

**Najważniejsze parametry:**

- pomiar czasu przepływu prądu przemiennego o wartości przekraczającej ustalony próg,
- możliwość wyświetlania zmierzonego czasu w jednym z trzech wariantów: dni, dni i godzin, godzin i minut,
- maksymalna pojemność licznika: 9999 dni lub 99 dni i 23 godziny lub 99 godzin i 59 minut,
- pomiar pobieranego prądu poprzez przekładnik prądowy z izolacją galwaniczną,
- możliwość ustawienia progu nieczułości wartości skutecznej prądu w zakresie 240 mA...24 A,
- sygnalizacja przepełnienia licznika,
- czytelny, czterocyfrowy wyświetlacz siedmiosegmentowy LED,
- możliwość wyzerowania wskazań,
- zapamiętywanie zmierzonego czasu podczas zaniku zasilania,
- pobór prądu: około 20 mA,
- napięcie zasilania: 9...30 V DC.

***Uwaga!** Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania! Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dotychczasową 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 wlutowane w płytkę PCB),
 - wersja [A] – płytka drukowana bez elementów i dokumentacji.
- Kity, w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- wersja [A+] – płytka drukowana [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja,
 - wersja [UK] – zaprogramowany układ.

Projekty pokrewne na stronie www.ep.com.pl

(aktywne linki do artykułów):

- Licznik czasu pracy 8 w 1
- Licznik impulsów
- Programowany licznik zdarzeń
- Licznik czasu pracy
- Miniaturowy licznik czasu pracy
- Licznik czasu pracy wyzwalany za pomocą przepływu prądu
- Zaawansowany licznik czasu pracy maszyny
- 24-bitowy sprzętowy licznik impulsów z interfejsem I²C
- Progowy licznik impulsów
- Zaawansowany licznik impulsów
- Licznik czasu pracy z wyświetlaczem LCD
- Licznik czasu z czujnikiem odbiciowym
- Licznik impulsów z podtrzymaniem baterijnym

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://sklep.avt.pl>

W przypadku braku dostępności na stronie sklepu osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: kity@avt.pl

W ofercie AVT*

AVT6089

Kompaktowy licznik czasu pracy z detekcją przepływu prądu

Czas pracy maszyny, mierzony podczas pobierania przez nią energii elektrycznej, to jeden z podstawowych parametrów warunkujących prawidłową pracę urządzeń, które wymagają okresowego serwisu. Prezentowany układ umożliwia łatwą realizację takiego pomiaru, a dodatkowo cechuje się kompaktową formą i prostą obsługą.

Wiele urządzeń przemysłowych wymaga tak trywialnej rzeczy, jak pomiar czasu ich pracy. Jest to wymagane do zachowania gwarancji producenta (nierzadko również ubezpieczenia!) danej maszyny, aby

Wykaz elementów:**Rezystory:** (SMD 1206)

R1...R8, R14, R15: 1 kΩ
R9...R12, R16, R18, R19: 10 kΩ
R13, R17: 100 Ω
P1: 10 kΩ potencjometr montażowy leżący

Kondensatory:

C1, C2: 15 pF (SMD 1206)
C3, C4, C6, C7, C10: 100 nF (SMD 1206)
C5: 470 µF 35 V elektrolityczny (raster 5 mm)
C8, C9: 47 µF 35 V elektrolityczny (raster 2,5 mm)
C11: 10 nF (SMD 1206)

Półprzewodniki:

D1: SS14
D2, D3: 1N4148 (MiniMELF)
LED1: AF5643FS
U1: ATmega8A (TQFP32)
U2: 78L05 (SOT89)
U3: LM358 (SO8)

Pozostałe:

J1, J3: ARK2/500
J2: goldpin 5 pin męski (2,54 mm, THT)
Q1: kwarc 4 MHz (niski)
S1: microswitch 6×6, h=1,5 mm
Przekładnik prądowy, typ: TALEMA ASM-010



przechodziła ona przeglądy co ściśle określony czas. Jednocześnie wiele urządzeń, zwłaszcza starszej daty, nie została wyposażonych w tak prostą funkcję. Z kolei „ręczne” zliczanie na zasadzie oszacowania dziennego czasu pracy lub – co gorsza – w zeszycie z notatkami, jest niewygodne i nieodkładne. Znacznie prościej jest polegać pod tym względem na elektronice.

Prezentowany układ mierzy czas upływający podczas zwiększonego poboru prądu przez maszynę. Rozdzielczość pomiaru wynosi 1 s, choć wynik jest prezentowany w jednej z trzech bardziej czytelnych form: dni, dni i godzin lub godzin i minut, w zależności od potrzeb. Pomiar prądu jest realizowany przez przekładnik prądowy, więc nie ma galwanicznego połączenia opisywanego licznika z siecią energetyczną.

Budowa układu

Schemat ideowy układu znajduje się na **rysunku 1**. Głównym podzespołem zawiadującym jego pracą jest mikrokontroler typu ATmega8A z 8-bitowym rdzeniem AVR, taktowanym sygnałem o częstotliwości 4 MHz, której wzorzec stanowi rezonator kwarcowy Q1.

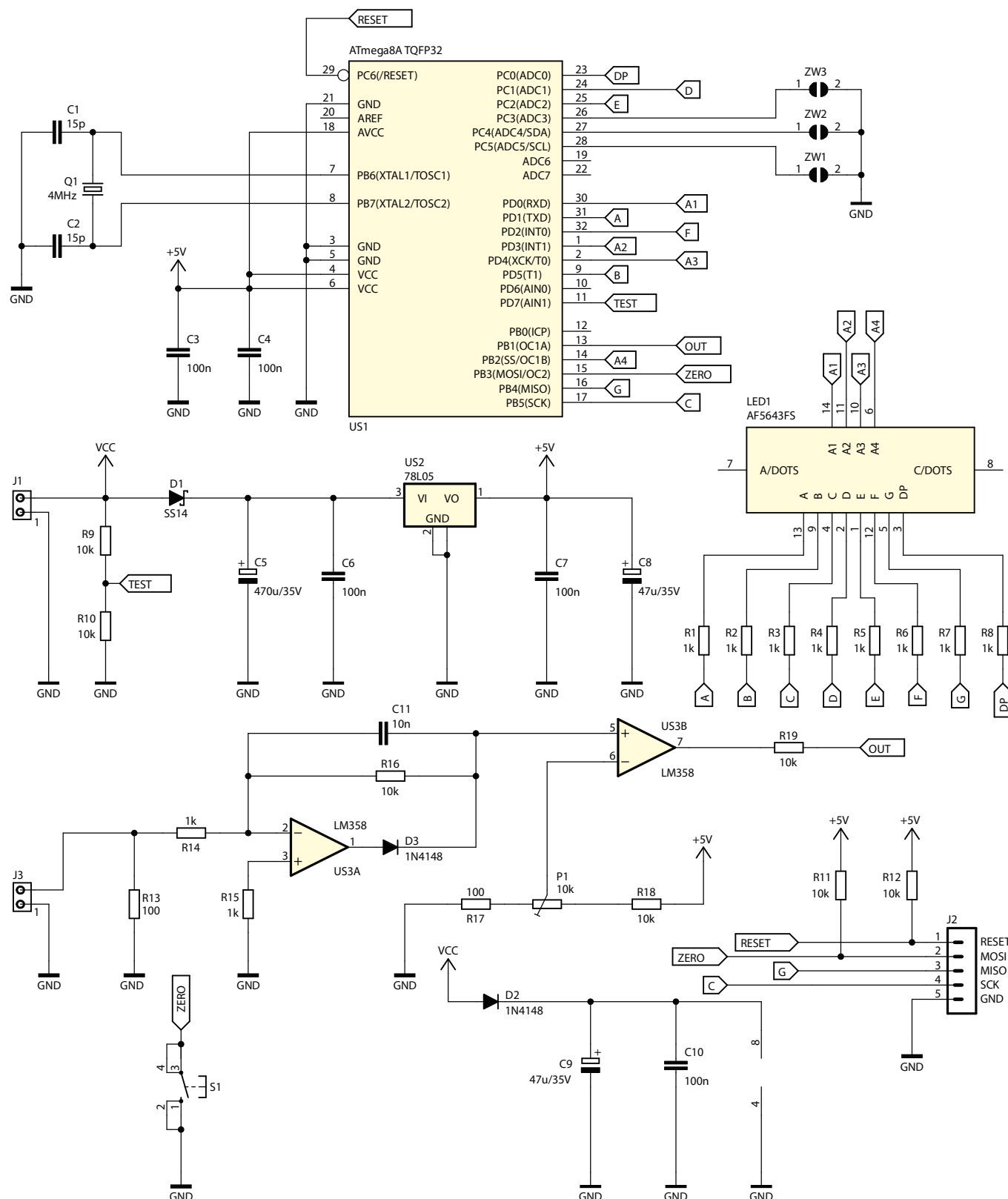
Zastosowany w układzie wyświetlacz ma cztery cyfry, z których każda jest złożona z siedmiu segmentów oraz kropki. Do jego pełnego wystereowania w trybie multiplexowym potrzeba zatem dwunastu wyprowadzeń mikrokontrolera, których ten ma aż nadto. W ten sposób można było pominąć dodatkowe ekspandery, które zwiększałyby powierzchnię zajmowaną przez układ na PCB. Sterowanie segmentów odbywa się poprzez rezystory o stosunkowo wysokiej rezystancji (1 kΩ), zatem ich prąd wynosi około 3 mA – co umożliwia sterowanie całych cyfr wprost z wyjść mikrokontrolera, bez dodatkowych tranzystorów (sumaryczny prąd nie przekracza bowiem 24 mA). Dzięki tym (oraz innym) zabiegom płytka drukowana ma powierzchnię niewiele większą od samego wyświetlacza LED. Dwukropek nie jest w tej aplikacji używany, pozostał zatem niepodłączony.

Użytkownik ma do dyspozycji trzy zworki SMD, które służą do wyboru sposobu zliczania czasu, a także przycisk monostabilny przeznaczony do zerowania wskazań. Zaprogramowanie pamięci Flash mikrokontrolera montowanego powierzchniowo jest ułatwione dzięki obecności

w układzie złącza J2, do którego zostały doprowadzone linie sygnałowe interfejsu ISP. Linie: zerująca mikrokontroler oraz zerująca wskazania zostały dodatkowo podciągnięte do dodatniego potencjału zasilającego przez zewnętrzne rezystory o wartości 10 k Ω , aby układ był bardziej odporny na pochodzące z zewnątrz zakłócenia elektromagnetyczne, których w środowisku przemysłowym jest przecież немало.

Przekładnik prądowy wytwarza na swoich wyprowadzeniach napięcie (po obciążeniu go rezystorem), które ma bardzo małą amplitudę w stosunku do czułości mikrokontrolera. Dlatego sygnał prądowy zeń pochodzący jest konwertowany na napięcie przy pomocy równoległego połączenia rezystorów R13 i R14, których wypadkowa wartość wynosi około 91 Ω . Wzmacniacz operacyjny US3A

został skonfigurowany do pracy w charakterze jednopółkowego prostownika ze wzmocnieniem -10 V/V, którego zadaniem jest zwiększenie wartości szczytowej co drugiej połówki sygnału napięciowego, odłożonego na rezystancji obciążającej przekładnik. Kondensator C11 ogranicza pasmo przenoszenia tego układu, eliminując z sygnału krótkotrwale zakłócenia szpilkowe oraz pewną część energii szumu.



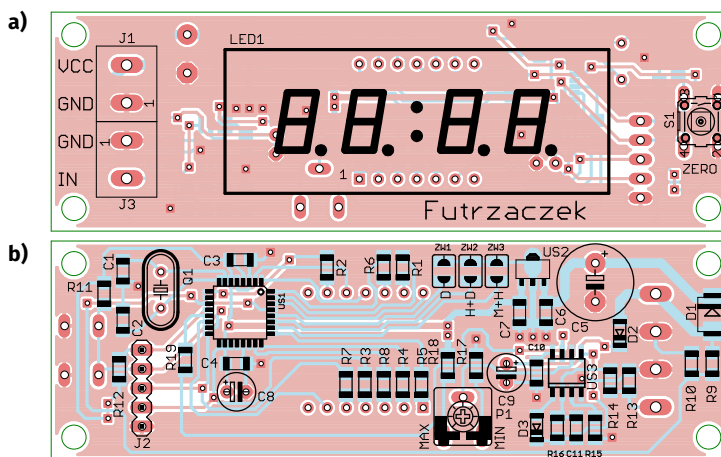
Rysunek 1. Schemat ideowy kompaktowego licznika czasu pracy

Warto zauważyć, że tylko ujemna połówka wejściowego sygnału napięciowego ulega wzmocnieniu, z kolei dodatnia przechodzi przez układ bez dodatkowego wzmocnienia. To jednak nie przeszkadza, bowiem można założyć, że są one sobie równe co do amplitudy.

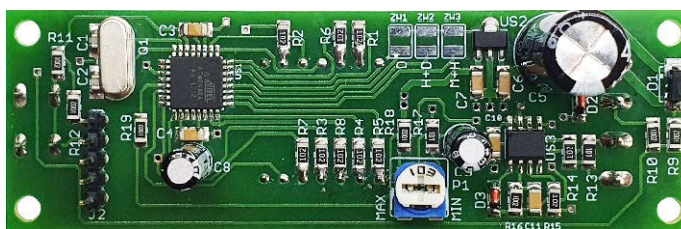
Tak uzyskany, unipolarny sygnał napięciowy trafia na prosty komparator, którego rolę pełni drugi wzmacniacz operacyjny (US3B). Porównuje on wartość chwilową sygnału wyjściowego wzmacniacza z napięciem stałym, ustalonym przez położenie ślizgacza potencjometru P1. Z uwagi na występujący offset napięciowy, rezystor R17 pozwala na ustawienie minimalnego napięcia wynoszącego około 25 mV. Jest to także minimalna wartość szczytowa sygnału, która spowoduje zadziałanie funkcji odmierzenia czasu. Z kolei zbyt wysoka regulacja „w górę” zakresu byłaby po prostu niewygodna i została ograniczona rezystorem R18. Przy wartościach elementów takich, jak na schemacie, przekłada się to na ustalenie progu zadziałania układu w przedziale od 0,24 A do 24 A wartości skutecznej prądu, przy założeniu sinusoidalnego kształtu jego przebiegu. Możliwość regulacji progu zadziałania jest wygodna w sytuacjach, kiedy nadzorowane urządzenie pobiera jakiś niewielki prąd w stanie spoczynku, który nie zalicza się jednak do jego czasu pracy.

Mikrokontroler jest zasilany stabilizowanym napięciem o wartości 5 V, dostarczonym przez układ US2. Pobór prądu jest na tyle niski, że niewielki układ scalony w obudowie SOT89 poradzi sobie z odprowadzeniem ciepła nawet przy wysokiej różnicy napięć między swoim wejściem a wyjściem. Ponieważ do zapisania w pamięci EEPROM konieczna jest znajomość momentu zaniku napięcia zasilającego, został dodany obwód składający się z dzielnika rezystancyjnego R9+R10, z którego napięcie trafia wprost na wejście mikrokontrolera. Jego rezystancja wyjściowa jest na tyle wysoka, że nawet przy wysokim napięciu zasilającym prąd płynący przez diodę zabezpieczającą wejście mikrokontrolera (wbudowaną w jego strukturę) nie przekroczy kilku miliamperów, a dodatkowo odciąży stabilizator.

Aby jednak możliwie szybko wykryć moment zaniku napięcia zasilającego, kondensatory elektrolityczne utrzymujące energię w układzie zostały oddzielone od wejścia zasilania diodami, co zapobiega sztucznemu podtrzymaniu napięcia na dzielniku w momencie, kiedy źródło zasilania już „padło”. Kondensator C5 stanowi główny rezerwuuar energii dla mikrokontrolera, który musi dokonać zapisu odczytanych wartości do pamięci EEPROM, wykorzystując jedynie energię zgromadzoną w C5.



Rysunek 2. Schemat montażowy płytki: a) strona TOP, b) strona BOTTOM



Fotografia 1. Widok zmontowanej płytki od strony BOTTOM



Rysunek 3. Położenie przycisku i wyświetlacza LED na powierzchni płytki drukowanej

Dlatego wzmacniacz operacyjny US3 jest zasilany przez odrębny obwód, zawierający diodę D2 – dzięki temu nie obciąża on dodatkowo kondensatora C5, dając mikrokontrolerowi jak najwięcej czasu na dokonanie zapisu.

Montaż i uruchomienie

Układ został zmontowany na dwustronnej płytce drukowanej o wymiarach 90 mm × 29 mm. Jej wzór ścieżek oraz schemat montażowy pokazuje **rysunek 2**. Szczegóły na temat lokalizacji obiektów kluczowych dla wykonania obudowy (przycisku monostabilnego i wyświetlacza LED) znajdują się na **rysunku 3**. Wszystkie otwory montażowe mają średnicę 3,2 mm i znajdują się w odległości 3 mm od krawędzi płytki.

Montaż proponuję rozpocząć od elementów montowanych powierzchniowo, które znajdują się wyłącznie na spodniej stronie płytki. Po dokonaniu ewentualnych poprawek radzę wlutować kondensatory elektrolityczne (C5, C8 i C9), potencjometr P1, rezonator kwarcowy Q1 i złącze J2. Po przecięciu ich wprowadzeń oraz upewnieniu się co do poprawności wykonanych lutów,

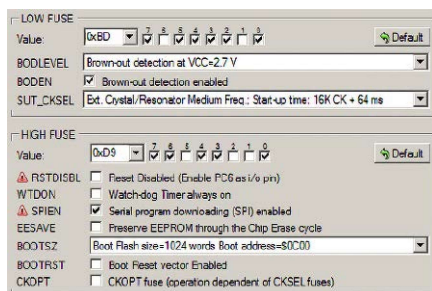
można przejść do wlutowania złączy J1 i J3 (warto połączyć je razem), przycisku S1 i wyświetlacza LED1. Taka kolejność jest zalecana z racji zakrywania części pól lutowniczych przez wyświetlacz. Zmontowany układ można zobaczyć na fotografii tytułowej oraz **fotografii 1**. Nic nie stoi na przeszkodzie, by przycisk wlutować od drugiej strony laminatu, czyniąc go niedostępnym od strony płyty czołowej obudowy licznika czasu.

Na etapie uruchamiania konieczne jest zaprogramowanie pamięci Flash mikrokontrolera dostarczoną wsadą oraz zmiana ustawień jego bitów zabezpieczających. Oto ich nowe wartości:

Low Fuse = 0xBD

High Fuse = 0xD9

Szczegóły są widoczne na **rysunku 4**, który zawiera widok okna konfiguracji tychże bitów z programu BitBurner. W ten sposób zostanie uruchomiony wbudowany generator dla rezonatorów kwarcowych o średniej częstotliwości drgań oraz Brown-Out Detector, który wprowadzi mikrokontroler w stan zerowania, jeżeli jego napięcie



Rysunek 4. Szczegóły ustawienia bitów zabezpieczających

zasilające spadnie poniżej 2,7 V. To znacznie zmniejsza ryzyko zawieszenia się mikrokontrolera podczas uruchamiania.

Poprawnie zaprogramowany układ jest gotowy do działania po podłączeniu zasilania do zacisków złącza J1. Powinno to być napięcie stałe, dobrze filtrowane, niekoniecznie stabilizowane. Powinno pochodzić ze źródła, które nie zawiera kondensatorów wyjściowych o wysokiej pojemności, aby zagwarantować szybki spadek napięcia zasilającego w momencie utraty zasilania sieciowego. Powolne zanikanie napięcia może sprawić, że układ nie zdąży zapisać danych. Pobór prądu jest zależny od aktualnego wskazania wyświetlacza i typowo nie przekracza 20 mA. Napięcie zasilające powinno zawierać się w przedziale 9...30 V.

Przed włączeniem zasilania należy również dokonać wyboru trybu pracy układu, poprzez zwarcie kropłą spoiwa lutowniczego tylko jednej z trzech zworek SMD:

1. ZW1: odmierzanie dni w przedziale 0...9999,
2. ZW2: odmierzanie dni w przedziale 0...99 i godzin w przedziale 0...23,
3. ZW3: odmierzanie godzin w przedziale 0...99 i minut w przedziale 0...59.



Fotografia 2. Widok układu w czasie pracy

Eksplotacja

Po podłączeniu przekładnika prądowego do złącza J3 oraz włączeniu zasilania, układ pokaże na matrycach ostatnio zapamiętany czas, jak na **fotografii 2**. Tutaj pokazywane są minuty i godziny (zwarta zworka ZW3). Jeżeli ustawiona jest zworka ZW1, świeci się kropka po prawej stronie wyświetlacza, za najmniej znaczącą cyfrą, która miga w czasie pomiaru czasu. W dwóch pozostałych przypadkach kropka ta jest położona pośrodku wyświetlacza, oddzielając symbolicznie dni od godzin lub godziny od minut.

Ustawienie progów zadziałania licznika jest możliwe poprzez regulację potencjometrem P1. Powinien on być tak ustawiony, aby w czasie pracy maszyny kropka migała nieprzerwanie. Skręcanie ślizgacza w stronę MIN oznacza zwiększanie czułości (mniejszy prąd wymagany do zadziałania licznika), zaś ustawienie bliżej strony MAX przekłada się na większy prąd konieczny do aktywacji zliczania.

Zeroowanie wskazań jest możliwe tylko podczas włączania zasilania układu, aby uchronić go przed przypadkowym wyzerowaniem w czasie pracy. Należy trzymać

wciśnięty przycisk S1 i włączyć zasilanie – odczytane wcześniej wartości zostaną wyzerowane. Potem można już puścić klawisz przycisku S1.

Wyświetlacz jest w stanie pokazać dwa komunikaty. Jeżeli zworki ZW1...ZW3 ustawione są nieprawidłowo (na przykład nie jest zwarta żadna lub zwarte więcej niż jedna), to układ pokaże napis „Err” i zatrzyma dalsze działanie. Należy wyłączyć jego zasilanie, poprawić ustawienie zworek SMD i włączyć ponownie. Jeżeli zaś licznik ulegnie przepełnieniu w danym zakresie, układ pokaże kreski „----”. Trzeba go wówczas wyzerować, stosując opisaną wcześniej procedurę z użyciem przycisku S1.

Przekładnik prądowy należy połączyć z płytą przy użyciu możliwie krótkich przewodów. Warto, aby nie były one drastycznie cienkie, co tłumiloby sygnał użyteczny – choć nie jest to krytyczne, wszak układ nie dokonuje pomiaru natężenia prądu, a jedynie wykrywa jego obecność. Użycie przewodu ekranowanego jest wskazane; opłot warto podłączyć do zacisku masy (GND) na płycie.

Michał Kurzela, EP

REKLAMA

UWAGA! Tylko prenumeratorzy czasopism „Elektronika dla Wszystkich”, „Elektronika Praktyczna”, „Świat Radio” oraz „Elektronik” mogą korzystać z atrakcyjnych rabatów w Sklepie AVT:

- ✓ do 50% na wydania specjalne czasopism Wydawnictwa AVT
- ✓ 20% na kity w wersji A (płytki drukowane do projektów AVT)
- ✓ 10% na pozostałe wersje kitów: (A+, B, C, D)
- ✓ 10% na książki
- ✓ 5% na pozostałe produkty z oferty sklepu

Ponadto każdy prenumerator ww. czasopism korzysta z rabatów od 30% do 50% na zakup czasopism z oferty www.UlubionyKiosk.pl

K L U B
AVT
ELEKTRONIKA

Jak uzyskać rabat? Podczas zamówienia powołaj się na swój numer prenumeraty – otrzymasz go mailowo po zakupie prenumeraty wraz z kartą członkowską Klubu AVT-Elektronika.

Regulamin Klubu AVT-Elektronika znajdziesz na stronie <https://sklep.avt.pl/klub-avt-elektronika>