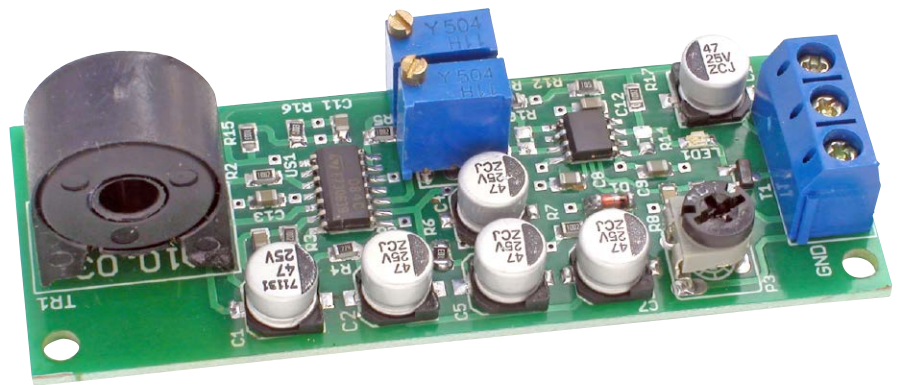


# Detektor przepływu prądu

Podczas realizacji układów sterowania można natknąć się na wiele problemów natury analogowo-cyfrowej. Jednym z nich jest wykrycie, czy przez dany przewód płynie prąd przemienny o określonym natężeniu, co może być sygnałem, że zasilana nim maszyna pracuje poprawnie, lub przeciwnie – uległa awarii. Prezentowany detektor zdejmuje z barków konstruktora ciężar zaprojektowania części analogowej, gdyż wyjście tego urządzenia działa zero-jedynkowo.

Przedstawiony detektor jest przewidziany do zasygnalizowania, że w przewodzie przewleczonym przez przekładnik prądowy płynie prąd o amplitudzie większej niż zadana. Przystosowano go do pracy z siecią o częstotliwości 50 Hz lub 60 Hz.

Schemat detektora pokazano na rysunku 1. Do pomiaru natężenia prądu



służy przekładnik prądowy. Jest to o tyle wygodne rozwiązanie, że nie wymaga rozcinania i lutowania przewodu, nie wprowadza strat (jak szeregowy rezystor) oraz zapewnia bardzo dobrą izolację. Obciążeniem tego elementu jest rezystor, który – według producenta – powinien mieć rezystancję 50 Ω. Na potrzeby tego projektu przyjęto wartość nieco większą, ponieważ ułatwi to detekcję – odłoży się na nim większe napięcie. Stosując inny przekładnik, należy dopasować do niego rezystor obciążający.

Napięcie z przekładnika jest wzmacniane przez dwa stopnie wzmacniające: o stałym wzmocnieniu 23 V/V i o wzmocnieniu regulowanym w zakresie 1...51 V/V. Wykonano je na wzmacniaczach operacyjnych z wejściem JFET, aby brak skompensowania prądów wejściowych nie powodował znaczącego przesunięcia składowej stałej na wyjściu. Stopnie te mają sprzężenie zmiennoprądowe, aby składowa stała z pierwszego nie miała wpływu na następny. Pasma przenoszenia wzmacniacza zostało ograniczone: od dołu przez stałą czasową obwodów C1/R2, C4/R5, C5/R6 i C7/R7, co daje wypadkową częstotliwość graniczną ok. 0,6 Hz, natomiast od góry przez obwody R3/C3 i P1/C6. Górna częstotliwość graniczna zależy od położenia P1 i waha się od ok 300 Hz do ok. 700 Hz. Zawężenie pasma było konieczne ze względu na poprawę stabilności oraz ograniczenie napięcia skutecznego szumów na wyjściu.

Zastosowano tutaj tzw. sztuczną (pływającą) masę: napięcie zasilające jest dzielone na pół przez dzielnik R13/R14, a wtórnik na wzmacniaczu US1D zmniejsza impedancję wewnętrzną takiego źródła niemal

do zera. Wejście każdego wzmacniacza operacyjnego ma w ten sposób zapas ok. 6 V zarówno od dolnej, jak i górnej linii zasilającej, co dla układu TL084 jest w zupełności wystarczające. Wzmacniacz US1A jest nieużywany, więc został połączony we wtórnik napięciowy, a jego wejście dołączone do potencjału sztucznej masy.

Wzmocniony sygnał napięciowy odkłada się na rezystorze R7, który jednocześnie polaryzuje wejście komparatora US2A oraz kondensator C7. Dioda D1 zwiera ujemne połowki sygnału, a rezystor R8 ogranicza płynący przez nią prąd. W ten sposób nie otwiera się złącza baza-kolektor tranzystora wejściowego.

Na drugie wejście komparatora jest przyłożone napięcie stałe, którego wartość ustala się potencjometrem P2. Zachodzi tutaj unifikacja wysokości impulsu: każda połowka sygnału, której wartość chwilowa przekroczy zadaną wartość, zeruje wyjście komparatora. Amplituda impulsów przestaje mieć wpływ na jego funkcjonowanie, o ile jest odpowiednio duża.

Kondensator C9 zbiera i uśrednia nadchodzące impulsy. Jeżeli ich nie ma, wówczas rezystor R11 ładuje go do napięcia niemal równego zasilającemu. Gdy występują, z tego kondensatora ładunek jest „wyciągany” przez R10 dołączonego do wyjścia pierwszego komparatora. Komparator US2B porównuje napięcia na kondensatorze z zadany przez potencjometr P3. Jeżeli jest dostatecznie niskie, odblokowuje wyjście, zatykając swój tranzystor wyjściowy. W pozostałych przypadkach pozostaje on w stanie nasycenia. W ten sposób ciąg impulsów jest zamieniany na sygnał ciągły, znacznie łatwiejszy w dalszej obróbce.

## DODATKOWE MATERIAŁY NA FTP:

<ftp://ep.com.pl>

USER: 92822, PASS: 37euo8qf

W ofercie AVT\*

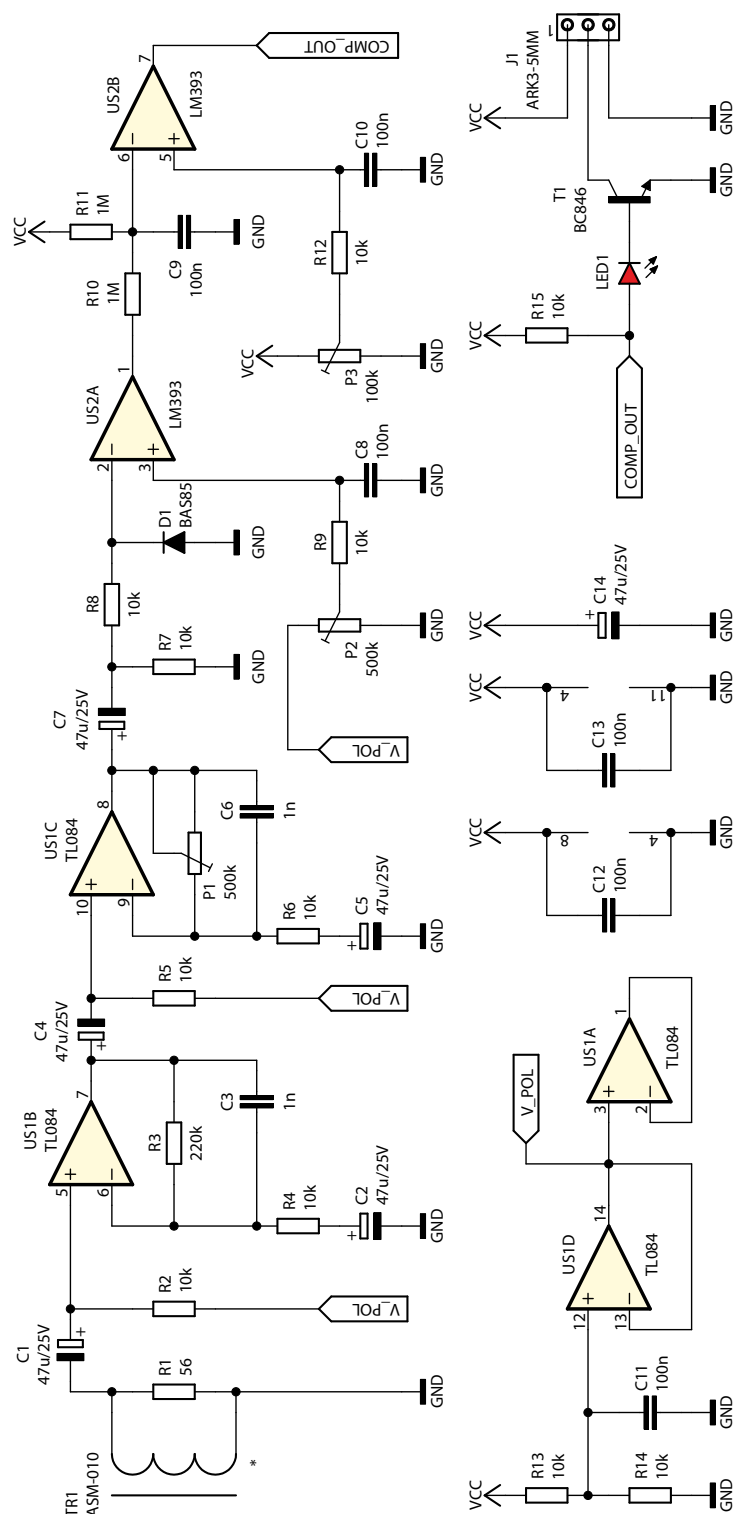
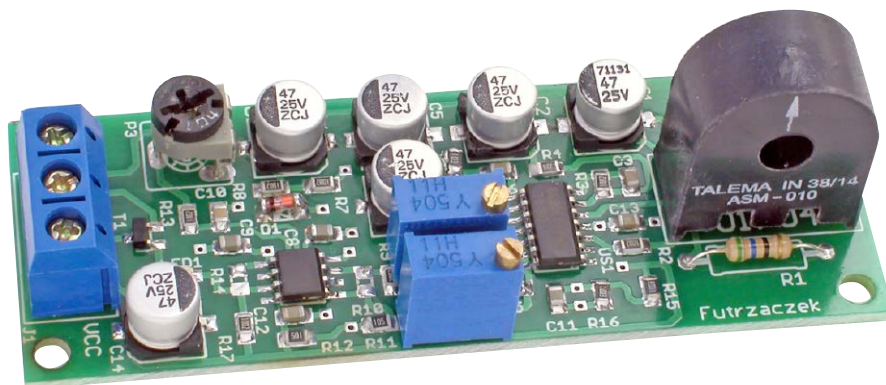
AVT-1967

Wykaz elementów:

R1: 56 Ω/0,25 W (THT, opis w tekście)  
 R2, R4...R9, R12...R15: 10 kΩ (SMD 0805)  
 R3: 220 kΩ (SMD 0805)  
 R10, R11: 1 MΩ (SMD 0805)  
 P1, P2: 500 kΩ (pot. wieloobrotowy, pionowy)  
 P3: 100 kΩ (pot. montażowy, leżący)  
 C1, C2, C4, C5, C7, C14: 47 μF/25 V (SMD)  
 C3, C6: 1 nF (SMD 0805)  
 C8...C13: 100 nF (SMD 0805)  
 D1: BAS85  
 LED1: LED czerwony (SMD 0805)  
 T1: BC846  
 US1: TL084 (SO14)  
 US2: LM393 (SO8)  
 J1: ARK3/5 mm  
 TR1: TALEMA AMS010 (opis w tekście)

\* Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania!

Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KItem (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wylutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu. Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:  
 ■ wersja [C] zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wylutowane w płytkę PCB)  
 ■ wersja [A] płytka drukowana bez elementów i dokumentacja  
 Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, posiadają następujące dodatkowe wersje:  
 ■ wersja [A+] płytka drukowana [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja  
 ■ wersja [UK] zaprogramowany układ  
 Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! <http://shlep.avt.pl>



Rysunek 1. Schemat ideowy detektora przepływu prądu

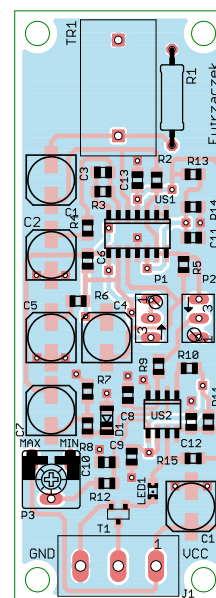
Obciążeniem wyjścia US2B jest rezystor R15. Prąd dostarczany przez ten rezystor może wpływać albo do kolektora tranzystora wyjściowego w tym komparatorze, albo, poprzez diodę LED1, do bazy tranzystora wyjściowego T1. W tym drugim przypadku tranzystor T1 wchodzi w nasycenie (o ile prąd z niego pobierany nie jest zbyt duży), zaś świecąca dioda LED sygnalizuje załączenie wyjścia.

Detektor zmontowano na pojedynczej, dwustronnej płytce drukowanej o wymiarach 28 mm×78 mm, której schemat montażowy przedstawia **rysunek 2**. Wszystkie elementy zostały zamontowane od strony wierzchniej, zaś strona spodnia jest płaszczyzną masy. Większość elementów jest montowana powierzchniowo i to od nich należy rozpocząć montaż. Zagęszczenie podzespołów jest duże, dlatego należy pamiętać o przylutowaniu wysokich kondensatorów elektrolitycznych na końcu. Dopiero po nich można włutować rezystor R1, potencjometry, złącze ARK i na końcu przekładnik. Prawidłowo zmontowane urządzenie pobiera ok. 10 mA przy zasilaniu napięciem 12 V DC. Do prawidłowego działania potrzebne jest jego wyregulowanie według następujących kroków:

Potencjometr P1 ustawić na największą rezystancję (największe wzmocnienie toru wejściowego), P2 na minimum, zaś P3 na maksimum.

Po podaniu prawidłowego napięcia zasilającego na zaciski VCC i GND, dioda LED1 powinna się świecić, co jest skutkiem wzmacniania szumu. Po ok. 5 sekundach, gdy naładują się wszystkie kondensatory, ustawić potencjometr P2 w takie położenie, w którym dioda gaśnie,

Podać prąd (o takim natężeniu, jakie powinno być wykrywane) przenienny przez



Rysunek 2. Schemat montażowy detektora przepływu prądu

przewód przewleczony przez otwór w przedkładniku. Jeżeli dioda LED1 zaświeciła się, to potencjometrem P2 znaleźć takie ustawienie, gdzie przy nieznacznym jego ruchu dioda gaśnie.

Jeżeli takiego położenia nie udało się znaleźć, to zmniejszyć wzmocnienie potencjometrem P1 i ponownie regulować P2.

Pożądaný efekt jest wtedy, gdy dioda załącza się stale (nie miga) po włączeniu prądu i gaśnie zaraz po jego zaniku.

Potencjometrem P3 można ustawić próg przełączania ostatniego komparatora, a tym samym czas zwłoki w wyłączeniu. Skręcając potencjometr w stronę MIN, sprawdzamy, że opóźnienie w wyłączeniu diody

po zaniku przepływającego powinno zmaleć, za to wzrośnie czas reakcji na pojawienie się prądu. Położenie tego potencjometru można dobrać w zależności od tego, który moment (załączenia czy wyłączenia) jest istotniejszy. Po prawidłowym ustawieniu wszystkich potencjometrów detektor gotowy jest do pracy.

**Michał Kurzela, EP**