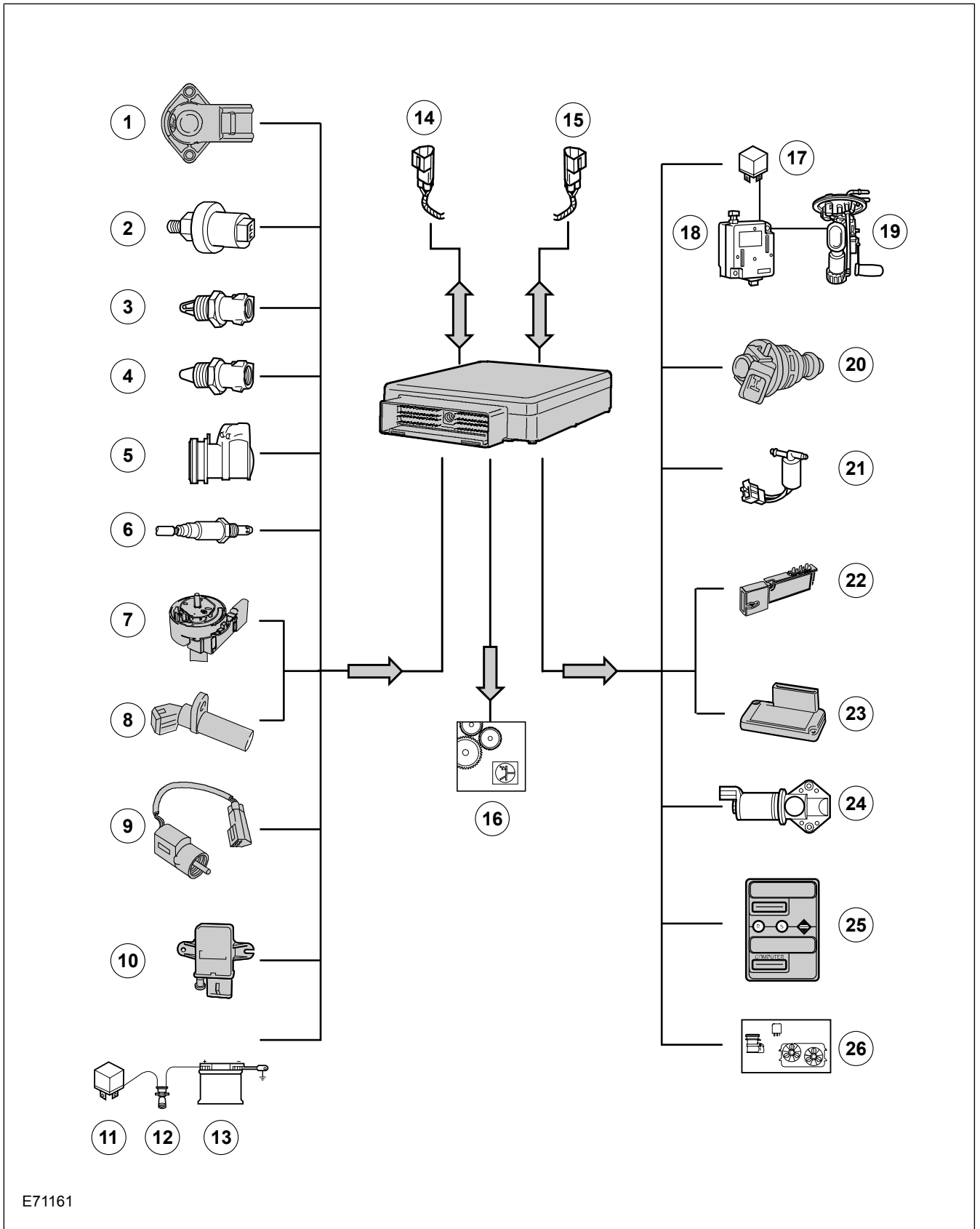
- elektroniczny SFI
- obliczanie masy powietrza (czujnik MAF (Przepływomierz masowy powietrza))
- zapłon całkowicie elektroniczny
- kompensacja temperatury powietrza dolotowego
- kompensacja napięcia akumulatora dla wtryskiwaczy
- regulacja prędkości obrotowej biegu jałowego
- odcinanie paliwa podczas hamowania silnikiem
- strategia ograniczonego działania
- pełna diagnostyka własna
- regulacja liczby oktanowej
- kontrola emisji spalin
- wskazania zużycia paliwa za pomocą komputera pokładowego

W zależności od modelu układ sterowania pracą silnika EEC IV jest wyposażony w MFI lub SFI. Zaletami przygotowania mieszanki SFI jest prawie optymalne tworzenie mieszanki oraz możliwość ciągłego monitorowania i korekty mieszanki.

Różnice SFI/MFI:

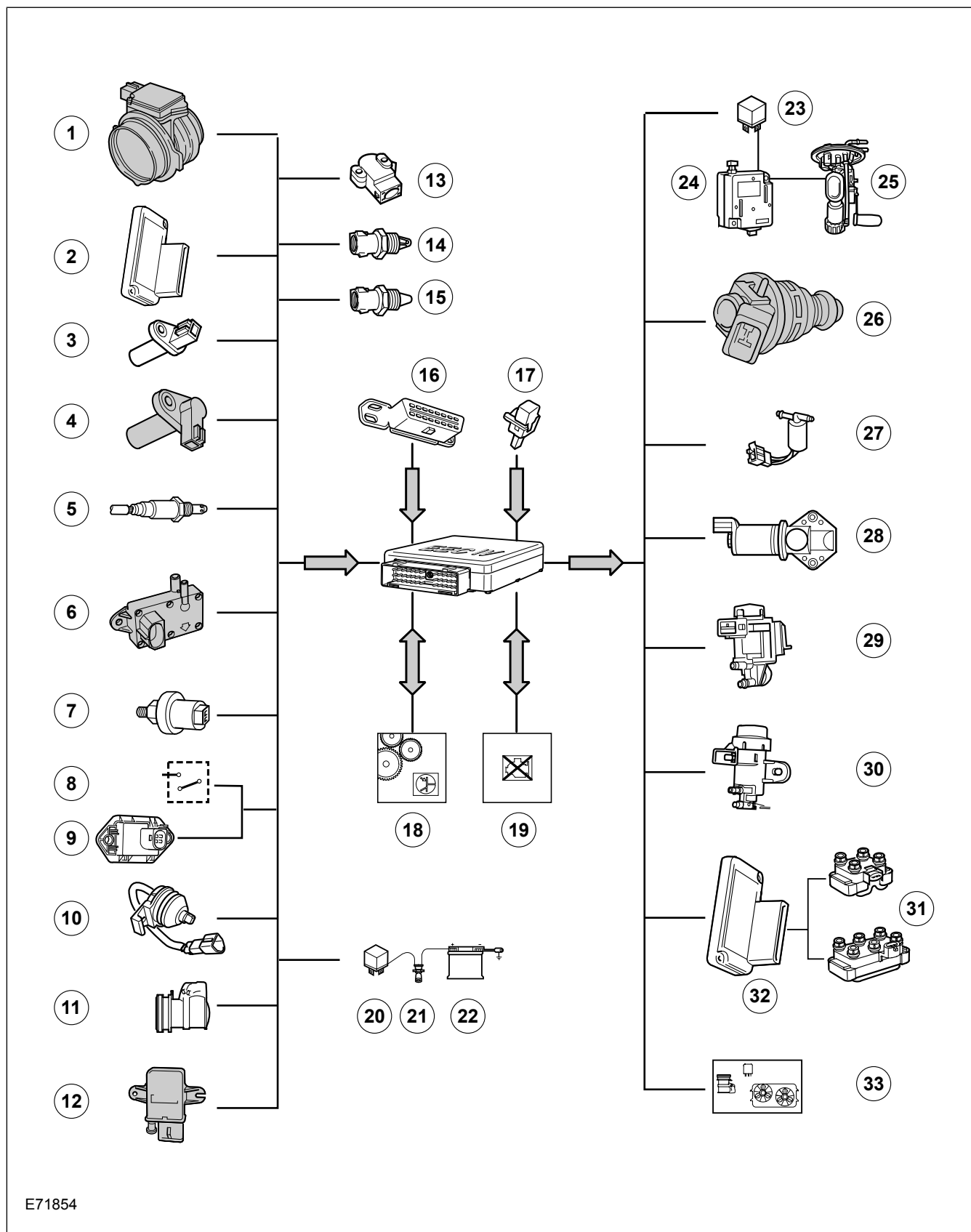
- PCM (sprawniejszy moduł EEC IV)
- czujnik MAF (w celu dokładnego dostosowania mieszanki)
- czujnik CMP (Położenie wałka rozrządu) (do identyfikacji cylindrów)
- 2 HO2S (Podgrzewana sonda lambda) (do udoskonalonej diagnostyki własnej)
- przetwornik ciśnienia układu EGR (Układ recyrkulacji spalin) (do lepszej recyrkulacji spalin)
- wtryskiwacze z bocznym doprowadzaniem paliwa (lepszy rozruch rozgrzanego silnika)

Sygnaly wejściowe i wyjściowe MFI



- 1 Czujnik TP (Położenie przepustnicy)
- 2 Czujnik temperatury paliwa
- 3 Czujnik IAT (Temperatura powietrza dolotowego)
- 4 Czujnik ECT (Temperatura płynu chłodzącego)
- 5 Sprzęgło sprężarki klimatyzacji
- 6 HO2S
- 7 Czujnik Halla w rozdzielaczu
- 8 Czujnik CKP (Położenie wału korbowego)
- 9 VSS (Czujnik prędkości pojazdu)
- 10 Czujnik MAP
- 11 Przekaznik główny
- 12 Włącznik zapłonu
- 13 Akumulator
- 14 Złącze serwisowe dla regulacji liczby oktanowej/korekty prędkości obrotowej biegu jałowego
- 15 Złącze do testu własnego
- 16 Elektroniczne sterowanie przekładnią (przekładnia automatyczna)
- 17 Przekaznik pompy paliwa
- 18 IFS (Bezwładnościowe odcinanie paliwa)
- 19 Pompa paliwa
- 20 Wtryskiwacze
- 21 Zawór elektromagnetyczny EVAP (Układ pochłaniania par paliwa)
- 22 Moduł zapłonu
- 23 Sterownik zapłonu EI (Zapłon elektroniczny)
- 24 Zawór IAC (Regulacja ilości powietrza biegu jałowego)
- 25 Komputer pokładowy
- 26 Wentylator

Sygnaly wejściowe i wyjściowe SFI





- |    |   |    |   |
|----|---|----|---|
| 1  | Czujnik MAF   | 18 | Elektroniczne sterowanie przekładnią (przekładnia automatyczna) |
| 2  | Sterownik zapłonu EI  | 19 | PATS (Układ biernego immobilizatora)                            |
| 3  | Czujnik CKP   | 20 | Przełącznik główny modułu EEC V                                 |
| 4  | Czujnik CMP   | 21 | Włącznik zapłonu  |
| 5  | Sonda lambda HO <sub>2</sub> S przed katalizatorem                  | 22 | Akumulator  |
| 6  | Przetwornik ciśnienia układu EGR                                    | 23 | Przełącznik pompy paliwa  |
| 7  | Czujnik PSP (Ciśnienie układu wspomagania kierownicy)               | 24 | IFS   |
| 8  | Czujnik CPP (Położenie pedału sprzęgła)                             | 25 | Pompa paliwowa w zbiorniku paliwa                               |
| 9  | Przełącznik PNP (Położenie parkowania i neutralne)                  | 26 | Wtryskiwacze  |
| 10 | VSS   | 27 | Zawór elektromagnetyczny EVAP                                   |
| 11 | Sprzęgło sprężarki klimatyzacji                                     | 28 | Zawór IAC   |
| 12 | Czujnik MAP   | 29 | Podciśnieniowy zawór przełączający                              |
| 13 | Czujnik TP  | 30 | Przetwornik ciśnieniowy układu EGR                              |
| 14 | Czujnik IAT   | 31 | Cewka zapłonowa EI (cewka zapłonowa cylindrów 4-6)              |
| 15 | Czujnik ECT   | 32 | Sterownik zapłonu EI (cylindry 4-6)                             |
| 16 | DLC (Złącze diagnostyczne)<br>Złącze serwisowe dla regulacji liczby | 33 | Układ elektroniczny wentylatora chłodnicy                       |
| 17 | oktanowej/korekty prędkości obrotowej biegu jałowego                |    |   |

## PCM EEC IV

PCM EEC IV to centrala układu sterowania pracą silnika.

Elementy elektroniczne są umieszczone na obwodach drukowanych. Zawierają cyfrowy element przełączający, elementy analogowe oraz stopnie wyjściowe mocy dla siłowników. W celu lepszego odprowadzania ciepła stopnie wyjściowe mocy są umieszczone na obudowie EEC IV.

60-stykowe złącze łączy PCM EEC IV z zasilaniem, czujnikami i siłownikami.

## Zasada działania PCM EEC IV

PCM EEC IV posiada następujące podzespoły:

- Konwerter analogowo-cyfrowy
- Układ kształtowania impulsów
- Mikrokomputer

Do wejścia PCM EEC IV są doprowadzone sygnały czujników. Ponieważ czujniki przesyłają tylko sygnały analogowe w postaci częstotliwości, napięcia przemiennego lub stałego, a mikroprocesor może przetwarzać tylko sygnały cyfrowe, sygnały analogowe muszą zostać przekształcone w sygnały cyfrowe.

Sygnal analogowy, np. napięcie narastające liniowo, jest obliczany za pomocą liczby impulsów (sprawdzany); liczba impulsów (cyfry) określa wartość cyfrową (binarną).

Napięcia stałe są przetwarzane przez konwerter analogowo-cyfrowy (A/D), napięcia przemienne i częstotliwości przez układ kształtowania impulsów (IF).

Sygnal analogowy oznacza:

- Sygnal podobny (analogiczny) do wartości pomiaru

Sygnal cyfrowy oznacza:

- Sygnal w postaci przeliczalnych cyfr

Mikrokomputer składa się z:

- Jednostki wejścia/wyjścia
- Mikroprocesora
- Pamięci stałej ROM (Pamięć tylko do odczytu)
- Pamięci parametrów pracy RAM (Pamięć z dostępem swobodnym)
- Pamięci KAM (Keep Alive Memory/pamięć stała) (tylko w pojazdach z regulowanym katalizatorem)
- Systemu szyn (przewody danych)

Przetworzone sygnały czujników (dane) są przesyłane z jednostki wejścia przez system szyn do mikroprocesora.

W mikroprocesorze przesłane dane są porównywane z charakterystyką i łączone w optymalny sygnał wyjściowy za pomocą programów obliczeniowych.

Charakterystyki i wszystkie programy (oprogramowanie) są zapisane na stałe w pamięci wartości stałych. Te dane są "wypalane" w pamięci wartości stałych podczas produkcji. Dlatego nie da się ich już zmienić i są przeznaczone dla danego rodzaju silnika. Z pamięci wartości stałych dane można wyłącznie odczytywać.

W pamięci parametrów pracy są zapisywane dane dostarczane przez czujniki, do momentu aż zostaną wywołane przez mikroprocesor lub zastąpione przez aktualniejsze dane. Zapisane dane są kasowane przy wyłączeniu zapłonu i muszą być stale odświeżane podczas jazdy. Wyniki obliczeń są również gromadzone w pamięci parametrów pracy, do momentu aż będą potrzebne do dalszych obliczeń.

Pamięć KAM jest częścią pamięci parametrów pracy. Zadaniem pamięci KAM jest zapisywanie ciśnienia atmosferycznego oraz ustalanie i zapisywanie odchyleń danych z elementów, które są związane z czasem ich eksploatacji. Do zapisywania i utrzymania zapisanych danych konieczne jest napięcie akumulatora. Zawartość pamięci jest kasowana po odłączeniu akumulatora.

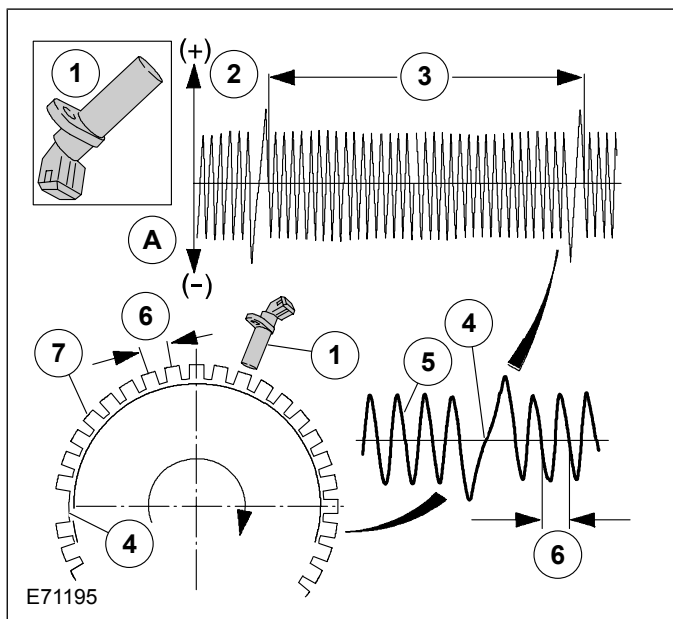
### **Strategia ograniczonego działania (LOS (Limited Operation Strategy))**

W razie zaprzestania działania PCM EEC IV, dawka wtryskiwanego paliwa pozostaje niezmieniona a moduł zapłonu lub sterownik zapłonu EI przejmuje funkcję włączania cewki zapłonowej ze stałym punktem zapłonu (10° przed ZG (przed Zwrotem głowicowym)). Pompa paliwa nadal pracuje przy włączaniu zapłonu. Dzięki tej strategii ograniczonego działania pojazd może dojechać do najbliższego serwisu firmy Ford, mimo znacznej utraty mocy i zwiększonego zużycia paliwa.

Jeśli PCM EEC IV stwierdzi, że sygnały danego czujnika wykroczyły poza normalny zakres działania, wykorzystuje zamiast tego sygnału czujnika określoną, wcześniej zaprogramowaną wartość. Umożliwia to dalszą pracę układu, nawet jeśli będzie to kosztem własności jezdnych,

osiągów pojazdu i zużycia paliwa. W takich przypadkach jest zapisywany kod usterki, aby ułatwić późniejszą diagnostykę usterek.

## Czujnik CKP



- A Sygnał CKP (przebieg napięcia podobny do sinusoidalnego)
- 1 Czujnik CKP
  - 2 Napięcie (V)
  - 3 36-1 impulsy na obrót wału korbowego (360°)
  - 4 Znak odniesienia (luka w wieńcu z 36-1 zębami)
  - 5 Środek zęba
  - 6 Podział 10°
  - 7 Wieniec zębaty 36-1 (koło zamachowe lub płyta zębata)

Znak odniesienia znajduje się 90° przed ZG (Zwrot głowicowy) (silnik 4-cylindrowy), 75° przed ZG (2,0 I DOHC-16V) i 60° przed ZG (silnik 6-cylindrowy).

### Miejsce zamontowania

W zależności od rodzaju silnika czujnik CKP jest umieszczony albo na kołnierzu łączącym silnika i przekładni w okolicy koła zamachowego lub przy bloku cylindrów w pobliżu tłumika drgań na wale korbowym.

### Zadanie/działanie

Czujnik CKP wyczuwa położenie wieńca zębatego/płyty zębatej z podziałem 36-1 na zasadzie indukcji. Pomiędzy zębami znajduje się określona luka. Służy ona modułowi PCM jako znak odniesienia położenia wału korbowego. Sygnał wejściowy (analogowy) CKP zostaje przekształcony w sygnał cyfrowy i wykorzystany przez PCM EEC IV do obliczenia prędkości obrotowej silnika i położenia wału korbowego w oparciu o brakujący występ na kole zamachowym.

Częstotliwość sygnału oraz wysokość amplitudy sygnału indukcyjnego czujnika CKP wzrastają proporcjonalnie do wzrostu prędkości obrotowej silnika.

Sygnał czujnika CKP służy do ustalania:

- położenia wału korbowego
- prędkości obrotowej silnika
- punktu zapłonu
- faz wtrysku paliwa

Zasada działania czujnika CKP jest zawsze taka sama. Różni się przetwarzanie sygnału.

W silniku 2,0 I DOHC z rozdzielaczem wysokiego napięcia sygnał CKP jest przesyłany bezpośrednio do PCM EEC IV.

W silnikach z układem EI sygnał CKP jest najpierw przesyłany do sterownika zapłonu EI, a stamtąd jako przetworzony sygnał dostaje się do PCM EEC IV.

Przyspieszenie koła zamachowego przy każdym suwie pracy powoduje zmianę sygnału CKP.

Podczas suwu pracy wskutek ciśnienia spalania na tłok oddziałuje przyspieszenie wału korbowego i tym samym koła zamachowego. Na przebiegu napięcia jest to widoczne po wyższej częstotliwości i amplitudach sygnału CKP.

**Objawy w razie wystąpienia usterki**

W przypadku usterki czujnika CKP nie ma żadnej funkcji zastępczej, silnik gaśnie lub nie daje się uruchomić.

**Czujnik Halla****Miejsce zamontowania**

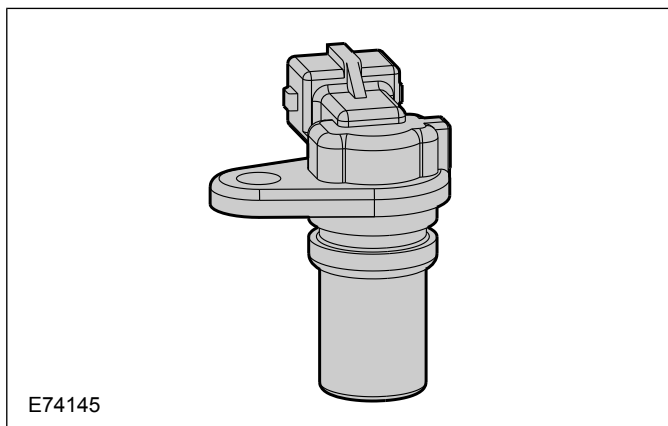
Czujnik Halla jest zamontowany w rozdzielaczu.

**Zadanie/działanie**

Czujnik Halla ustala prędkość obrotową silnika i przesyła tę informację przez moduł TFI do PCM EEC IV. Niektóre silniki V6 posiadają wirnik dzielony, w którym jedna przesłona otworowa jest szerokości 21°, a odpowiadająca szczelina 39°. Pozostałe pięć przesłon i szczelin mają szerokość 30°. Dzięki tej asymetrii PCM EEC IV rozpoznaje 1. cylinder i ustala kolejność wtrysku grup lub rzędów.

**Objawy w razie wystąpienia usterki**

W przypadku usterki czujnika Halla silnik gaśnie lub nie daje się uruchomić.

**Czujnik CMP****Miejsce zamontowania**

Czujnik CMP jest zamontowany po stronie ssącej lub wydechowej głowicy cylindrów, w zależności od silnika.

**Zadanie/działanie**

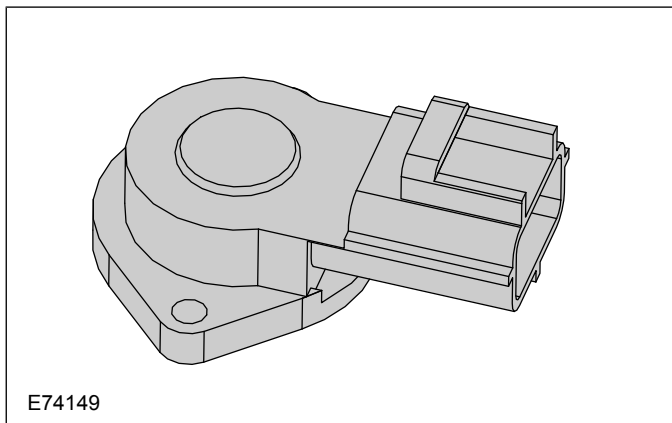
Czujnik CMP służy do rozpoznania 1. cylindra i dzięki temu do ustalenia kolejności wtrysku. Gdy tylko PCM zsynchronizuje sygnał CMP z sygnałem CKP, rozpoczyna się sekwencyjny wtrysk paliwa, gdy prędkość obrotowa silnika jest wyższa od wartości określonej w PCM EEC IV.

**Objawy w razie wystąpienia usterki**

Jeśli silnik zostanie uruchomiony bez sygnału CMP, istnieje możliwość, że wtrysk paliwa nastąpi z opóźnieniem o jeden obrót wału korbowego.

Brak sygnału CMP podczas pracy silnika nie ma żadnego znaczenia, gdyż synchronizacja następuje w fazie rozruchu.

## Czujnik TP



### Miejsce zamontowania

Czujnik TP jest zamocowany na wsporniku do korpusu przepustnicy i jest uruchamiany za pomocą wałka przepustnicy.

### Zadanie/działanie

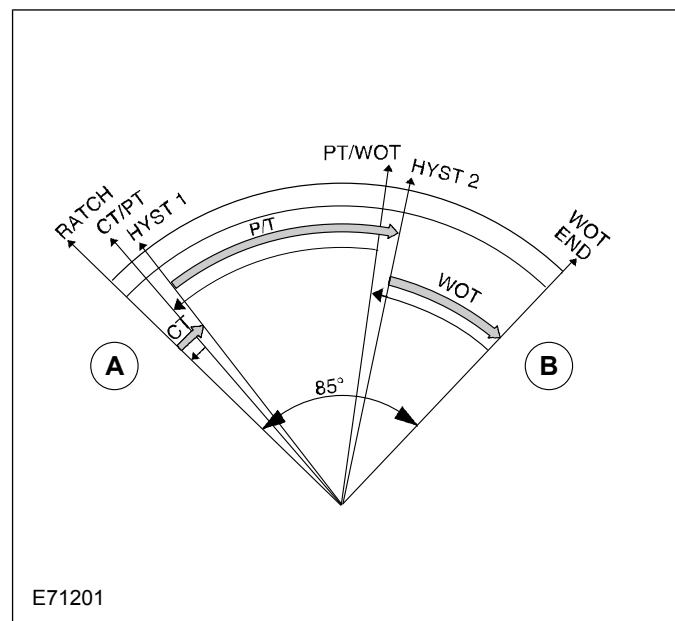
Czujnik TP przekazuje do PCM EEC IV informacje o aktualnym położeniu przepustnicy oraz prędkości przestawiania przepustnicy.

Ten sygnał jest wykorzystywany do następujących obliczeń:

- Prędkość obrotowa biegu jałowego
- Punkt zapłonu
- Poziom paliwa
- Sterowanie przełożeniami w sterowanych elektronicznie przekładniach automatycznych

Wychodząc od napięcia odniesienia wynoszącego 5 V, napięcie wyjściowe czujnika TP wynosi mniej więcej 0,8 do 4,7 V.

Odpowiada to zakresowi pomiaru potencjometru obrotowego czujnika od 0 do 85 stopni.



A TP odpowiada ok. 0,5 V

B TP odpowiada ok. 4,7 V

CT Zamknięta przepustnica

PT Częściowo otwarta przepustnica

WOT Pełne otwarcie przepustnicy

"Grzechotka" (ratch) oznacza najniższe położenie przepustnicy (wałek przy ograniczniku = bieg jałowy). Moduł PCM oblicza w tym położeniu wartość liczbową np. 170 counts (= 17,7°) i wie, że jest włączony bieg jałowy.

Wartość ta zostaje zapisana w pamięci stałej KAM i służy jako punkt odniesienia dla wszystkich możliwych położań przepustnicy.

Dzięki histerezie przejście z położenia częściowo otwartej przepustnicy w położenie zamkniętej przepustnicy i z położenia WOT (Pełne otwarcie przepustnicy) w położenie częściowo otwartej przepustnicy nie jest zbyt nagłe. Ten zakres przejściowy jest jak ogranicznik, który zapobiega bezpośredniej zmianie trybu na skutek ruchów pedału przyspiesznika.

Obszar działania czujnika TP jest podzielony na zakresy: "bieg jałowy (CT)", "częściowe obciążenie (PT)" i "pełne obciążenie (WOT)".

Zamknięcie przepustnicy służy do:

- regulacji prędkości obrotowej biegu jałowego
- odcinania paliwa podczas hamowania silnikiem

Częściowe otwarcie przepustnicy:

- rozpoczyna się, gdy przepustnica jest otwarta w ok. 5 %.
- Dokładne ustawienie stosunku powietrze-paliwo 14,7:1
- Surowszy zakres regulacji spalin
- Sterowanie układami związanymi z emisją spalin (np. EVAP, EGR)

Pełne otwarcie przepustnicy:

- rozpoczyna się, gdy przepustnica jest otwarta w ok. 70 %.
- Układ pracuje w otwartej pętli.
- Przy rozruchu zalanego silnika nie jest wtryskiwane paliwo.

### Objawy w razie wystąpienia usterki

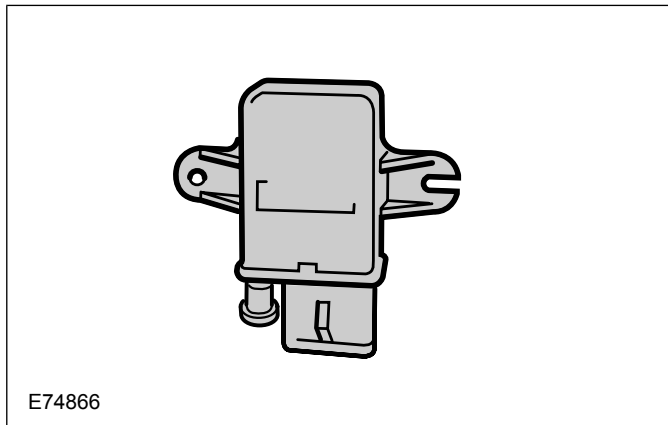
W przypadku usterki czujnika TP wykorzystywana jest wartość zastępcza obliczona w PCM EEC IV. Składa się ona z sygnału prędkości obrotowej i informacji o zassanej masie powietrza. W zależności od silnika może to doprowadzić do wahań biegu jałowego oraz szarpania przy przyspieszaniu.

### Wskazówki dotyczące diagnostyki

Pęknięcia włoskowate lub podobne uszkodzenia czujnika TP mogą przy niskich temperaturach prowadzić do usterek, które być może nie będą się pojawiać gdy silnik jest rozgrzany.

## Czujnik MAP

### Miejsce zamontowania



Czujnik MAP jest zamontowany, w zależności od pojazdu, przy przegrodzie czołowej lub w okolicy czaszy zawieszenia.

### Zadanie/działanie

Czujnik MAP mierzy podciśnienie w kolektorze ssącym. Otrzymuje od PCM EEC IV napięcie odniesienia w wysokości 5 V, które jest przekształcane w częstotliwość proporcjonalną do warunków podciśnienia. Ta częstotliwość jest przesyłana z powrotem do PCM EEC IV i wynosi od 80,9 do 162,4 Hz.

Na podstawie sygnału czujnika MAP oraz czujnika IATPCM EEC IV oblicza masę powietrza zasysaną przez silnik.

Przy szeroko otwartej przepustnicy (WOT) lub przy włączonym zapłonie (silnik wyłączony) czujnik MAP mierzy ciśnienie atmosferyczne, które jest zapisywane w pamięci KAM modułu PCM EEC IV. Zmierzona wartość ciśnienia atmosferycznego jest zapisywana na nowo przy szeroko otwartej przepustnicy (WOT) w połączeniu z różnicą ciśnienia atmosferycznego w pamięci KAM. Dzięki temu można uniknąć utraty mocy przy jeździe na trasach górskich i w dolinach.

Ciśnienie w kolektorze ssącym jest wykorzystywane do następujących obliczeń:

- Prędkość obrotowa biegu jałowego
- Punkt zapłonu
- Poziom paliwa

### Objawy w razie wystąpienia usterki

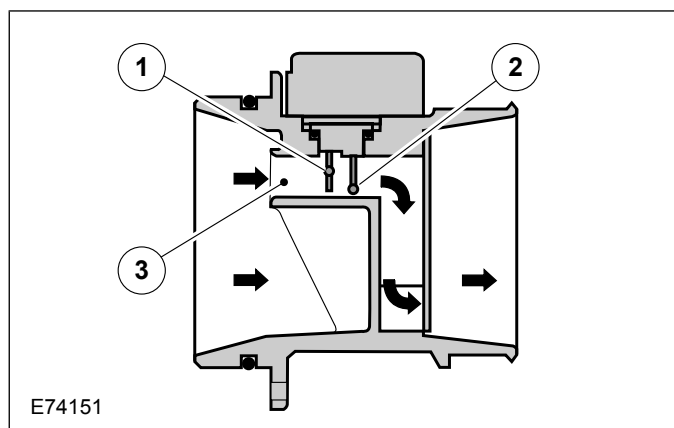
W przypadku usterki czujnika MAP moduł PCM EEC IV oblicza wartość zastępczą z prędkości obrotowej oraz informacji czujnika TP.

### Wskazówki dotyczące diagnostyki

Częstotliwość czujnika MAP może zostać zmierzona za pomocą obrotomierza lub miernika częstotliwości.

## Czujnik MAF

### Miejsce zamontowania



- 1 Gorący drut
- 2 Czujnik temperatury powietrza
- 3 Kanał boczny

Czujnik MAF jest zamontowany w układzie dolotowym za filtrem powietrza.

### Zadanie/działanie

Czujnik MAF działa na zasadzie gorącego drutu i mierzy masę powietrza zasysaną przez silnik, niezależnie od gęstości powietrza, tzn. ciśnienie i temperatura powietrza nie mają wpływu na wyniki pomiaru.

Czujnik MAF wysyła napięcie w zależności od zasysanej masy powietrza.

Zasysane powietrze przepływa w obudowie przepływomierza masowego powietrza przez zwężkę Venturiego. Podciśnienie powstałe na skutek zastosowania zwężki zasysa określoną ilość powietrza przez kanał boczny. W kanale bocznym znajduje się gorący drut oraz sonda temperatury powietrza. Elektroniczny układ sterujący zapewnia, że gorący drut jest zawsze o 200 °C cieplejszy od sondy temperatury powietrza. Zmiana prądu grzejącego jest mierzona za pomocą rezystora precyzyjnego jako spadek napięcia, wzmacniana w obwodzie elektronicznym i przesyłana do PCM EEC IV jako wartość masy powietrza.

Wartość masy powietrza jest wykorzystywana do następujących obliczeń:

- Prędkość obrotowa biegu jałowego
- Punkt zapłonu
- Poziom paliwa

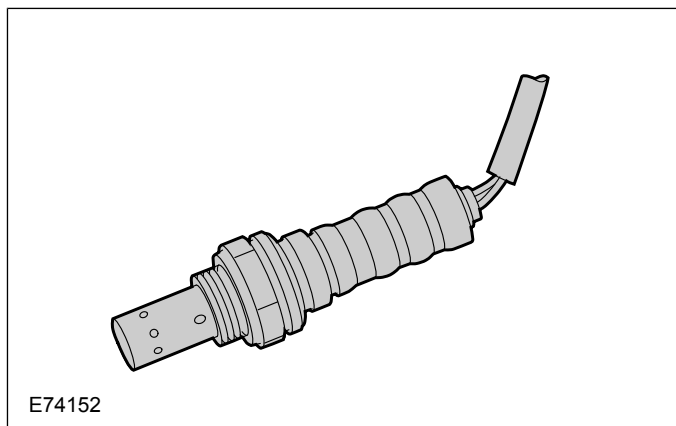
### Objawy w razie wystąpienia usterki

W przypadku usterki czujnika MAF moduł PCM EEC IV oblicza wartość zastępczą na podstawie prędkości obrotowej oraz informacji czujnika TP.



## Czujnik HO2S

### Miejsce zamontowania



Czujnik HO2S jest zamontowany, w zależności od pojazdu, bezpośrednio w rurze rozgałęzionej lub w kolektorze wydechowym.

### Zadanie/działanie

Czujnik HO2S informuje PCM EEC IV o zawartości tlenu w spalinach. Na podstawie tej informacji moduł PCM EEC IV reguluje mieszankę paliwowo-powietrzną w zamkniętej pętli.

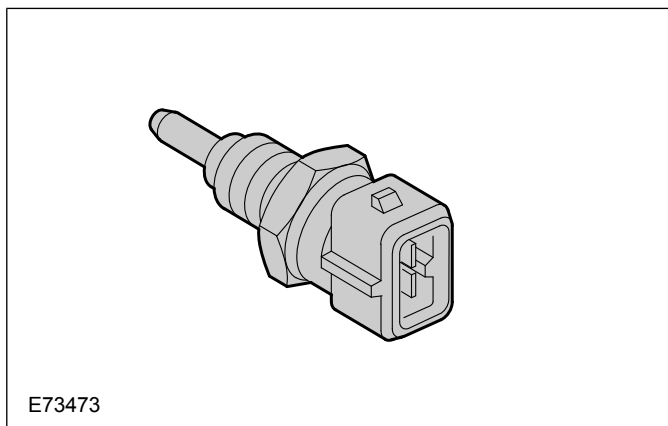
Przy wartości lambda w okolicy 1 czujnik HO2S powoduje skok sygnału, dzięki czemu jednoznacznie rozpoznawana jest zmiana mieszanki z bogatej na ubogą i na odwrót. Z powodu ciągłego dążenia w obwodzie regulacji do zmiany mieszanki w strumieniu spalin jest nadmiar tlenu, po czym następuje niedobór tlenu. Dzięki temu w TWC (Katalizator trójdrożny) powstają warunki do przekształcenia szkodliwych substancji w nieszkodliwe związki.

### Objawy w razie wystąpienia usterki

W przypadku usterki czujnika HO2SPCM EEC IV przechodzi z działania w zamkniętej pętli na działanie w otwartej pętli.

## Czujnik IAT

### Miejsce zamontowania



Czujnik IAT znajduje się w układzie dolotowym.

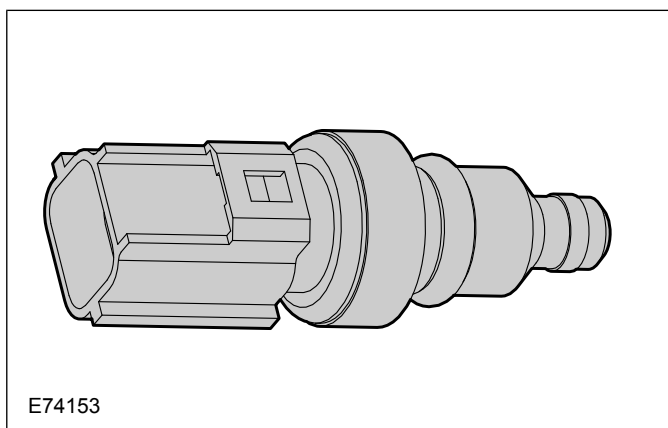
### Zadanie/działanie

Sygnały czujnika IAT są wykorzystywane jako wartości korekcyjne dla czujnika MAP. W ten sposób można wyrównać różne temperatury powietrza i dzięki temu różny stopień napełnienia cylindra.

IAT jest potrzebna do obliczenia ilości paliwa.

## Czujnik ECT

### Miejsce zamontowania



Czujnik ECT znajduje się w małym obiegu płynu chłodzącego silnika.

### Zadanie/działanie

Czujnik ECT mierzy aktualną temperaturę płynu chłodzącego. W zależności od temperatury płynu chłodzącego zmienia się rezystancja i zarazem spadek napięcia na czujniku.

Wartość temperatury płynu chłodzącego jest wykorzystywana do następujących obliczeń:

- Prędkość obrotowa biegu jałowego
- Punkt zapłonu
- Poziom paliwa

### Objawy w razie wystąpienia usterki

W przypadku braku sygnału czujnika ECT wentylator chłodnicy jest ciągle sterowany.

Przy włączeniu zapłonu przejmowana jest wartość czujnika IAT. Jeśli silnik pracuje, temperatura obliczana jest na podstawie zapisanej w PCM charakterystyki temperatury, odpowiednio do czasu pracy silnika. Ta wartość zastępcza stanowi następnie podstawę do obliczenia dawki paliwa oraz punktu zapłonu.

W przypadku usterki czujnika ECT układ klimatyzacji nie jest już włączany.

### Czujnik temperatury paliwa

#### Miejsce zamontowania

Czujnik temperatury paliwa jest zamontowany w szynie paliwowej. Nie styka się bezpośrednio z paliwem. Pomiar temperatury odbywa się za pomocą płytki pośredniej w szynie.

### Zadanie/działanie

Czujnik temperatury paliwa zamyka obwód, gdy temperatura szyny paliwowej wzrośnie do określonej wartości, wtedy, gdy gorący silnik zostanie ponownie włączony po pewnej przerwie.

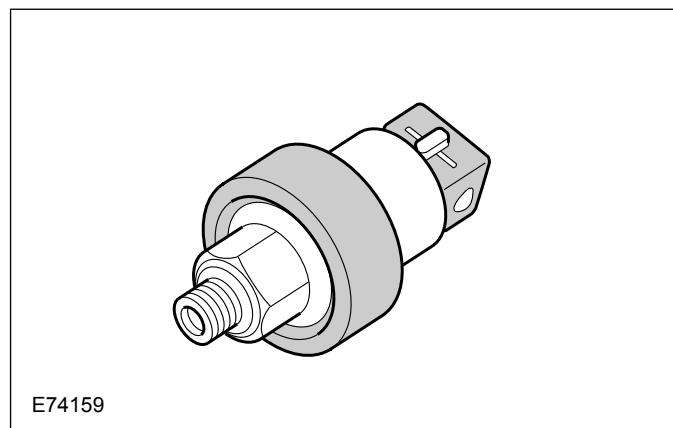
Przy rozruchu rozgrzanego silnika czujnik temperatury paliwa przesyła sygnał do PCM EEC IV. Na podstawie tego sygnału oraz sygnałów innych czujników moduł PCM EEC IV decyduje o czasie otwarcia wtryskiwaczy i w ten sposób zapewnia optymalny rozruch rozgrzanego silnika.

### Objawy w razie wystąpienia usterki

Pogarsza się rozruch rozgrzanego silnika.

### Przełącznik PSP

#### Miejsce zamontowania



Przełącznik PSP jest zamontowany, w zależności od pojazdu, przy pompie układu wspomagania kierownicy lub w przewodzie ciśnieniowym układu wspomagania kierownicy.

### Zadanie/działanie

W zależności od rodzaju silnika, przełącznik PSP jest otwarty lub zamknięty, gdy nie jest pod ciśnieniem.

Przy określonym ciśnieniu oleju w razie zadziałania układu kierowniczego przełącznik otwiera się lub zamyka i przekazuje do modułu PCM EEC IV sygnał regulacji prędkości obrotowej biegu jałowego.

### Objawy w razie wystąpienia usterki

W razie zadziałania układu kierowniczego na biegu jałowym może dojść do wahań prędkości obrotowej lub gaśnięcia silnika, ponieważ nie odbywa się już dostosowanie mieszanki i zapłonu.

## Przetwornik ciśnienia układu EGR

### Miejsce zamontowania

Przetwornik ciśnienia układu EGR znajduje się w komorze silnika i jest podłączony dwoma elastycznymi przewodami do miejsca pomiaru ciśnienia różnicowego w przewodzie sztywnym układu recyrkulacji spalin przed zaworem EGR.

### Zadanie/działanie

Gdy zawór EGR otwiera się i spaliny przepływają przez przewód sztywny, w miejscu gdzie znajduje się zwężka powstaje ciśnienie różnicowe, które jest mierzone przez przetwornik ciśnienia układu EGR i odbierane przez moduł PCM EEC IV jako zmienny sygnał napięcia stałego. Zmierzone ciśnienie różnicowe stanowi wartość odniesienia dla ilości spalin, która jest faktycznie recyrkulowana.

Ten sygnał wejściowy służy do określania optymalnego strumienia spalin recyrkulowanych przez układ EGR oraz do korekty punktu zapłonu.

## Przełącznik PNP

### Zadanie/działanie

**Wskazówka:** Przełącznik PNP jest wykorzystywany tylko w pojazdach z przekładnią automatyczną.

Przesyła on sygnał położenia „parkowanie“ i „neutralne“ przekładni automatycznej do modułu PCM EEC IV, aby można było uruchomić ponownie silnik.

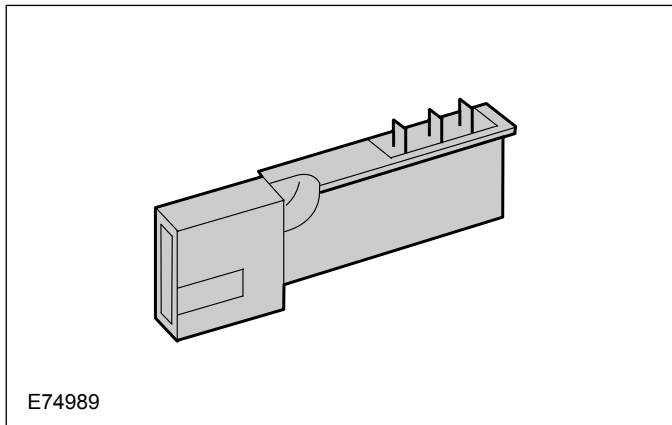
Po ocenie sygnałów wejściowych moduł PCM EEC IV dokonuje dostosowania obciążenia biegu jałowego poprzez dostosowanie zapłonu i mieszanki.

### Objawy w razie wystąpienia usterki

Nie można uruchomić pojazdu lub pojazd można uruchomić w każdym położeniu dźwigni zmiany biegów, w zależności od rodzaju usterki.

## Moduł zapłonu

### Miejsce zamontowania



### Wskazówka: Wymontowany moduł zapłonu w pojazdach z rozdzielaczem

Moduł zapłonu może być umieszczony bezpośrednio przy rozdzielaczu lub w pojazdach z czujnikiem CKP na wsporniku w komorze silnika.

### Zadanie/działanie

Czujnik Halla w rozdzielaczu ustala prędkość obrotową i położenie wału korbowego i przesyła tą informację do modułu zapłonu oraz do PCM EEC IV. Sygnał prostokątny z czujnika Halla służy w PCM EEC IV do obliczania kąta wyprzedzania zapłonu, który zależy od prędkości obrotowej. Moduł PCM EEC IV wysyła sygnał prostokątny do modułu zapłonu. Na podstawie tego sygnału jest włączany lub wyłączany obwód pierwotny modułu zapłonu.

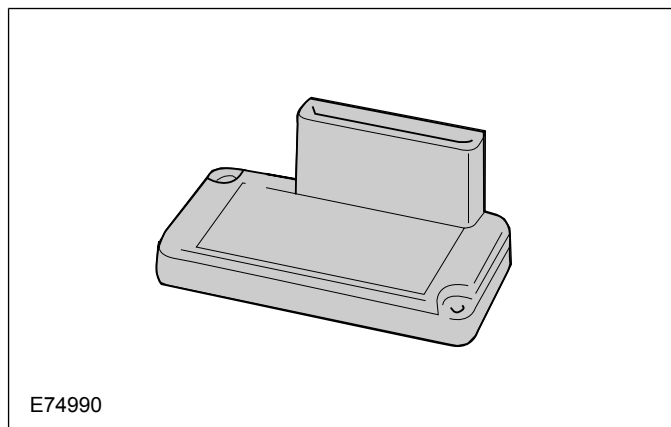
W pojazdach z czujnikiem CKP (silnik 2,0 I DOHC) sygnał położenia wału korbowego i prędkości obrotowej jest przesyłany tylko do PCM EEC IV. Ten sygnał jest w PCM EEC IV przekształcany na formę cyfrową i przesyłany do modułu zapłonu. Na podstawie tego sygnału jest włączany lub wyłączany obwód pierwotny modułu zapłonu.

## Objawy w razie wystąpienia usterki

W przypadku usterki w module zapłonu nie można uruchomić silnika. W pojazdach, w których moduł zapłonu jest umieszczony przy rozdzielaczu, silnik może być uruchamiany ze stałym kątem wyprzedzania zapłonu ( $10^\circ$  przed ZG), jeśli sygnał z PCM EEC IV nie jest przesyłany do modułu zapłonu.

## Sterownik zapłonu EI

### Miejsce zamontowania



Sterownik zapłonu EI jest zamontowany albo oddzielnie w komorze silnika lub stanowi integralną część PCM EEC IV.

### Zadanie/działanie

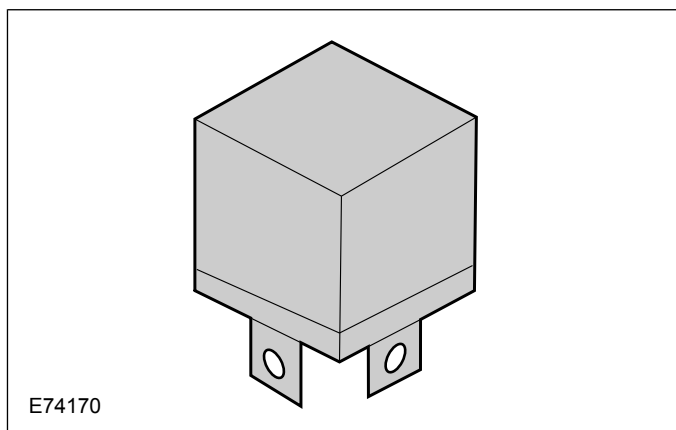
Sterownik zapłonu EI spełnia następujące zadania:

- Przekształcanie sygnału CKP w sygnał cyfrowy
- Sterowanie optymalnym czasem zamknięcia obwodu pierwotnego
- Sterowanie obwodami pierwotnymi cewek zapłonowych EI oraz wyzwalanie zapłonu zgodnie z kolejnością zapłonu

- Sterowanie obwodem pierwotnym w strategii ograniczonego działania (LOS) na 10° przed ZG
- Wykonanie diagnostyki własnej w celu wykrycia możliwych usterek sterownika zapłonu EI

## Przełącznik pompy paliwa

### Miejsce zamontowania



Przełącznik pompy paliwa znajduje się, w zależności od pojazdu, w BJB (Skrzynka przyłączowa akumulatora) lub w CJB (Centralna skrzynka połączeniowa).

### Zadanie/działanie

Przełącznik pompy paliwa jest sterowany przez PCM i zasila pompę paliwa.

Gdy włącznik zapłonu znajduje się w położeniu „II“, przełącznik pompy paliwa włączany jest przez PCM EEC IV na kilka sekund. Pompa paliwa działa w tym czasie i powoduje wzrost ciśnienia paliwa.

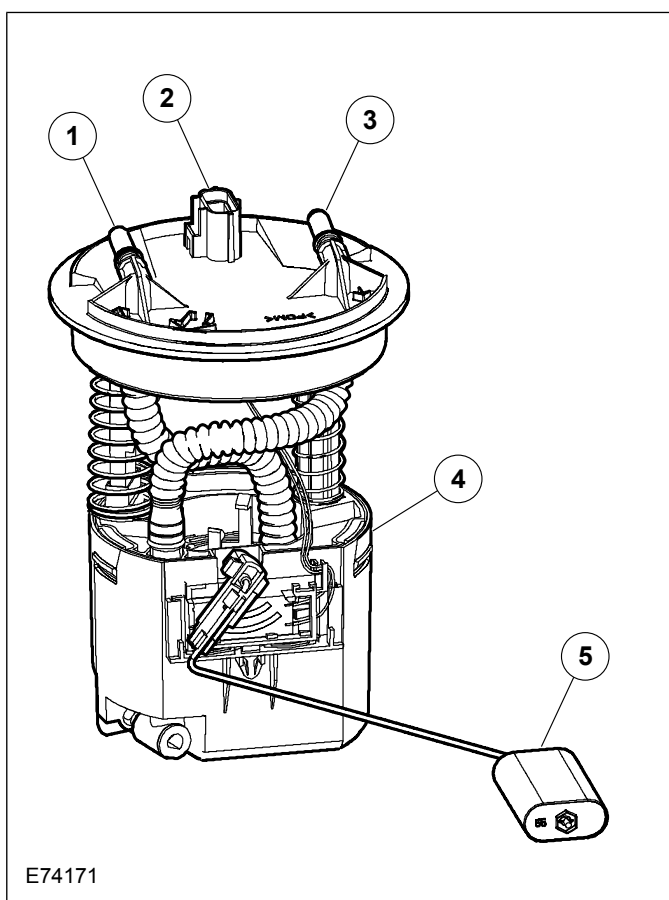
Jak tylko PCM EEC IV otrzyma sygnał prędkości obrotowej z czujnika Halla lub z czujnika CKP, przełącznik pompy paliwa jest sterowany.

## Objawy w razie wystąpienia usterki

Pompa paliwa nie jest zasilana i nie można zwiększyć ciśnienia paliwa. Nie można uruchomić silnika.

## Zespół pompy i czujnika poziomu paliwa

### Miejsce zamontowania



- 1 Dopływ paliwa
- 2 Złącze elektryczne
- 3 Powrót paliwa
- 4 Zintegrowana elektryczna pompa paliwa
- 5 Zespół czujnika poziomu paliwa

Zespół pompy i czujnika poziomu paliwa jest zamontowany w zbiorniku paliwa.

### Zadanie/działanie

Zespół pompy i czujnika poziomu paliwa składa się z czujnika poziomu paliwa, filtra oraz pompy paliwa.

Pompa paliwa tłoczy paliwo ze zbiornika do układu wtryskowego.

Pompa paliwa to pompa gerotorowa.

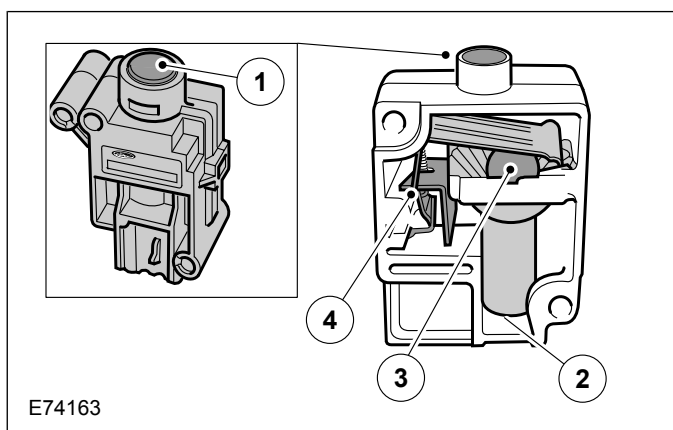
Czujnik poziomu paliwa zespołu pompy i czujnika poziomu paliwa komunikuje się z zestawem wskaźników.

### Objawy w razie wystąpienia usterki

Gdy paliwo nie jest tłoczone, nie można uruchomić silnika.

### Wyłącznik IFS

#### Miejsce zamontowania



- 1 Przycisk cofania do zamykania obwodu (po otwarciu)
- 2 Gniazdo kulki z magnesem
- 3 Kulka
- 4 Wyłącznik

Wyłącznik IFS znajduje się, w zależności od pojazdu, na słupku A lub w bagażniku.

### Zadanie/działanie

Wyłącznik IFS przerywa przy silnych wstrząsach (zwolnienie przy uderzeniu) obwód do pompy paliwa.

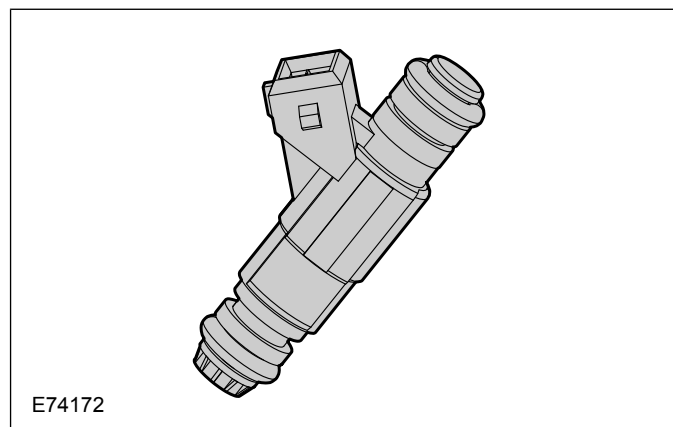
Wyłącznik IFS to elektryczny włącznik/wyłącznik, który działa na zasadzie bezwładności. Przy dużym zwolnieniu (prędkość zderzenia powyżej 20 km/godz.) kulka pokonuje siłę magnesu, która trzyma ją w miejscu. Powoduje to wciśnięcie wyłącznika IFS do góry i przerwanie obwodu. W celu zamknięcia obwodu (po otwarciu) wyłącznik IFS musi zostać wciśnięty do dołu ręcznie za pomocą przełącznika cofania.

### Objawy w razie wystąpienia usterki

Pompa paliwa nie jest już sterowana.

### Wtryskiwacze

#### Miejsce zamontowania



W głowicy cylindrów, na szynie paliwowej.

### Zadanie/działanie

Wtryskiwacze zbudowane są z obudowy z kanałami paliwa, cewki i iglicy z twornikiem magnetycznym. Paliwo dopływa przez sito gęste.

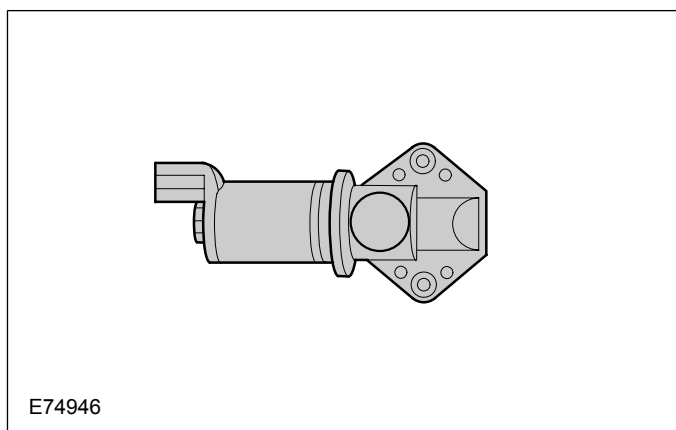
Wtryskiwacze są sterowane w sposób przerywany za pomocą modułu PCM EEC IV. W zależności od pojazdu sterowanie odbywa się w grupach, rzędach lub sekwencyjnie.

Dawka paliwa jest regulowana poprzez czas otwarcia wtryskiwaczy oraz dostępne ciśnienie paliwa.

Jeśli dojdzie do usterki PCM EEC IV, włącza się strategia ograniczonego działania, która ustala stałą wartość czasu wtrysku i tym samym dawki wtrysku.

## Zawór IAC

### Miejsce zamontowania



Zazwyczaj zawór IAC jest zamocowany do komory zbiorczej powietrza za korpusem przepustnicy. Nieraz znajduje się w układzie dolotowym przed korpusem przepustnicy i jest połączony z komorą zbiorczą powietrza za pomocą elastycznego przewodu obejściowego.

### Zadanie/działanie

Zawór IAC posiada twornik magnetyczny pod napięciem sprężyny, do którego moduł PCM EEC IV doprowadza różne natężenie prądu. Otwór zaworu i zarazem ilość powietrza, która omija przepustnicę, jest sterowana odpowiednio do

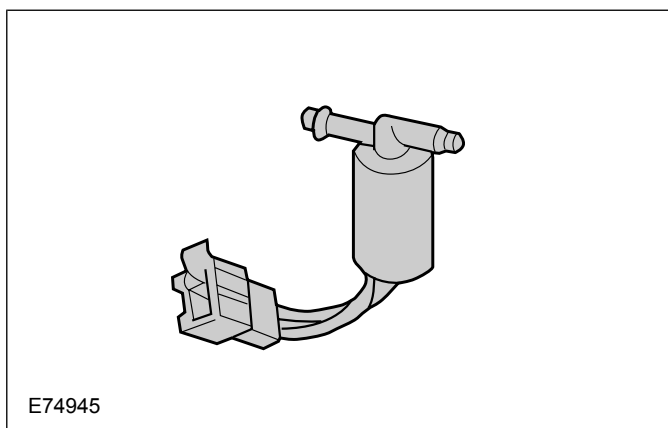
natężenia prądu oraz siły sprężyny. PCM EEC IV ustala na podstawie sygnału prędkości obrotowej silnika, która jest następnie porównywana z informacją o temperaturze oraz obciążeniu, wartość odniesienia, według której steruje zaworem IAC. Dzięki temu dochodzi do stabilizacji prędkości obrotowej biegu jałowego.

### Objawy w razie wystąpienia usterki

W zależności od pojazdu może dojść do wahania prędkości obrotowej lub gaśnięcia silnika.

## Zawór elektromagnetyczny EVAP

### Miejsce zamontowania



Zawór elektromagnetyczny EVAP należy do układu EVAP. Zawór elektromagnetyczny EVAP znajduje się zawsze pomiędzy zbiornikiem par paliwa a przewodem podciśnienia do kolektora ssącego.

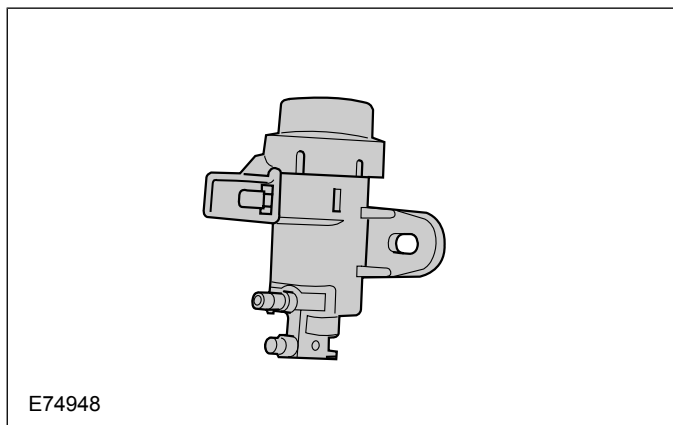
### Zadanie/działanie

Przy pracującym silniku i w określonych warunkach pracy zawór elektromagnetyczny EVAP jest sterowany przez PCM EEC IV poprzez taktowanie masą z częstotliwością 10 Hz. Powoduje to otwarcie zaworu elektromagnetycznego EVAP, a podciśnienie w kolektorze ssącym zasysa powietrze z zewnątrz poprzez filtr z węglem

aktywnym w zbiorniku par paliwa, co powoduje zabranie nagromadzonych węglowodorów, które przedostają się do komór spalania.

### Regulator podciśnienia EGR

#### Miejsce zamontowania



Regulator podciśnienia EGR jest zamocowany na wsporniku do przegrody czołowej.

#### Zadanie/działanie

Regulator podciśnienia EGR jest połączony za pomocą elastycznych przewodów z korpusem przepustnicy i zaworem EGR. Regulator podciśnienia EGR to sterowany przez PCM EEC IV przełącznik elektromagnetyczny, który steruje zaworem EGR za pomocą podciśnienia.

W położeniu spoczynkowym moduł PCM EEC IV nie realizuje taktowania masą regulatora podciśnienia EGR. Powoduje to zamknięcie regulatora podciśnienia EGR przez ciśnienie w kolektorze ssącym, a do przewodu sterującego do zaworu EGR przedostaje się powietrze. Zawór EGR pozostaje zamknięty.

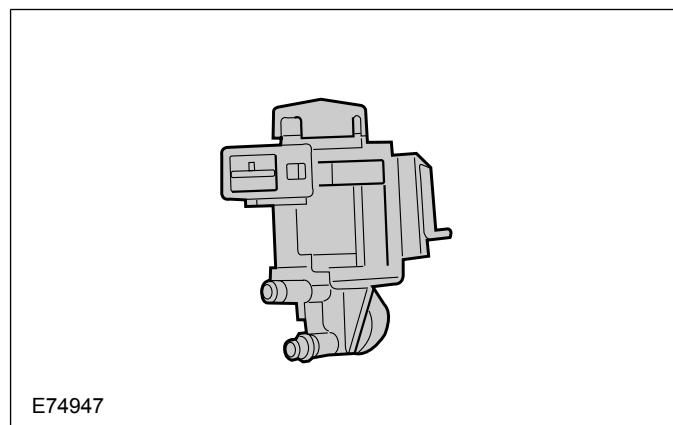
Jeśli regulator podciśnienia EGR jest sterowany przez PCM EEC IV, uwalnia określoną ilość podciśnienia, która następnie działa na zawór EGR.

#### Objawy w razie wystąpienia usterki

Jeśli przewód sterujący regulatora podciśnienia EGR jest zwarty do masy, zawór EGR jest stale otwarty. Wpływa to na pracę silnika. W przypadku usterki regulatora podciśnienia EGR układ EGR nie działa.

### Elektromagnetyczny zawór podciśnieniowy

#### Miejsce zamontowania



Elektromagnetyczny zawór podciśnieniowy jest zamocowany na wsporniku do przegrody czołowej.

#### Zadanie/działanie

Elektromagnetyczny zawór podciśnieniowy jest stosowany w następujących układach dodatkowego powietrza:

- Doprowadzanie dodatkowego powietrza
- PAIR (Pulsacyjne doprowadzenie dodatkowego powietrza)

Elektromagnetyczny zawór podciśnieniowy to zawór wł./wył. i jest przełączany przez PCM EEC IV. Posiada wejście i wyjście dla podciśnienia.



Zawór otwiera się podczas wzbudzenia cewki magnetycznej przez moduł PCM EEC IV i otwiera przejście pomiędzy obydwoma złączami podciśnieniowymi.

W układzie doprowadzania powietrza elektromagnetyczny zawór podciśnieniowy jest włączany i wyłączany w zależności od temperatury.

W układzie dodatkowego powietrza zawór jest zazwyczaj włączony podczas fazy rozgrzewania oraz w "otwartej pętli" i wyłączany przez moduł PCM EEC IV podczas stosowania układu regulacji lambda.

### **Objawy w razie wystąpienia usterki**

Jeśli przewód sterujący elektromagnetycznego zaworu podciśnieniowego jest zwarty do masy, zawór dodatkowego doprowadzania powietrza jest stale otwarty. Świeże powietrze przedostaje się do poszczególnych kanałów spalin; dochodzi do spalania jeszcze niespalonych węglowodorów i tlenku węgla. Prowadzi to do przegrzania kolektora wydechowego. W przypadku usterki elektromagnetycznego zaworu podciśnieniowego układ nie działa.

## **Pojazdy z MFI**

Pojazdy z MFI posiadają trzystykowe złącze dla testera STAR. Za pomocą tego złącza można odczytać kody usterek. Wyjaśnienie kodów usterek pojawiających się podczas testu własnego oraz odpowiednie kroki w celu usunięcia usterek można znaleźć w literaturze warsztatowej.

## **Pojazdy z sekwencyjnym wtryskiem paliwa**

Diagnostykę sekwencyjnego wtrysku paliwa z PCM EEC IV można wykonywać, w zależności od modelu, za pomocą wszystkich trzech rodzajów złączy

- 3-stykowe złącze dla testera STAR
- 2-stykowe, szeregowo złącze SCL
- 16-stykowe złącze DLC

Podczas diagnostyki FDS-2000 układu sterowania pracą silnika można wykonać następujące istotne testy:

- Pełna diagnostyka
- Toolbox (skrzynka narzędziowa)
- Pomiary wyrwykowe
- Wielofunkcyjny miernik cyfrowy

Podczas "pełnej diagnostyki" przeprowadzane są statyczne i dynamiczne diagnostyki przewodów, czujników i siłowników (pomiar rezystancji i napięcia).

Za pomocą opcji "Toolbox" (skrzynka narzędziowa) można przeprowadzić pojedyncze testy czujników i siłowników.

Za pomocą funkcji "pomiar wyrwykowe" można rejestrować chwilowe dane wybranych czujników i siłowników podczas pracy silnika.

Za pomocą "wielofunkcyjnego miernika cyfrowego" można przeprowadzić poszczególne pomiary w przewodach PCM EEC IV podając dane oznaczenie połączenia (oznaczenie styków).

## **Regulacja liczby oktanowej/korekta prędkości obrotowej biegu jałowego**

Niektóre pojazdy posiadają złącze serwisowe. Za pomocą kabla serwisowego można dokonać regulacji liczby oktanowej (np. w przypadku stosowania paliwa o niższej liczbie oktanowej lub ewentualnej pracy stukowej silnika).

Odpowiednie przewody w kablu serwisowym są w tym celu podłączane do masy. W zależności od wykalibrowania modułu oraz podłączenia kabla serwisowego cała krzywa charakterystyczna kąta wyprzedzenia zapłonu jest przestawiana o 2°, 4° lub 6° w kierunku "później". W nowszych silnikach podłączenie kabla serwisowego powoduje przestawienie określonych krytycznych obszarów charakterystyki zapłonu w kierunku "później".

Za pomocą złącza masy kabla serwisowego (żółty przewód) można dokonać korekty prędkości obrotowej biegu jałowego. Zmiana prędkości obrotowej biegu jałowego jest różna, w zależności od silnika.