



AFR – samochodowy wskaźnik nadmiaru powietrza



AFR to Air-Fuel Ratio, czyli dosłownie stosunek powietrza i paliwa.

Prawidłowo wyregulowane silniki benzynowe spalają mieszankę paliwa i powietrza, w której składniki te zmieszane są w odpowiednich proporcjach. Mieszanka stechiometryczna to mieszanka o idealnej proporcji ilości paliwa i powietrza, kiedy paliwo jest wykorzystane najwydajniej jak to możliwe, a spaliny zawierają akceptowalnie niewielką ilość szkodliwych substancji. Na podstawie sygnału z sondy lambda i innych czujników sterownik silnika ECU próbuje tak dobrać ilość wtryskiwanego paliwa, żeby silnik pracował z mieszanką stechiometryczną, przy czym tak naprawdę mieszanka prawie nigdy nie jest idealnie stechiometryczna i oscyluje pomiędzy ubogą i bogatą, których właściwości zostały podsumowane w tabeli 1.

Prezentowany układ steruje dwukolorową diodą LED zależnie od napięcia na wyjściu sondy lambda i informuje kierowcę o tym, czy silnik zasilany jest ubogą, czy bogatą mieszanką paliwowo-powietrzną. Pozwala to wykryć wadliwe działanie silnika lub instalacji LPG, a także informuje, kiedy silnik nie zużywa paliwa podczas hamowania, a kiedy pracuje z bogatą mieszanką podczas gwałtownego przyspieszania.

Opis układu

Sonda lambda zamontowana jest w kolektorze wydechowym i mierzy zawartość tlenu w spalinach. Napięcie z sondy lambda powyżej 0,5V oznacza, że silnik jest zasilany mieszanką bogatą, a poniżej 0,5V mieszanką ubogą.

Schemat urządzenia pokazany jest na rysunku 1. Zasilanie (z 12-woltowej instalacji samochodowej) dołączone jest

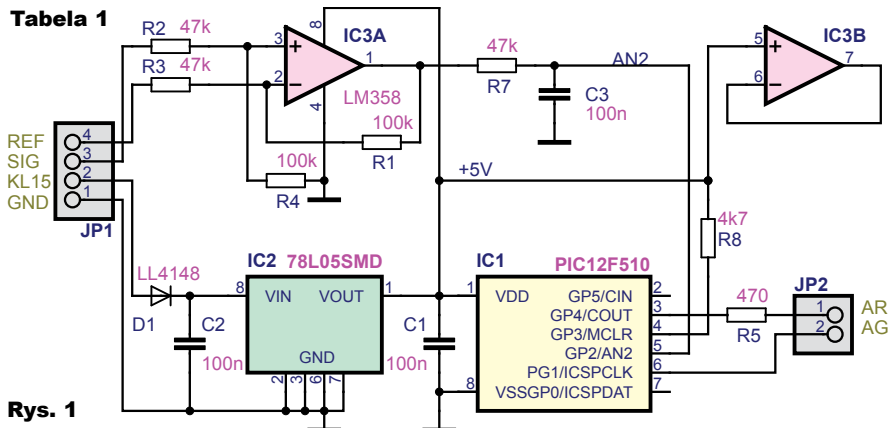
do kontaktów KL15 i GND. KL15 to używane w branży motoryzacyjnej oznaczenie linii, na którą napięcie akumulatora podawane jest, kiedy zapłon jest włączony. Elementy C1, C2 oraz IC2 to zasilacz napięcia 5V dla mikrokontrolera IC1, dioda D1 chroni układ przed błędną polaryzacją napięcia zasilającego. Sygnał z sondy lambda podany jest na kontakty SIG i REF, skąd przez wzmacniacz różnicowy R1...R4 i IC3A trafia do przetwornika ADC w mikrokontrolerze IC1. Wzmacniacz różnicowy zapewnia dużą impedancję wejściową układu i jest niezbędny, bo sygnał z sondy lambda nie zawsze jest podawany względem masy pojazdu. Zakres napięć wyjściowych użytego wzmacniacza LM358 wynosi od

0V do około 3V, dlatego wzmacnienie napięciowe ustalono na około 2,13x. W ten sposób wykorzystana jest wprawdzie tylko część zakresu napięć wejściowych przetwornika ADC w mikrokontrolerze, ale układ i tak wskazuje wartości orientacyjne, więc taka utrata precyzji jest dopuszczalna.

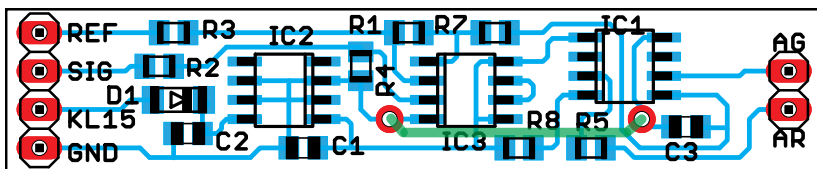
Elementy R7 i C3 tworzą filtr dolnoprzepustowy, dodatkowo C3 zapewnia małą impedancję źródła sygnału dla przetwornika ADC. Do kontaktów AR i AG podłączona jest dwukolorowa dioda LED o dwóch wyprowadzeniach, sterowana z pinów 3 i 6 mikrokontrolera IC1. W zależności od polaryzacji napięcia zaświecana jest czerwona lub zielona struktura, a dzięki takiemu połączeniu

Mieszanka bogata	Mieszanka uboga
<p>Dużo paliwa. Mało tlenu (powietrza). Resztki niespalonego paliwa w spalinach. Większe zużycie paliwa, ryzyko uszkodzenia katalizatora, wyższa emisja tlenu węgla.</p>	<p>Mało paliwa. Dużo tlenu (powietrza). Resztki niespalonego tlenu w spalinach. Wysoka temperatura spalin, – ryzyko stopienia zaworów, wyższa emisja tlenków azotu.</p>

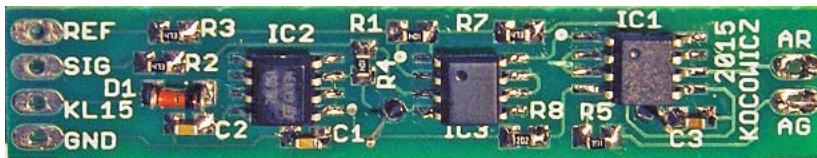
Tabela 1



Rys. 1



Rys. 2. Płytką w skali 200%



potrzebne są tylko dwa przewody. R8 to rezystor podciągający niezbędny do prawidłowego działania układu resetu mikrokontrolera. Wzmacniacz IC3B nie jest wykorzystany.

Program dla mikrokontrolera PIC12F510 został napisany w języku C i dostępny jest w Elportalu, zarówno w wersji źródłowej, jak też gotowej

wykonywalnej HEX do zaprogramowania procesora. Program został skompilowany w środowisku MPLAB X kompilatorem XC8. Mikrokontroler sygnalizuje włączenie zasilania czterema mignięciami kolorem zielonym, następnie przechodzi do pętli głównej, w której cyklicznie mierzy napięcie na pinie nr 5

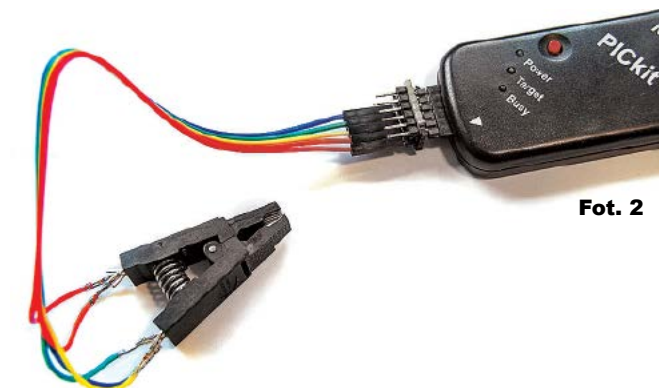


Rys. 3

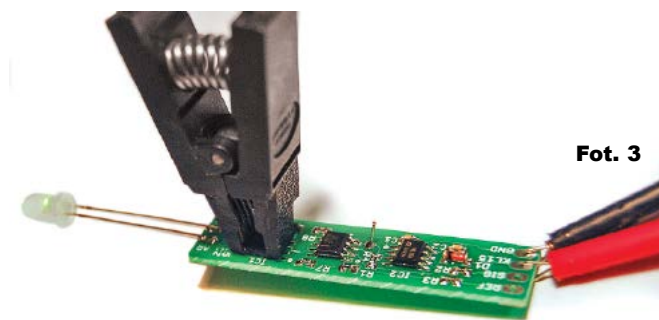
i aktualizuje sygnał sterujący diodą LED adekwatnie do zmierzonego napięcia.

Montaż i uruchomienie

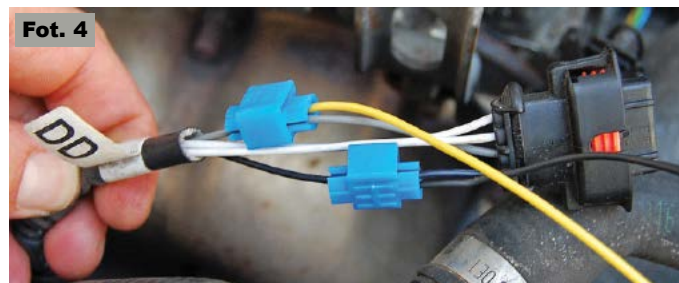
Montaż odbywa się w sposób standardowy na jednostronnej płytce drukowa-



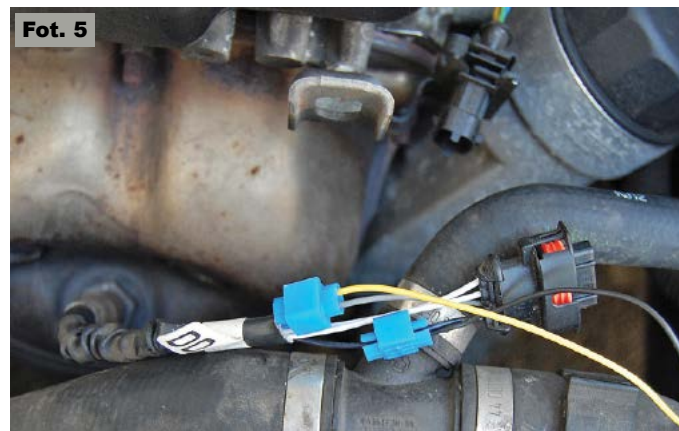
Fot. 2



Fot. 3



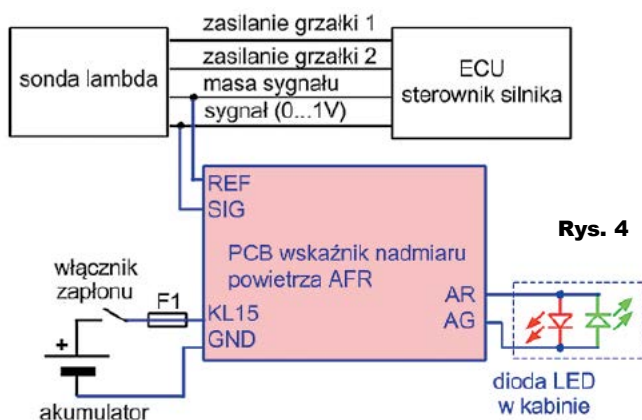
Fot. 4



Fot. 5



Fot. 6



Rys. 4

Miga zielony/czerwony	Normalne zachowanie podczas jazdy ze stałą prędkością.
Ciągle czerwony	Bogata mieszanka może oznaczać tzw. „ssanie”, czyli celowo wzbogaconą mieszankę lub gwałtowne przyspieszenie.
Ciągle zielony	Sonda zimna, odłączona lub mieszanka uboga. Stan oczekiwany podczas hamowania silnikiem.
Ciągle żółty	Zmierzone napięcie stale wynosi 400..600mV, sonda lambda uszkodzona lub układ błędnie podłączony.

nej widocznej na **rysunku 2**, **fotografii 1** oraz na fotografii tytułowej. Kolorem zielonym oznaczono na rysunku 2 zworek z kawałka srebrzanki.

Na PCB nie ma złącza programowania, ale mikrokontroler IC1 można zaprogramować przed wlutowaniem lub już w układzie, podłączając programator złączem SO8 test clip pokazanym na **rysunku 3** oraz **fotografiach 2, 3**. Można także tymczasowo dolutować przewody programatora wprost do wyprowadzeń mikrokontrolera. Jeżeli do zaprogramowania użyty zostanie clip, to na padach mikrokontrolera należy umieścić możliwie mało cyny.

Po zaprogramowaniu PIC12F510 należy podłączyć układ w samochodzie, zgodnie ze schematem z **rysunku 4**, przy czym kolor czarny oznacza fabryczne połączenia, a niebieski nowe. Zbudowany wskaźnik należy po prostu podłączyć równolegle do sondy lambda, nie odłączając połączeń fabrycznych. W przypadku sondy lambda jedнопроводowej sygnał REF należy podłączyć do masy samochodu. Pomocą w montażu mogą być **fotografie 4...6**.

Współczesne sondy mają prawie zawsze 4 przewody, 2 z nich to sygnał i masa sygnału, dwa dodatkowe to zasilanie wbudowanej grzałki, która ma skrócić czas nagrzewania sondy. Kolory przewodów sond najpopularniejszych marek można znaleźć pod adresem:

www.aalcar.com/library/o2sensor.htm.

Sygnał z sondy lambda jest wrażliwy na zakłócenia, dlatego połączenia pomiędzy sondą a wskaźnikiem powinny być możliwie krótkie. Przewód diody LED może być długi i z tego względu należy układ zabezpieczyć przed wpływem czynników środowiskowych i zamontować go w przedziale silnika.

Wykorzystanie

Tuż po włączeniu silnika sonda jest jeszcze zimna, a napięcie na niej zerowe, jednak w czasie normalnej jazdy, kiedy silnik ma już temperaturę roboczą, sterownik silnika powoduje, że

skład oscyluje wokół mieszanki stechiometrycznej, a dioda LED świeci naprzemiennie światłem zielonym i czerwonym. Częstotliwość tych oscylacji jest tym wyższa, im wyższe są obroty, a na biegu jałowym powinna wynosić co najmniej 0,5Hz. W zakresie napięć pomiędzy 400mV a 600mV obie struktury diody LED są włączane naprzemiennie – LED świeci światłem żółtym.

Podczas hamowania silnikiem (np. dojazd z górki do światła z biegiem włączonym i puszczeniem gazem) sterownik silnika odcina paliwo; silnik jest zasilany samym powietrzem, a dioda LED świeci na zielono, bo w spalinach pozostaje dużo tlenu. Sterownik poda ponownie paliwo, kiedy obroty spadną do zbyt niskiej wartości. Sterownik poda również paliwo podczas hamowania silnikiem przy bardzo wysokich obrotach – przypusz-

Tabela 2

Wykaz elementów

R1, R4	100kΩ 0805
R2, R3, R7, R8	47kΩ 0805
R5	470Ω 0805
C1, C2, C3	100nF 0805
D1	LL4148 Minimelf
IC1	PIC12F510 SO8
IC2	7805 SO8
IC3	LM358 SO8
LED	dioda dwukolorowa „przeciwsobna”
F1	bezpiecznik 50mA 5x20mm z oprawką

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-3134.

czam, że ma to na celu poprawę smarowania tłoka, pierścieni i gładzi cylindra.

Jeżeli pedał przyspieszenia zostanie głęboko wciśnięty, to silnik zostanie zasilony mieszanką bogatą, żeby dostarczyć maksymalną moc.

Tabela 2 podsumowuje sposób interpretacji wskazań.

Jeżeli podczas normalnej jazdy ze stałą prędkością dioda LED świeci ciągle światłem zielonym, to oznacza, że mieszanka jest uboga. W przypadku mojego samochodu wynikało to z niewłaściwego ustawienia instalacji LPG, a dzięki temu prostemu wskaźnikowi uniknąłem potencjalnego uszkodzenia silnika z powodu zbyt wysokiej temperatury spalania.



Arkadiusz Kocowicz
arek.kocowicz@gmail.com

R E K L A M A