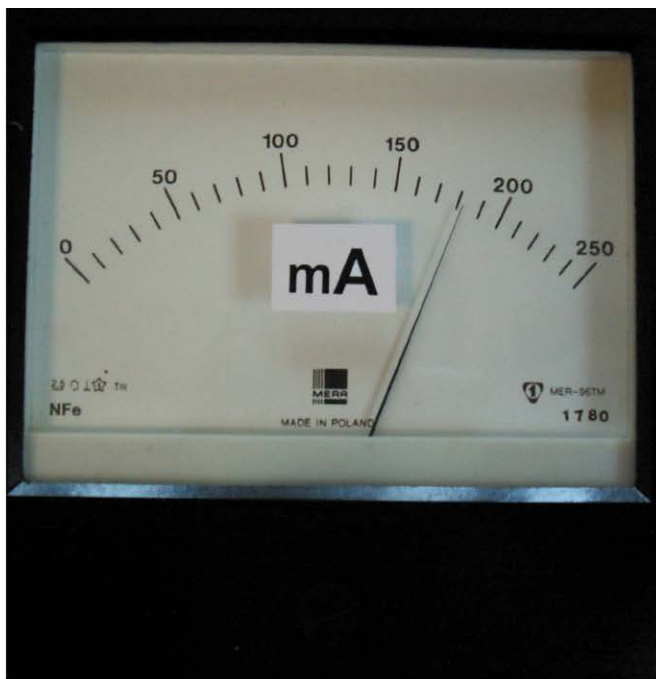
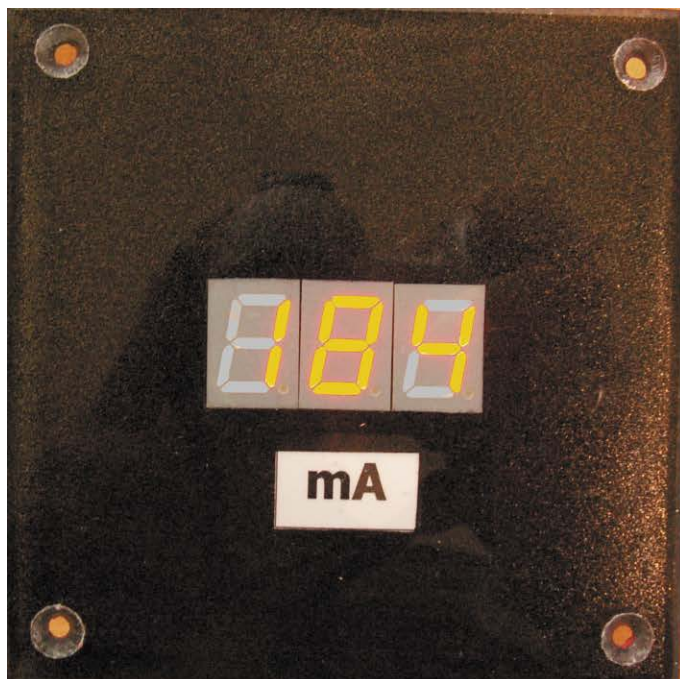


Dział „Projekty Czytelników” zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji. Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane oświadczenie, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany. Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 250,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

PROJEKT
NR 232



Miliamperomierz TRMS

W pewnym urządzeniu znajdował się analogowy miliamperomierz prądu przemiennego typu MER-96T. Wyслужony przyrząd nie mieścił się już w swojej klasie, a co gorsza miał błąd nieliniowy, więc próby kalibracji boczniaka nie miały sensu. Wobec konieczności wymiany miernika postanowiłem wykonać przystawkę do kitu AVT5339 pozwalającą na pomiaru prądu przemiennego. Układ ten niewątpliwie jest tańszy od miernika analogowego, bardziej dokładny, a ponadto umożliwia pomiar wartości skutecznej prądu odkształconego.

Schemat ideowy proponowanego rozwiązania pokazano na **rysunku 1**. Na wejściu układu pomiarowego włączono bocznik prądowy R2 o rezystancji 1 Ω. Jak łatwo policzyć, gdy płynie przez niego prąd o natężeniu 250 mA, to na boczniku występuje spadek napięcia 250 mV. Napięcie z bocznika jest doprowadzone przez rezystor R1 na przetwornik TRMS typu AD736 (IC1). Diody D1 i D2 zabezpieczają wejście przetwornika. Na wyjściu przetwornika (pin nr 6 układu IC1) włączono filtr dolnoprzepustowy złożony z rezystora R3 i kondensatora C6. Z tego filtru napięcie mierzone jest podawane na wejście wzmacniacza pomiarowego IC2A. W jego pętli sprzężenia zwrotnego pracuje

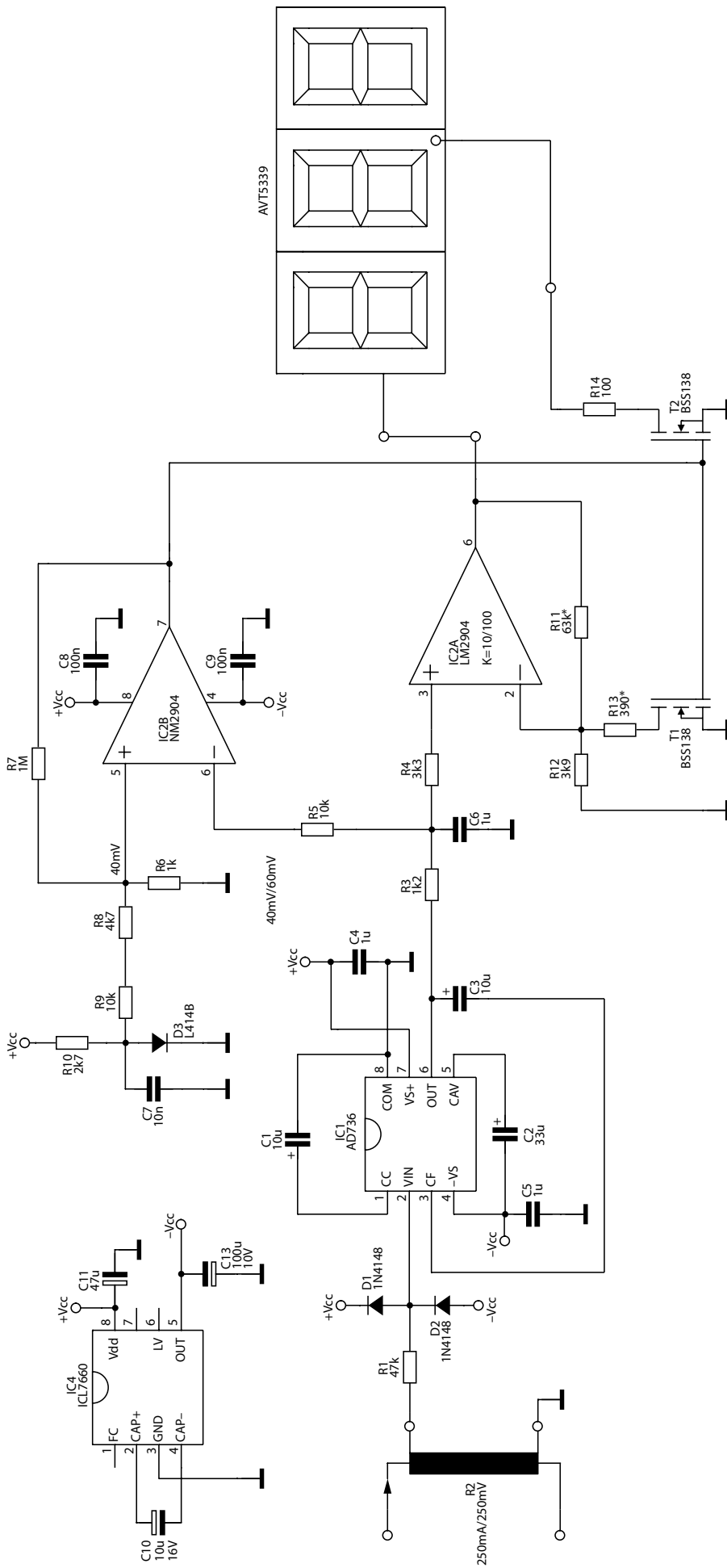
rezystor R12 oraz obwód złożony z opornika R13 i tranzystora T1. Gdy tranzystor T1 jest włączony, wzmacniacz pomiarowy IC2A ma wzmocnienie $K_u=100$, tak aby prąd 50 mA odpowiadał napięciu 5 V na wyjściu wzmacniacza pomiarowego – to pierwszy zakres pomiarowy. Jeśli tranzystor T1 nie przewodzi, wzmocnienie wzmacniacza pomiarowego IC2A wynosi $K_u=10$. To oznacza, że przy prądzie płynącym przez bocznik R2 równym $I=250$ mA napięcie na wyjściu IC2A wynosi 2,5 V.

Mikrokontroler kitu AVT5339 ma wykorzystane wszystkie wyprowadzenia, więc nie może automatycznie dokonywać zmiany zakresu pomiarowego. Dlatego wykorzystalem

drugi wzmacniacz operacyjny precyzyjnego, podwójnego układu wzmacniacza operacyjnego IC2B, aby za jego pomocą automatycznie dokonywać zmiany zakresu pomiarowego. Wzmacniacz IC2B pracuje w konfiguracji komparatora, w której porównuje napięcie z przetwornika TRMS (wejście odwracające IC2B przez R5) z napięciem odniesienia na wejściu nieodwracającym.

Źródło napięcia odniesienia tworzą rezystor R10, dioda D3, kondensator C7 i dzielnik rezystancyjny złożony z R8, R9 i R6. W ten sposób na wejściu nieodwracającym IC2B uzyskujemy napięcie około 40 mV. Jeśli napięcie na wyjściu przetwornika IC1 osiągnie około 50 mV, to wyjście komparatora IC2B zostanie wyzerowane wyłączając tym samym tranzystor T1 i obniżając wzmocnienie wzmacniacza pomiarowego IC2A ze 100 na 10.

Aby uniknąć ciągłych zmian zakresu pomiarowego w sytuacji, gdy mierzony sygnał ma wartość w okolicach końca pierwszego zakresu pomiarowego, wprowadzono pętlę histerezy przez zastosowanie rezystora R7 w pętli dodatkowego sprzężenia zwrotnego



Rysunek 1. Schemat ideowy miliamperomierza TRMS

komparatora IC2B. Dzięki temu przejście z pierwszego zakresu pomiarowego na drugi odbywa się przy prądzie o natężeniu około 50 mA, a z drugiego na pierwszy około 40 mA.

Tranzystor T2, sterowany również z komparatora IC2B wykrywającego zmianę zakresu, załącza kropkę środkowego wyświetlacza 7-segmentowego LED kitu AVT5339.

Przetwornik IC1 i wzmacniacz pomiarowy IC2 wymagają zasilania napięciem symetrycznym, więc zastosowałem przetwornicę napięcia typu ICL7660 (IC3), która wytwarza on ujemne napięcie zasilania. W ten sposób przetwornik może być zasilany ze wspólnego

Podstawowe informacje:

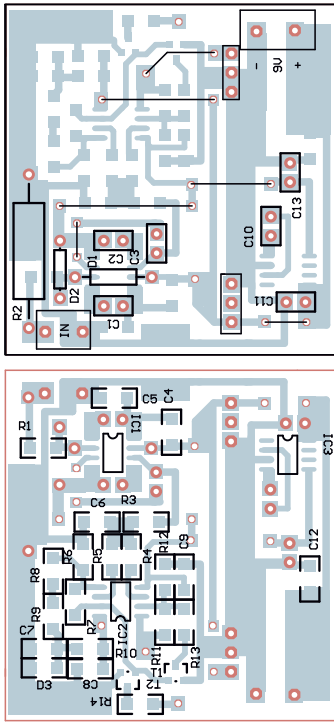
- Zakres pomiarowy 50 mA AC:
- Niepewność pomiaru: 1% rdg ±1 dgt.
- Rozdzielczość: 0,1 mA.
- Zakres pomiarowy 250 mA AC:
- Niepewność pomiaru 1% rdg ±1 dgt.
- Rozdzielczość 1 mA.
- Pobór prądu przy napięciu zasilającym 9 V:
- 65 mA z modułem AVT5339.
- 10 mA bez modułu AVT5339.
- Wymiary płytki drukowanej: 46 mm × 44 mm.

Projekty pokrewne na FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na FTP)

AVT-5507	Miernik UIPTR (EP 7/2015)
AVT-5399	Dwukanałowy multimetr panelowy (EP 6/2013)
AVT-5386	Podwójny woltomierz i amperomierz (EP 3/2013)
AVT-5383	Miernik tablicowy UIPT (EP 2/2013)
AVT-5339	Woltomierz cyfrowy (EP 4/2012)
(AVT-5333	Multimetr panelowy (EP 3/2012)
AVT-5318	Miernik mocy skutecznej wzmacniacza audio (EP 11/2011)
AVT-5300	VMOD – Uniwersalny miernik napięcia (EP 7/2011)
AVT-5233	3-kanałowy woltomierz (EP 5/2010)
AVT-5182	Wielokanałowy rejestrator napięć (EP 4/2009)
AVT-2857	Moduł woltomierza/ amperomierza (EdW 3/2008)
AVT-5086	Programowany 4-kanałowy komparator/woltomierz (EP 11/2002)
AVT-2270	Moduł miliwoltomierza (EdW 3/1998)
AVT-2126	Moduł woltomierza na LCD (EdW 3/1997)
AVT-2004	Woltomierz do modułowego zestawu pomiarowego (EdW 1/1996)
AVT-266	Woltomierz 4,5 cyfry (EP 9/1995)

*** 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] płytką drukowaną bez elementów i dokumentacja
 Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, posiadają następujące dodatkowe wersje:
 ■ wersja [A+] płytką drukowaną [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://sklep.avt.pl>



Rysunek 2. Schemat montażowy miliamperomierza TRMS

napięcia 9 V wraz z modulem AVT5339. Jeśli chcielibyśmy zasilacz przyrząd napięciem 12 V, to należałoby jako IC3 zastosować układ ICL7662, który ma wyższe napięcie wejściowe. Reszta obwodu pozostaje bez zmian.

Montaż i uruchomienie

Amperomierz zmontowano na jednostronnej płytce drukowanej o wymiarach 46 mm × 44 mm, której schemat montażowy pokazano na **rysunku 2**. W montażu pomocne będą też **fotografie 3, 4 i 5** pokazujące gotowy

Wykaz elementów:

Rezystory: (SMD 1206)

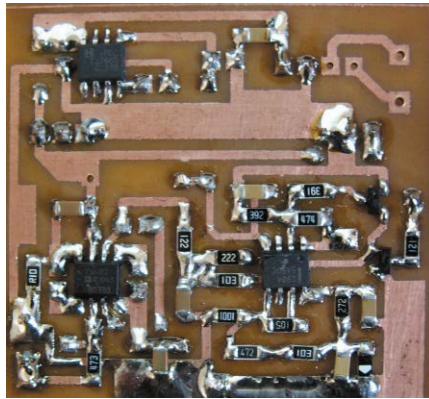
- R1: 47 kΩ
- R2: 1 Ω (bocznik – opis w tekście)
- R3: 1,2 kΩ
- R4: 3,3 kΩ
- R5, R9: 10 kΩ
- R6: 1 kΩ
- R7: 1 MΩ
- R8: 4,7 kΩ
- R10: 2,7 kΩ
- R11: 39 kΩ
- R12: 3,9 kΩ
- R13: 390 Ω
- R14: 100 Ω

Kondensatory:

- C1, C10: 10 μF/16 V (tantalowy)
- C2: 33 μF/16 V (tantalowy)
- C3: 10 μF/16 V (tantalowy)
- C4...C6: 1 μF (SMD 1206)
- C7: 10 nF (SMD 1206)
- C8, C9: 100 nF (SMD 1206)
- C11: 47 μF/16 V
- C12: 100 μF/16 V

Półprzewodniki:

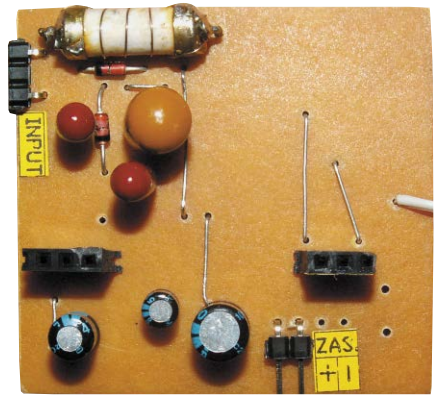
- IC1: AD736 (SO8)
- IC2: LM2904 (SO8)
- IC3: ICL7660 (SO8)
- T1, T2: BSS138 (SOT23)
- D1, D2: 1N4148
- D3: L4148



Fotografia 3. Zmontowana płytka w widoku od spodu

miliamperomierz. Montaż najlepiej rozpocząć od elementów SMD. Następnie należy wlutować zwory, a na końcu pozostałe elementy przewlekane. Jako bocznik prądowy można zastosować gotowy bocznik ze starego multimetru (należy sprawdzić jego rezystancję) lub nawinąć odpowiednim drutem własny. Typowy rezystor 1 Ω nie nadaje się, ponieważ pod wpływem przepływającego prądu będzie się nagrzewał i tym samym zmienił swoją rezystancję.

Po zmontowaniu urządzenia należy je uruchomić. Część analogową uruchamiamy bez kitu AVT5339. Najpierw należy doprowadzić napięcie zasilania +9 V, najlepiej ograniczone prądowo do około 50 mA, aby w razie pomyłki w montażu niczego nie uszkodzić. Po włączeniu napięcia należy sprawdzić obecność ujemnego napięcia zasilania -9 V, aby potwierdzić poprawne działanie konwertera napięcia IC3. Następnie należy połączyć wejście układu szeregowo z multimetrem pracującym na zakresie „mA AC” – będzie on stanowił nasz wzorzec. Aby wymusić przepływ prądu najlepiej posłużyć się transformatorem o małej mocy oraz rezystorem, ustalić prąd na wartość około 100 mA AC. Przy tym prądzie, na wyjściu wzmacniacza pomiarowego (pin nr 6 układu IC2A) powinniśmy uzyskać napięcie około 1 V DC. Na bramce tranzystora T1 powinno być ujemne napięcie – rezystor R13 nie wpływa na wzmocnienie wzmacniacza IC2A. Na kondensatorze C6 powinno być około 100 mV DC, co oznacza, że przetwornik TRMS (IC1) działa poprawnie. Wartość napięcia na wyjściu wzmacniacza pomiarowego IC2A należy obniżyć wartość prądu mierzonego do wartości około 11 mA (zwiększyć rezystor połączony szeregowo z wejściem układu, multimetrem i transformatorem). Przy takim prądzie na bramce tranzystora T1 powinno występować napięcie powyżej 6 V – poprawnie działa układ komparatora IC2B. Jeśli tak



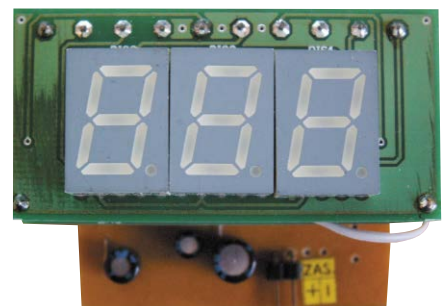
Fotografia 4. Zmontowana płytka w widoku od góry

nie jest, to należy sprawdzić napięcie referencyjne na rezystorze R6, które powinno wynosić około 40 mV.

Przy włączonym tranzystorze T1 prądzie o natężeniu 100 mA AC na wyjściu wzmacniacza pomiarowego IC2A powinno być napięcie 1 V. Wartość tego napięcia należy skorygować rezystorem R13 (jak poprzednio korygowana była wartość R11). Po uzyskaniu poprawnych wartości napięcia wyjściowego wzmacniacza pomiarowego można do układu podłączyć część cyfrową z wyświetlaczem tzn. kit AVT5339. Wcześniej kit powinien być zmontowany i sprawdzony zgodnie z opisem EP 04/2012. W module AVT5339 należy wlutować rezystor R9 (przecinek na drugiej cyfrze). Moduł AVT5339 wsuwa się w złącze części analogowej. Przewodem jedynie należy połączyć dren tranzystora T2 z segmentem h (przecinek) drugiej cyfry wyświetlacza (odlutowany R9). W razie potrzeby skorygować wskazania potencjometrem modułu AVT5339.

Błędy pomiarowe mierników analogowych podaje się jako różnicę wskazań między wzorcem i miernikiem badanym w % w stosunku do zakresu pomiarowego. Natomiast dla mierników cyfrowych jest to różnica między wzorcem i miernikiem badanym w % względem mierzonej wartości ± błąd kwantyzacji (dane przetwornika A/C). Wspomniany miernik analogowy miał deklarowaną dokładność 2,5%. Po przeliczeniu wykonana wersja cyfrowa w najgorszym przypadku ma błąd rzędu 1,2%.

Grzegorz Mazur



Fotografia 5. Miliamperomierz z zamontowanym wyświetlaczem