

## JAK ZBUDOWAĆ AMPEROMIERZ?

W dwóch poprzednich numerach „Młodego Technika” omawialiśmy sposób budowy bardzo prostego, cyfrowego woltomierza napięcia stałego i zmiennego. Jednak nawet do najprostszych prac elektronicznych potrzebny jest również amperomierz - zajmijmy się więc dzisiaj jego opisem - będzie to przyrząd konstrukcyjnie podobny do znanego nam już woltomierza.

Nasz amperomierz mierzy zarówno prąd stały, jak i zmienny, w sześciu zakresach - od 0,1  $\mu\text{A}$  do 20 A. Ostatnio na rynku pojawiło się mnóstwo przyrządów uniwersalnych z zakresami pomiaru prądu od 200 mA do 10 A, a często nawet 20 A. Brak wśród nich jednak przyrządów z bardzo potrzebnym zakresem do 2 A. Proponowany ampe-

romierz jest wyposażony w ten zakres, spełnia tym samym oczekiwania wielu radioamatorów.

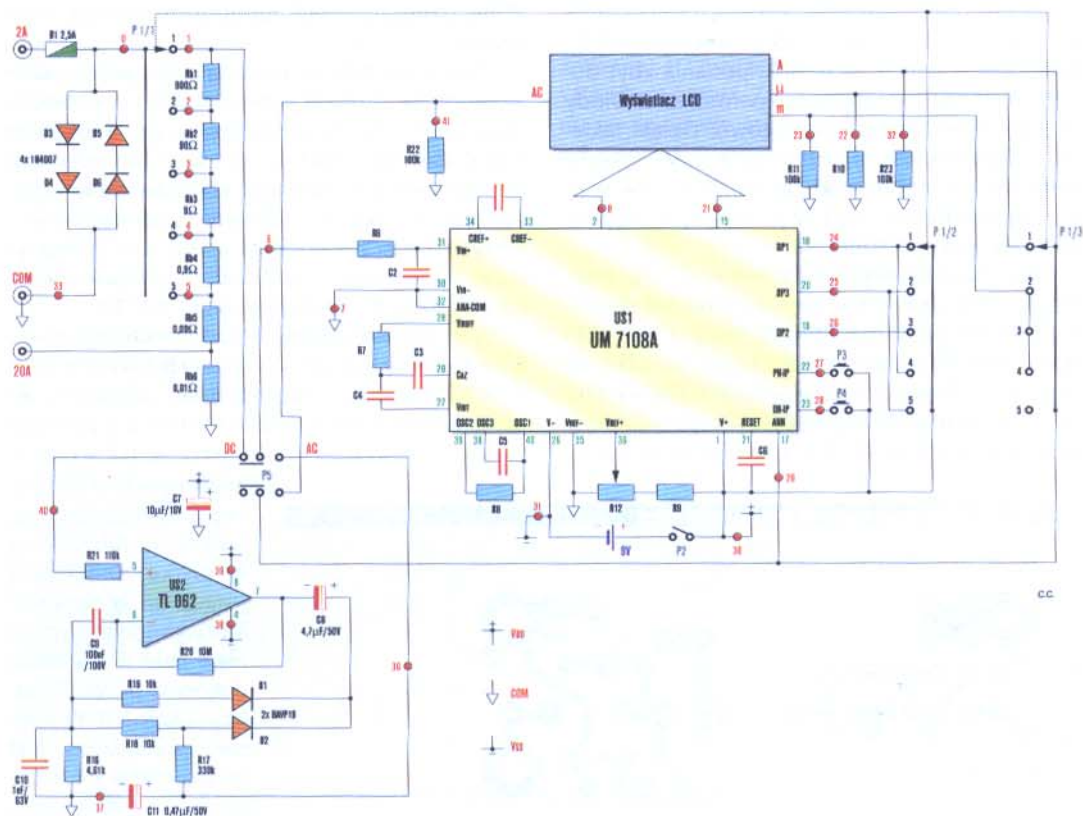
Do budowy amperomierza wykorzystano przedstawione już wcześniej płytki drukowane od woltomierza. Schemat ideowy amperomierza widzimy na rys.1. Przyrząd ma trzy gniazda wejściowe, oznaczone symbolami 2 A, 20 A i COM. Przy pomiarze prądu amperomierz włącza się szerego-

*Przyrząd wyposażony jest w 6 zakresów pomiarowych: 1 - 0-200  $\mu\text{A}$ ,*

*2 - 0-2 mA, 3 - 0-20 mA, 4 - 0-200 mA, 5 - 0-2 A, 6 - 0-20 A.*

*Elementy, których wartości nie podano na schemacie są identyczne z elementami woltomierza opisanego w poprzednim numerze, gdzie znajdują się również rysunki płytek drukowanych tego miernika.*

Rys. 1. Schemat amperomierza



wo w mierzony obwód, wykorzystując do tego celu, zależnie od przewidywanej wartości prądu, gniazda 2 A i COM lub 20 A i COM. Potrzebny zakres pomiarowy włącza się przełącznikiem obrotowym P1 (sekcja 1). Jednocześnie na wyświetlaczu pojawia się symbol zakresu. Symbol gniazda wejściowego 2 A oznacza, że maksymalny prąd płynący przez to wejście nie może przekroczyć 2 A. Podobna uwaga dotyczy wejścia 20 A - maksymalny prąd tego wejścia nie może przekroczyć 20 A.

Obwód wejściowy amperomierza składa się z sześciu rezystorów Rb1-Rb6, połączonych szeregowo oraz z elementów zabezpieczających przed wymuszeniem przepływu zbyt dużego prądu, a także przed podaniem zbyt dużego napięcia na wejście pomiarowe. Między wejście zakresu 2 A a punkt 1 przełącznika obrotowego P1/1 włączono typowy bezpiecznik topikowy B1. Zabezpiecza on obwód wejściowy urządzenia przed zniszczeniem w razie próby wymuszenia przepływu prądu o wartości większej niż 2 A. Ponadto między wejście 2 A a COM włączono diody D3 - D6. Zabezpieczają one wejście przetwornika US1 i wzmacniacza operacyjnego US2 przed zniszczeniem w wyniku podania zbyt dużego napięcia na wejście amperomierza. Diody te połączono parami - szeregowo. Dzięki takiemu połączeniu diody przewodzą przy napięciu powyżej 1,2 V, bocznikując jednocześnie wejście amperomierza. Należy pamiętać, że wejście 20 A nie jest zabezpieczone!

Rezystory szeregowe Rb1-Rb6 są włączane przełącznikiem P-1/1 w pięciu zakresach pomiarowych: 200  $\mu$ A, 2 mA, 20 mA, 200 mA i 2 A. Rezystor Rb6 służy do pomiaru prądu na zakresie 20 A. Na zakresie 2 A są włączone rezystory Rb5 i Rb6 połączone szeregowo. Przy włączaniu przełącznikiem obrotowym P-1/1 kolejnych (dolnych)

zakresów, w obwód pomiarowy włączane są następne rezystory, których wartości sumują się. Przy najmniejszym zakresie - 200  $\mu$ A - w obwód pomiarowy włączane są rezystory Rb1-Rb5 połączone szeregowo.

Pomiar prądu stałego polega na pomiarze napięcia stałego na odpowiednich rezystorach, włączonych przełącznikiem P1/1, które jest następnie podawane, za pośrednictwem przełącznika P5 (DC-AC), na wejście układu scalonego US1. Zmierzone napięcie stałe jest wprost proporcjonalne do wartości natężenia prądu stałego płynącego przez rezystory. Analogicznie, przy pomiarze prądu zmiennego, mierzy się napięcie zmienne na odpowiednich rezystorach, włączonych tym samym przełącznikiem. Sposób pomiaru napięcia omawialiśmy przy okazji opisu woltomierza napięcia zmiennego. Do tego celu wykorzystuje się układy scalone US1 i US2.

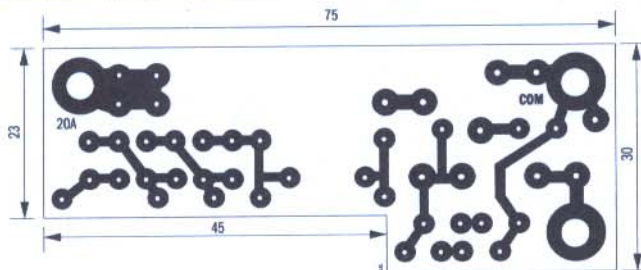
Rys. 2 przedstawia płytkę drukowaną obwodu wejściowego amperomierza, a rys. 3 - rozmieszczenie elementów na tej płytce. Płytkę jest mocowana bezpośrednio do gniazd 2 A, COM i 20 A, umieszczonych na płycie czołowej urządzenia.

Najważniejszą czynnością przy montowaniu amperomierza jest staranne i dokładne dobranie rezystorów obwodu wejściowego. Rezystory Rb1-Rb3 są typu MŁT o mocy 0,25 W i tolerancji rezystancji 0,5 %. Rezystor Rb4 nawinięto na rezystorze o mocy 1 W drutem oporowym o średnicy 0,4 mm i rezystancji 4,1  $\Omega$ /m. Wykorzystano do tego celu odcinek drutu długości około 22 cm, czyli o rezystancji około 0,9  $\Omega$ .

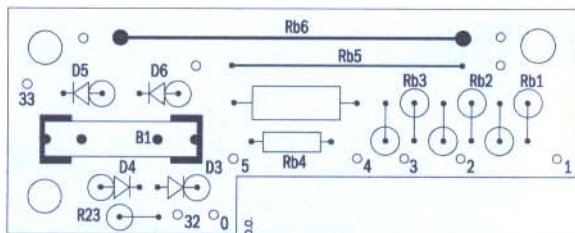
Rezystor Rb5 zrobiony jest z drutu oporowego o średnicy 1,2 mm i rezystancji 1,5  $\Omega$ /m. Długość potrzebnego odcinka drutu, uformowanego w kształt litery C wynosi 6 cm, a jego rezystancja - około 0,09  $\Omega$ . Rezystancję tak wykonanego

opornika można regulować wlotowując go płytce lub głębiej w płytkę drukowaną (regulacja wysokości) lub wykorzystując do tego celu dodatkowe otwory w płytce (regulacja długości). Podobnie sporządzony jest rezystor Rb6 - z drutu oporowego o średnicy

**Rys. 2. Płytkę drukowaną amperomierza**







**Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płycie**

2 mm i rezystancji 0,125  $\Omega$ /m. Długość potrzebnego odcinka drutu wynosiła 8 cm, a jego rezystancja 0,01  $\Omega$ . Oczywiście rezystory potrzebne do dzielnika przyrządu można wykonać z innego, dowolnego drutu oporowego, np. o większej rezystancji przypadającej na metr długości drutu. W takim wypadku rezystory należy nawijać na opornikach stałych (o wartości rezystancji dużo większej niż nawiniętego drutu rezystora) i łącząc je następnie równolegle.

Uruchomienie amperomierza należy rozpocząć od tzw. cechowania. Polega ono na dokładnym doborze wartości rezystorów obwodu wejściowego amperomierza. Do tego celu warto użyć przyrządu „wzorcowego” klasy wyższej niż klasa naszego przyrządu. Następnie należy zbudować układ pomiarowy, w którym oba przyrządy połączone są szeregowo. Wartość prądu w obwodzie najlepiej regulować za pomocą opornicy suwakowej lub rezystora dekadowego. Następnie tak trzeba dobrać wartość rezystora bocznika, aby wskazania obu przyrządów były jednakowe.

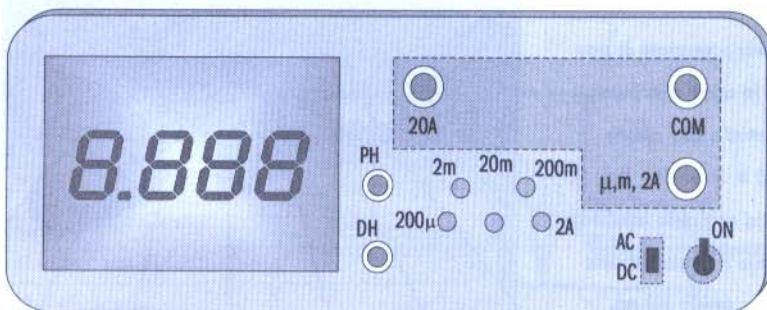
Jako pierwszy cechujemy zakres 20 A dobierając rezystor Rb6, gdyż jest on niezbędny przy pomiarze na wszystkich pozostałych zakresach pomiarowych. Następnie, wymuszając nieco mniejszy prąd, trzeba dobrać kolejno wszystkie

pozostałe rezystory, zaczynając od Rb5, a kończąc na Rb1. Do cechowania prototypowego przyrządu autorzy zastosowali wzorcowy multimetr firmy Metex model 4650. W sześciu zakresach pomiarowych uzyskano

następujące rozdzielczości: 200  $\mu$ A - 0,1  $\mu$ A, 2 mA - 1  $\mu$ A, 20 mA - 10  $\mu$ A, 200 mA - 100  $\mu$ A, 2 A - 1 mA i 20 A - 10 mA. Przy pomiarze prądu stałego, na zakresie 200 mA uchyb badanego amperomierza nie przekroczył 1%, przy uchybie miernika wzorcowego  $\pm 0,5\%$ . Podobnie przy pomiarze prądu zmiennego, na tym samym zakresie uchyb amperomierza nie przekroczył 1,5%, przy uchybie amperomierza wzorcowego  $\pm 1\%$ .

Na rys. 4 widzimy wygląd płyty czołowej amperomierza, umieszczonego w takiej samej obudowie, jak wcześniej opisany woltomierz. Na płycie czołowej oprócz wyświetlacza znajdują się: pokrętła przełącznika obrotowego P1, gniazda wejściowe oraz przełączniki P5 (prąd stały - prąd zmienny), P2 (wyłącznik zasilania), P3 (Peak Hold) i P4 (Data Hold). Zarys płytki drukowanej obwodu wejściowego amperomierza, przymocowanej od wewnątrz, zaznaczono linią przerywaną. Na tylnej płycie amperomierza należy umieścić gniazdo bezpiecznika B1.

Uważni Czytelnicy zapewne zauważą, że opisany przyrząd nie jest rozbudowaną wersją opisanego wcześniej woltomierza. Zbudowanie amperomierza jako osobnego miernika wynikało ze zbyt małej powierzchni płyty czołowej woltomierza i braku miejsca we wnętrzu jego obudowy. Obecnie konstruktorzy obu przyrządów pracują nad układem miernika, łączącego w sobie wszystkie funkcje woltomierza i amperomierza - rezultaty tej pracy postaramy się przedstawić w następnych numerach „Młodego Technika”.



**Rys. 4. Płyta czołowa amperomierza**