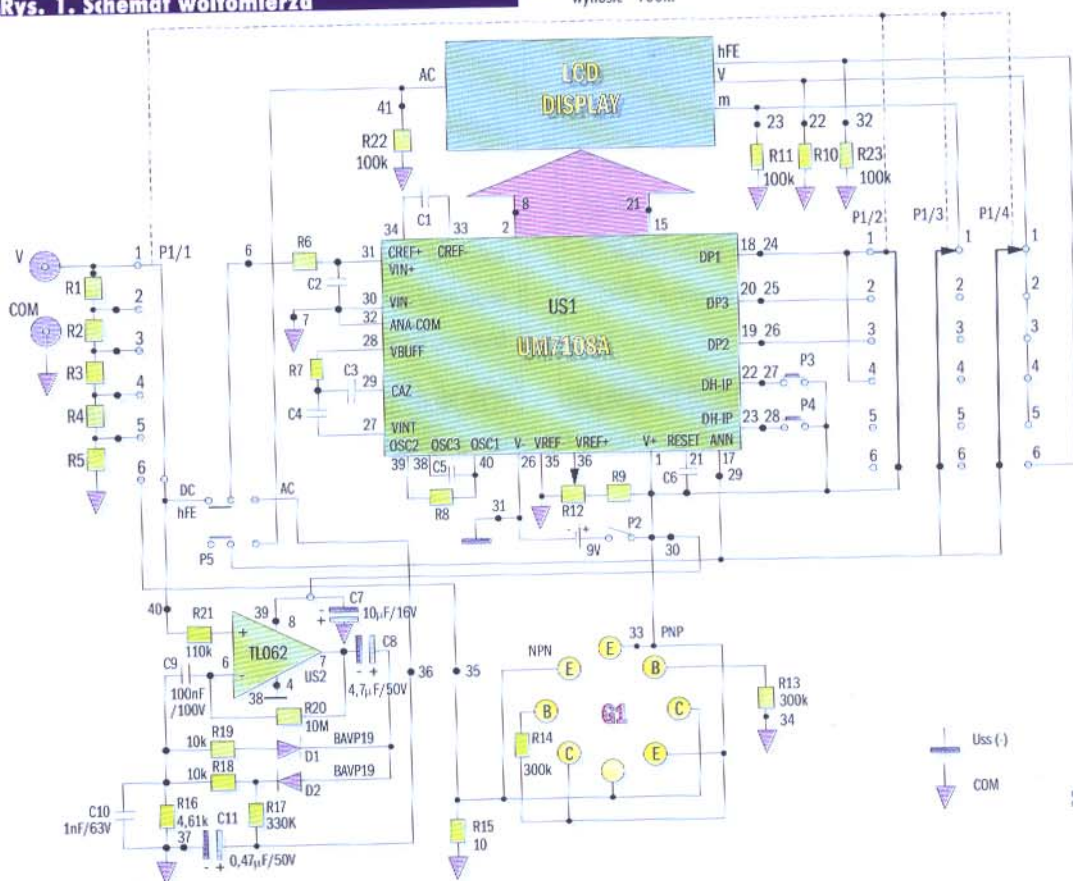


ROZBUDOWUJEMY WOLTOMIERZ CYFROWY

W poprzednim numerze „MT” opisaliśmy konstrukcję prostego, cyfrowego woltomierza napięcia stałego, stanowiącego podstawowy układ do kolejnych modyfikacji, stopniowo przekształcających zbudowany przyrząd w wielofunkcyjny multimetr cyfrowy. Dzisiaj przedstawimy dwie przystawki do tego woltomierza: woltomierz napięcia zmiennego oraz miernik wzmocnienia tranzystorów. Schemat miernika, tj. woltomierza napięcia stałego, zbudowanego z układem scalonym UM7108A, wraz z przystawkami, pokazano na rys. 1.

Miernik napięcia stałego wraz z przystawkami: woltomierzem napięcia zmiennego i miernikiem współczynnika wzmocnienia tranzystorów. Uwaga! Na schemacie występują dwie niezależne „masy”: COM - masa pomiarowa, której punkty lutownicze w poprzedniej części artykułu oznaczone były tradycyjną, poziomą kreską, teraz oznaczona jest symbolem trójkąta i USS (-) - masa dołączona do ujemnego bieguna źródła zasilania - punkt 31 płytki woltomierza, oznaczona tradycyjnie. wartość rezystora R11 powinna wynosić 100k.

Rys. 1. Schemat woltomierza



Woltomierz napięcia zmiennego

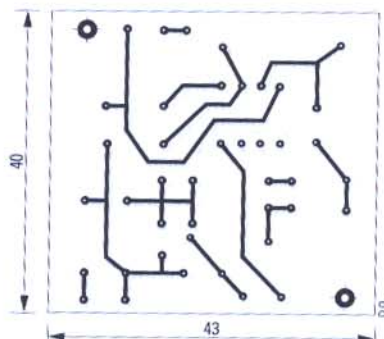
Jak pamiętamy z opisu zamieszczonego w poprzednim numerze, przyrząd mierzy napięcie w pięciu podzakresach, które mają następującą rozdzielczość:

- I. od 0 do 199,9 mV - rozdzielczość 100 μ V,
- II. od 0 do 1,999 V - rozdzielczość 1 mV,
- III. od 0 do 19,99 V - rozdzielczość 10 mV,
- IV. od 0 do 199,9 V - rozdzielczość 100 mV,
- V. od 0 do 750 V - rozdzielczość 1 V.

Zakres mierzonych częstotliwości wynosi od 50 Hz do 400 Hz. Głównym elementem układu woltomierza napięcia zmiennego jest prostownik jednopółkowy, przetwarzający napięcie stałe na zmiennie. Na prostownik użyjemy taniego, ogólnie dostępnego układu scalonego - US2 (TL062). W swojej obudowie zawiera on dwa wzmacniacze operacyjne, z których wykorzystuje się tylko jeden - jego zadanie polega na wzmacnieniu, a następnie wyprostowaniu mierzonego napięcia. Napięcie to jest doprowadzone do tych samych wejść miernika (V i COM), jak przy pomiarze napięcia stałego. Stąd za pośrednictwem dzielnika wejściowego (rezystory R1-R5), przełącznika P1/1 oraz rezystora R21, jest ono doprowadzone do wejścia nieodwracającego (wyprowadzenie 5) wzmacniacza operacyjnego (US2). Między

Płytką drukowaną przystawki woltomierza napięcia zmiennego, wykonaną z jednostronnego laminatu o wymiarach 43x40 mm.

Rys. 2. Woltomierz napięcia zmiennego



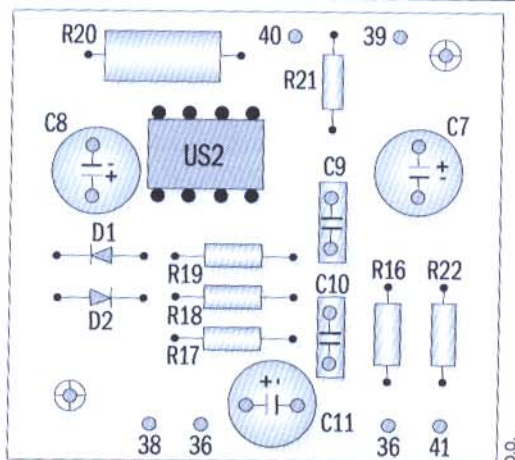
wyjście wzmacniacza (7) a jego wejście odwracające (6), włączono obwód sprzężenia zwrotnego. W obwodzie tym szczególną rolę odgrywają diody D1 i D2, stanowiące element nieliniowy. W typowym prostowniku diody prostownicze przewodzą przy napięciu 0,6 V - 0,7 V. W prostowniku ze wzmacniaczem operacyjnym diody te przewodzą przy niewielkim napięciu zmiennym na wejściu prostownika (5), gdyż już wtedy napięcie na nich osiąga wymaganą wartość.

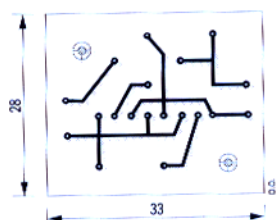
Po wzmacnieniu i wyprostowaniu, sygnał mierzony przechodzi przez filtr R17 i C11, a stąd za pośrednictwem przełącznika P5 (napięcie stałe - napięcie zmienne) i rezystora R6, jest podawany na wejście VIN (wyprowadzenie 31) układu scalonego US1. Dalej wszystko odbywa się identycznie, jak przy pomiarze napięcia stałego.

Pomiaru napięcia zmiennego dokonujemy po ustawieniu przełącznika (napięcie stałe - napięcie zmienne) w pozycję AC oraz wybraniu przełącznikiem obrotowym odpowiedniego podzakresu mV lub V. Powoduje to pojawienie się na wyświetlaczu komunikatów AC i odpowiednio mV lub V. Jednocześnie otrzymany wynik pomiaru można „zamrozić” na wyświetlaczu (funkcja D-H) lub uzyskać wartość maksymalną z serii pomiarów o różnej wartości (funkcja P-H).

Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej woltomierza napięcia zmiennego. Układ scalony US2 wlutowany jest bezpośrednio w punkty lutownicze, bez podstawki.

Rys. 3. Zmontowana płytką drukowaną





Rys. 4. Płytkę drukowaną

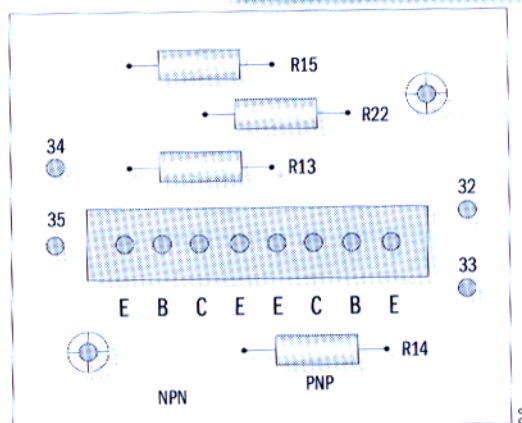
Wyświetlanie przez miernik komunikatu AC uzyskamy łącząc wyświetlacz z odpowiednim wyprowadzeniem przełącznika P5 i z punktem 41 drukowanej płytki przystawki.

Płytkę drukowaną przystawki woltomierza napięcia zmiennego pokazano na rys. 2, a jej schemat montażowy - na rys. 3. Wszystkie rezystory powinny być typu MŁT. Rezystory R16, R18 i R19

muszą mieć tolerancję rezystancji 0,5%, a wszystkie pozostałe - 5%. Kondensatory C8 i C11 powinny być tantalowe, pozostałe - najlepiej monolityczne. Diody D1 i D2 - najlepiej krzemowe, o małej rezystancji w kierunku przewodzenia i dużej w kierunku zaporowym. Doskonale nadają się do tego celu diody typu BAVP 19.

Na płycie czołowej urządzenia trzeba umieścić przełącznik P5 (np. typowy mikroprzełącznik) i połączyć go przewodami z układem miernika. Następnie kompletną płytkę drukowaną woltomierza napięcia zmiennego umieszczamy na dwóch wspornikach i mocujemy do dolnej części obudowy. Na koniec, wyprowadzenia płytki oznaczone numerami od 36 do 41 łączymy z odpowiednimi punktami przełączników miernika. Ze względu na bardzo dużą rezystancję wejściową woltomierza napięcia zmiennego, przewody

Przystawka do pomiaru współczynnika wzmocnienia tranzystorów zawiera niewiele elementów, z których najważniejszy - podstawka służąca do dołączania mierzonego tranzystora - musi być dostępny z zewnętrznej strony obudowy miernika.



Rys. 5. Płytkę z elementami lutowniczymi

Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej przystawki do pomiaru współczynnika wzmocnienia tranzystorów - na jej środku widoczna jest podstawka do dołączania wyprowadzeń mierzonych tranzystorów.

łączące jego wejście (p. 40) z przełącznikiem P1/1 trzeba wykonać drutem ekranowanym.

Uruchomienie układu woltomierza napięcia zmiennego polega na odpowiednim doborze rezystorów R18 i R19 oraz diod D1 i D2. Przy pomiarach kontrolnych woltomierza napięcia zmiennego, jako wzorców użyto generatora funkcyjnego typu 8205A oraz le-

galizowanego multimetru cyfrowego M4650 z wyświetlaczem, zawierającym znaki 4 i pół cyfry. Pomiarów dokonano przy częstotliwości generatora 80 Hz, przy identycznie ustawionych podzakresach na woltomierzu badanym i wzorcowym - 2 V. Po wykonaniu serii prób okazało się, że błąd pomiaru nie przekraczał 1,1 %.

Miernik współczynnika wzmocnienia tranzystorów hFE.

Przy pomiarze współczynnika wzmocnienia prądowego tranzystora przez jego bazę wymusza się przepływ prądu około 10 μ A. Prąd ten jest określony przez wartość rezystora R13 (w przypadku tranzystora p-n-p) i rezystora R14 (w przypadku tranzystora n-p-n) - patrz schemat na rys.1. Następnie mierzy się spadek napięcia stałego na

rezystorze pomiarowym R15, jaki powstaje przy przepływie prądu emitera (w przypadku tranzystora typu n-p-n) i kolektora (w przypadku tranzystora typu p-n-p). Spadek ten jest wprost proporcjonalny do współczynnika wzmocnienia prądowego tranzystora, będącego stosunkiem prądu kolektora do prądu bazy i można go, po prostych przekształceniach, wyrazić wzorem:

$$UR15 = I_b \times R15 \times hFE$$

Zatem przy wartości rezystora $R15 = 10$ omów i wartości prądu bazy $10 \mu A$, napięcie na rezystorze R15 jest równe $100 \mu V \times hFE$. Ze wzoru jasno wynika, że dokładność pomiaru współczynnika wzmocnienia zależy od dokładności doboru wartości rezystancji rezystora R15 oraz rezystorów wymuszających odpowiedni prąd bazy, tj. R13 i R14.

Wyprowadzenia testowanego tranzystora umieszcza się w odpowiednich otworach gniazda pomiarowego G1, znajdującego się na płytce drukowanej. Płytke drukowaną układu pomiarowego hFE pokazano na rys. 4, a jego schemat montażowy na rys. 5. Jako gniazdo pomiarowe wykorzystano połowę typowej podstawki z 16 nóżkami, stosowanej do układów scalonych.

W celu zamontowania gniazda należy w płycie czołowej miernika wyciąć prostokątny otwór, odpowiadający wymiarom podstawki oraz wywiercić dwa otwory, służące do przykręcenia kompletnej płytki drukowanej - rys. 6. Następnie umieścić płytkę drukowaną na dwóch wspornikach i przykręcić ją do płyty czołowej. Na koniec połączyć przewodami punkty 32-35 z odpowiednimi punktami przełączników i masą. Ponadto trzeba wykonać połączenia wyprowadzenia 6 - czwartej (uprzednio nie wykorzystywanej) sekcji

przełącznika obrotowego P1/4 - z płytką wyświetlacza.

Pomiaru współczynnika wzmocnienia hFE dokonuje się po ustawieniu przełącznika P5 w pozycji - DC/hFE oraz przełącznika obrotowego P1/4 w pozycji - pomiar hFE. Na wyświetlaczu pojawia się wtedy komunikat hFE. Następnie należy umieścić wyprowadzenia tranzystora w odpowiednich (zależnie od typu) otworach gniazda G1. Przyставка umożliwia pomiar współczynnika wzmocnienia aż do 2000, co jest przecież wartością teoretyczną.

Uruchomienie przystawki jest bardzo proste i polega na dobraniu wartości rezystorów, które powinny być typu MŁT. Rezystor R12 może mieć tolerancję rezystancji 5%, ale pozostałe rezystory R13 - R15 muszą być dobrane z tolerancją 0,5%.

W jednym z następnych numerów postaramy się przedstawić Czytelnikom opis kolejnych przystawek, tj. amperomierzy: prądu stałego i zmiennego.

Uwaga! Płytki drukowane z elementami pokazane są w powiększeniu, ich naturalna wielkość została zaznaczona na rys. 2 i 4.

Leszek Halicki, Janusz Konopacki

W środkowej części płyty czołowej widoczny jest prostokątny otwór, w którym tkwi podstawa do tranzystorów, zawierająca po cztery gniazda dla każdego typu tranzystora - p-n-p i n-p-n. Gniazda dla emiterów są podwójne, by ułatwić pomiar - różny jest bowiem rozkład elektrod poszczególnych typów półprzewodników.

Rys. 6. Płyta czołowa miernika

