

**Kontrola stanu technicznego silnika i regulacja układu zasilania paliwem nie zawsze musi się wiązać z kosztowną wizytą na stacji obsługi. Pomóc może prosty tester spalin.**

**Z**użyty lub źle wyregulowany silnik spalinowy wydala przez układ wydechowy m. in. znaczne ilości częściowo utlenionego (nie spalonego) oleju silnikowego, napędowego lub benzyny w postaci koloidalnych (silnie rozdrobnionych) drobinek węgla, na których rozprasza się światło (dym) oraz kondensuje się para wodna (smog). Aby zmniejszyć szkodliwe skutki uboczne masowej motoryzacji, agendy rządowe sięgają po instrumenty prawne określające warunki dopuszczenia pojazdu do ruchu. W Polsce np. obowiązuje Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej nr 21 z 1 lutego 1993 r. dotyczące zakresu obowiązkowych działań w ramach diagnostyki i kontroli niektórych kategorii pojazdów. Przykładem krajowego urządzenia diagnostycznego odpowiadającego aktualnemu stanowi prawnemu jest dymomierz DSG1 (prod. AWAT).

Czytelnikom zainteresowanym kontrolowaniem we własnym zakresie stanu technicznego silnika w samochodzie (zwłaszcza starszej generacji), ciągniku, motorówce czy maszynie roboczej proponujemy budowę prostego testera, którą przy pewnej wprawie można ukończyć w ciągu 2 dni.

### Zasada działania i budowa testera

Zawarte w spalinach drobine węgla osadzają się na płytce czujnika tworząc warstewkę sadzy. Ta warstewka przewodzi prąd elektryczny i stanowi jakby rezystor łączący parami kwadranty (wycinki okręgu) czujnika. Do naszych celów wystarczy przybliżenie zakładające, że przewodność elektryczna takiej warstwy zależy od jej gęstości powierzchniowej [ $g/cm^2$ ], ta zaś przy stałym czasie trwania testu i niezmiennych parametrach pracy silnika (obrotów, temperatura, obciążenie) zależy od ilości cząstek węgla w spalinach. Jeżeli doświadczalnie dobierzemy czas trwania testu, to porównanie rezystancji między parami kwadrantów podczas kolejnych prób (np. co miesiąc, po długiej podróży z przyczepą itp.) umożliwi orientacyjną ocenę stanu silnika. Zgodnie z tym założeniem nasz tester jest zbudowany z trzech bloków (rys. 1): czujnika

# PROSTY TESTER SPALIN

w postaci płytki z czterema kwadrantami, czastososteru oraz czytnika.

W egzemplarzu modelowym całość zmontowano na dwustronnej płytce laminatu o wymiarach 90x85 mm. Na górnej stronie, metodą trawienia wykonano czujnik (rys. 2a), po stronie druku (rys. 2b), zmontowano układ elektroniczny (rys. 3).

Przy takim wykonaniu elementów na spodzie płytki czujnika nie można montować metodą przewlekania, a raczej lutować "powierzchniowo". To wymaga m. in. zaginania końców wyprowadzeń układów scalonych, tak żeby pole powierzchni ich styku z płytą wynosiło nie mniej niż ok. 2 mm<sup>2</sup>; zbędne jest wiercenie otworów. Możliwy jest montaż przewlekany, ale wtedy czujnik wykonujemy jako odrębną płytę albo też płytę o odpowiednio dużych rozmiarach (ok. 90x170 mm).

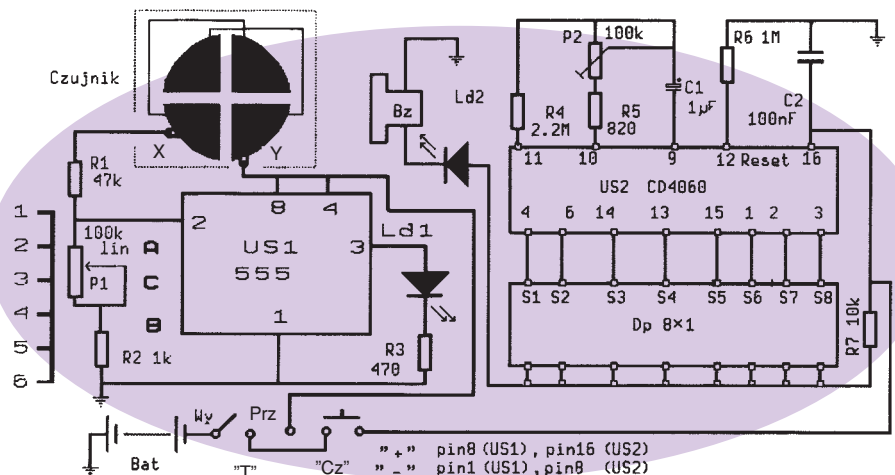
Czujnik z 4 pola (kwadranty) połączone za pomocą przelotek parami ze sobą i z układem elektronicznym na dolnej stronie płytki. Modelowy czujnik wykonano metodą trawienia, ale usunąć zbędną miedź można też bez trawienia za pomocą ostrego noża i lutownicy. Jako czasoster (programowalny) wykorzystano 14-stopniowy licznik binarny CD4060 (US2). Obwód C1, R4, R5 wytwarza impulsy zegarowe, których częstotliwość (w modelu ok. 1 Hz) określa potencjometr wielozwojowy P2. Kondensator C1 powinien mieć małą upływność, np. tantalowy. Ponieważ w czasie trwania testu na układ oddziałuje temperatura spalin, warto dobrać elementy dobrej jakości, żeby nie obniżyć powtarzalności wyników. Do programowania czasu trwania testu służy nastawnik Dp typu *dipswitch* ("mysie pianino") dołączony do wyjść Q6-Q14 (dzielenie przez 2<sup>0</sup>, 2<sup>7</sup>, 2<sup>8</sup>, 2<sup>9</sup>, 2<sup>10</sup>, 2<sup>11</sup>, 2<sup>12</sup>, 2<sup>13</sup>, 2<sup>14</sup>) układu US2. Jeśli np.

za pomocą potencjometru P2 nastawimy częstotliwość impulsów zegarowych na 1 Hz, to wyjście Q6 zmieni stan na "1" po 2<sup>6</sup> = 64 sekundy, przy ustawieniu na Q14 czas trwania testu wyniesie 2<sup>14</sup> = 16 384 sekundy, czyli ok. 4,5 godzin. Możliwe jest więc dostosowanie czasu trwania testu do konkretnych warunków.

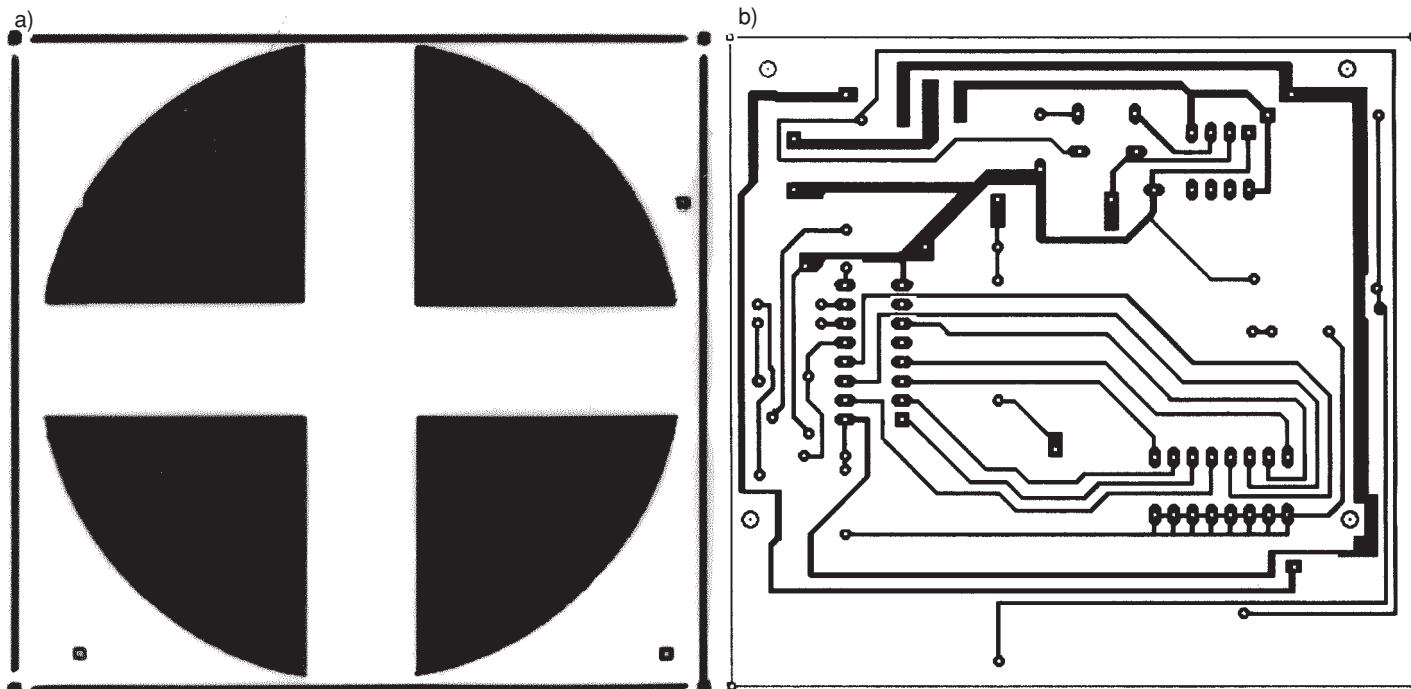
Kolejne przejścia wybranego wyjścia (z przedziału Q6-Q14) w stan wysoki, są sygnalizowane diodą Ld2 oraz brzęczykiem Bz, ale licznik nie zatrzymuje się (działa "na okrągło"). Aby go ręcznie wyzerować należy wyłączyć i ponownie włączyć zasilanie. W praktyce jest to potrzebne jedynie wyjątkowo, a wtedy Czytelnik może sam uzupełnić układ.

Jako czytnik służy popularny układ 555 (US1). Jego wejście wyzwalające (końc. 2) łączy z minusem zasilania potencjometr P1 (1M, lin). Dla zwartości konstrukcji wybrano potencjometr montażowy (leżący) o znacznych wymiarach, ale to ułatwia odczyt. Potencjometr P1 jest zabezpieczony od strony masy rezystorem R2. Potencjometr P1 + R2 w szereg z rezystancją warstewki węgla na czujniku tworzą dzielnik napięcia między punktami X i Y czytnika. Kiedy napięcie na końc. 2 osiągnie wartość bliską 1/3 U<sub>zas</sub>, stan na wyjściu (końc. 3) zmieni się na wysoki i zaświeca się dioda Ld1. Położenie suwaka potencjometru w tym momencie jest miarą ilości osadzonego na czujniku węgla. Tester ma skalę ułatwiającą zanotowanie ostatniego wyniku i ewentualne porównanie go z poprzednimi. W modelu obwód drukowany testera stanowi spódnią stronę płytki czujnika (rys. 2b), zaś odrębna płyta czołowa z naniesioną skalą była mocowana śrubkami w odległości ok. 10 mm od płyty głównej.

Zasilanie powinno dostarczyć stabilnego napię-



Rys. 1. Schemat elektryczny testera



Rys. 2. Płytką czujnika

a – wierzch; kwadranty są połączone ze sobą na stronie spodniej,  
b – spód – układ ścieżek przewodzących

cia 5 V. W modelu zastosowano moduł zasilacza baterijnego opisany w ReAV nr 9/1999. Układ czytnika działa lepiej przy napięciach wyższych (do 15 V). Prosty zasilacz odpowiedni do naszego testera opisano też w miesięczniku Elektronizacja nr 11/1999. Nasz tester może ponadto działać jako samodzielny programowalny czasoster; może też być konstrukcją wyjściową dla innych projektów.

## Wykonywanie testu

### Etap I.

Test należy poprzedzić starannym oczyszczeniem płytki czujnika za pomocą szorstkiej tkaniny (są takie ściereczki kuchenne), zwilżonej wodą z dodatkiem proszku do prania, optukaniem czystą wodą i wysuszeniem. Tester powinien mieć sprawną baterię lub stabilizowany zasilacz, można też (ostrożnie!) dotaczyć się do baterii testowanego samochodu. W takim przypadku należy uzupełnić układ testera o regulator napięcia zasilającego czasoster (5 V), a napięcie z baterii pokładowej powinno być stabilne. Przetątnik Prz ("Czas" i "Test") należy ustawić w położenie neutralne (wyłączone), pokrętko potencjometru P1 ustawić w położeniu odpowiadającym maksymalnej wartości rezystancji (na schemacie rys. 1 odpowiada to punktowi "A").

### Etap II.

Następnie należy uruchomić silnik (uprzednio rozgrzany), ustawić obroty, wstawić tester w strumień spalin i włączyć zaprogramowany czasoster (Prz na "Cz"). Zaczyna się odczytanie czasu. W trakcie testu przyrząd powinien się znajdować w stałej odległości od wylotu ru-

ry wydechowej. Przyrząd w trakcie pierwszych prób można trzymać w ręce; stabilność położenia czujnika jest wówczas dyskusyjna, ponieważ test trwa ok. 3 min.

W modelu tester mocowano do króćca rury wydechowej za pomocą prostego uchwyty, który można tanio kupić w sklepach typu "1001 drobiazgów". Upięnięcie nastawionego czasu trwania testu sygnalizuje dioda Ld1 i brzęczyk Bz. Należy wyłączyć czasoster (Prz w położenie neutralne).

### Etap III. Odczyt

Następnie włączyc czytnik (Prz na "T") i powoli obracać pokrętkiem potencjometru P1 do momentu zaświecenia się diody Ld1. Wyłączyć zasilanie czytnika, zanotować położenie pokrętki potencjometru P1 względem skali, datę, czas i warunki pomiaru. Analiza notatek z kilku kolejnych testów może poprawić sposób użytkowania silnika.

### Uwagi

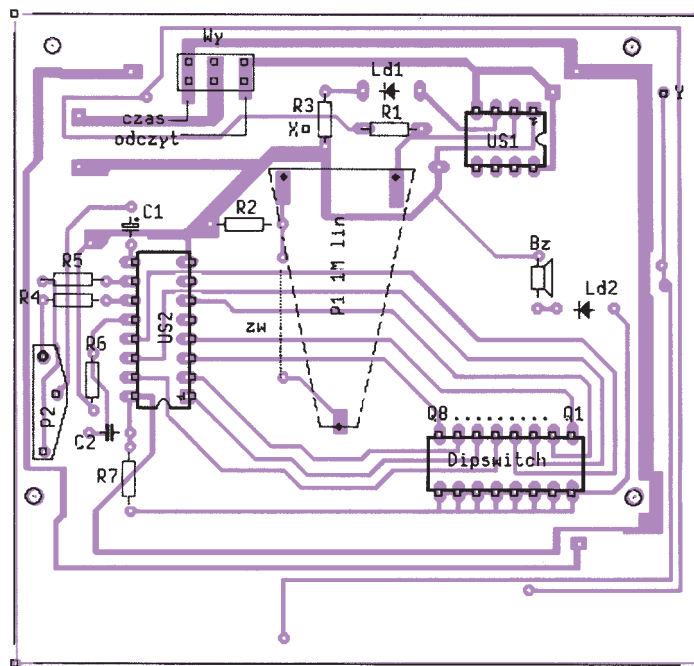
Przybywa nowych samochodów, a więc przybywa starych, a tym proste – urządzenia diagnostyczne typu naszego testera mogą się przydać. Przykład: znany samochód mimo dobrych osiągnięć zużywał niepokojące ilości

oleju. Warsztaty brały obola na "dziej dobry" i proponowały środki zaradcze ekonomicznie uzasadnione w przypadku Mercedesa, ale nie Opla Corsa r. 1991. "Zdroworozsądkowa" diagnoza wsparta prototypem opisanego testera zmniejszyła koszty usunięcia awarii do 15 zł; silnik nie palił oleju, tylko go perfidnie i skrycie wyrzucał.

Ruda wydechowa jest ostatnim elementem nowoczesnego samochodu, dostępnym dla hobbysty. Mamy kilka pomysłów na jej wykorzystanie do celów amatorskiej diagnostyki pojazdów. Opiszemy, kiedy uda się je "zelektронizować".

Powodzenia!

**Jerzy Frydrychowicz**



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów (Uwaga: montaż na stronie druku)