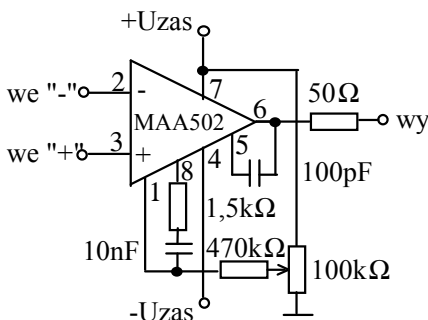


Ćwiczenie "Wzmacniacz operacyjny - wzmacniacze: różniczkujący i całkujący" - szczegóły.

Wymagany zestaw aparatury:

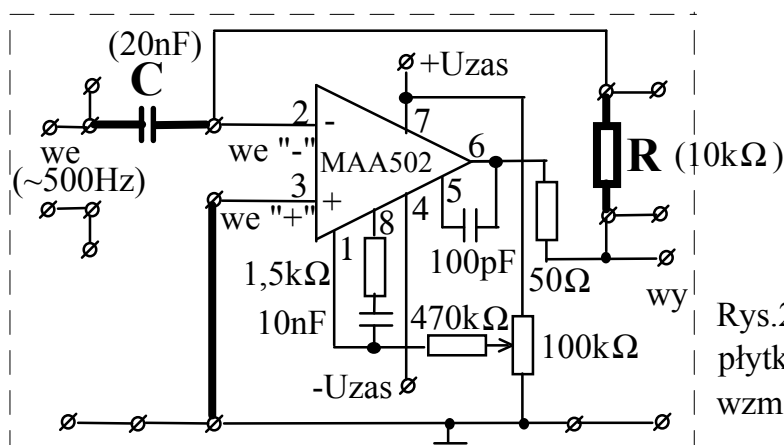
1. Oscyloskop dwukanałowy "DT-516A".
2. Zasilacz "KP 16102".
3. Generator "G432".
4. Płytką ze wzmacniaczem operacyjnym, gniazdkami, elementami kompensującymi, równoważącymi i zabezpieczającymi.
5. Oporniki zamontowane na płytkach z bolcami - 2 szt. ($10\text{k}\Omega$ i $1\text{M}\Omega$).
6. Kondensatory zamontowane na płytkach z gniazdkami (20nF i $1\mu\text{F}$).
7. Przewody koncentryczne zaopatrzone z jednej strony w przyłączy z dwoma przewodami zakończone wtyczkami bananowymi - 3 szt.
8. Przewody pojedyncze zakończone wtyczkami bananowymi - 6szt. (3 dłuższe i 3 krótsze).

W ćwiczeniu stosujemy wzmacniacz operacyjny MAA502 (odpowiednik $\mu\text{A} 709$). Aby taki wzmacniacz mógł poprawnie pracować, do układu scalonego zawierającego wzmacniacz operacyjny powinny być przyłączone elementy kompensujące częstotliwość (zabezpieczające przed wzbudzeniem się wzmacniacza), równoważące i zabezpieczające wzmacniacz. Rysunek 1 przedstawia wzmacniacz MAA502 z dołączonymi takimi elementami. Kondensatory o wartościach 100pF i 10nF oraz opornik o wartości $1,5\text{k}\Omega$ zabezpieczają wzmacniacz przed wzbudzeniem się, opornik o wartości $470\text{k}\Omega$ i potencjometr służą do równoważenia wzmacniacza (tak, by dla wejściowego różnicowego napięcia równego 0V napięcie na wyjściu wynosiło także 0V), opornik o wartości 50Ω zabezpiecza wzmacniacz przed zniszczeniem w przypadku zwarcia wyjścia wzmacniacza np. z którymś z przewodów zasilających.



Rys.1. Wzmacniacz operacyjny MAA502 z dołączonymi elementami: kompensującymi, równoważącymi i zabezpieczającym wzmacniacz.

W ćwiczeniu wykorzystujemy płytkę drukowaną z zamontowanym wzmacniaczem operacyjnym oraz elementami kompensującymi, równoważącymi i elementem zabezpieczającym. Elementy kompensujące, równoważące i element zabezpieczający są na stałe przylutowane do płytki. **Wzmacniacz różniczkujący albo całkujący budujemy, dołączając do odpowiednich gniazdek zamontowanych na płytce opornik R, kondensator C oraz przewód, którym łączymy wejście nieodwracające wzmacniacza operacyjnego z masą układu (ścieżka u dołu płytki drukowanej).**



Rys.2. Schemat szczegółowy płytki ze zbudowanym wzmacniaczem różniczkującym.

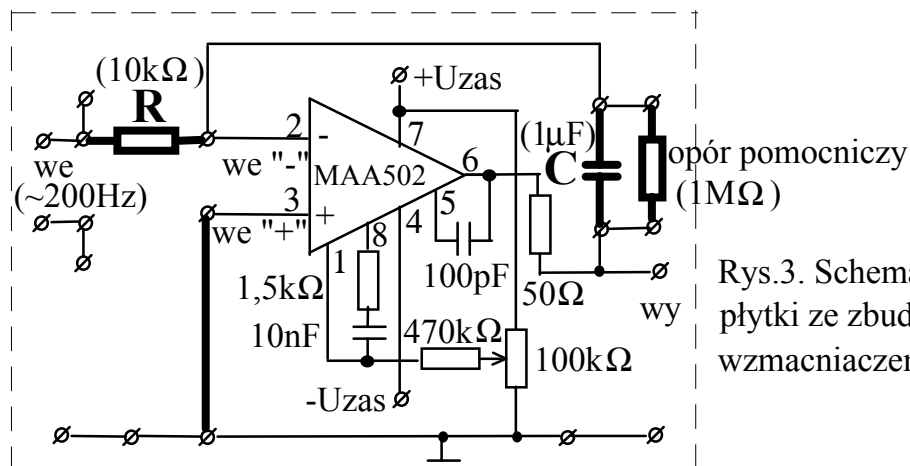
We wzmacniaczu całkującym wskazane jest dodatkowo włączenie równoległe z kondensatorem C opornika $1\text{M}\Omega$. Opornik R (podobnie jak i opornik $1\text{M}\Omega$), zamocowany na niewielkiej płytce z bolcami, daje się łatwo włożyć w odpowiednie gniazdka. Kondensator C, zamocowany na większej płytce łączymy z gniazdkami za pomocą krótkich przewodów.

Rysunek 2 przedstawia schemat szczegółowy wzmacniacza różniczkującego zmontowanego na płytce drukowanej. Widzimy na tym schemacie wzmacniacz operacyjny, elementy kompensujące, równoważące i element zabezpieczający oraz elementy C i R. Elementy dołączane do płytki w celu zbudowania konkretnego wzmacniacza (przewód, kondensator i opornik dla wzmacniacza różniczkującego i przewód, kondensator i dwa oporniki dla wzmacniacza całkującego) zostały na-

ciąg dalszy na odwrocie

rysowane linią pogrubioną. Rozmieszczenie przestrzenne gniazdek (oznaczone są one symbolami \emptyset) na rys. 2 i 3 odpowiada rozmieszczeniu ich na płytce. Część tych gniazdek jest zbędna przy wykonywaniu ćwiczenia „Wzmacniacz operacyjny - wzmacniacze: różniczkujący i całkujący”. Wykorzystuje się je w ćwiczeniu „Wzmacniacz operacyjny - wzmacniacze liniowe”.

Rysunek 3 przedstawia schemat szczegółowy wzmacniacza całkującego zmontowanego na płytce drukowanej. Widzimy tutaj opornik $1M\Omega$ dołączony równolegle do elementu C.



Rys.3. Schemat szczegółowy płytki ze zbudowanym wzmacniaczem całkującym.

Gdy mamy zbudowany wzmacniacz, łączymy go z zasilaczem, generatorem i oscyloskopem dwukanałowym i - po sprawdzeniu poprawności układu - przystępujemy do wykonania pomiarów.

Uwaga. Wzmacniacz operacyjny zasilamy trzema przewodami o potencjałach np. +15V, -15 V i 0V. W zasilaczu KP16102 powinien być zwolniony klawisz przełączający napięcia wyjściowe zasilacza z wartości +12V i -6V na wartości +15V i -15V. Przewód o potencjale 0V musi być połączony ze ścieżką znajdującą się u dołu płytki drukowanej, oznaczoną symbolem masy. Konieczność taka wynika stąd, że - jak widzimy to na rys. 1 i 2 - w obwodzie równoważenia wzmacniacza operacyjnego MAA502 znajduje się potencjometr, którego jedno z wyprowadzeń ma być połączone z masą. Właśnie to wyprowadzenie potencjometru jest przylutowane do ścieżki oznaczonej symbolem masy.

Przełączniki rodzaju wejścia w oscyloskopie należy ustawiać w pozycji „stałoprądowej”, (tzn. w pozycji „DC” a nie „AC”), zwłaszcza w tym kanale, do którego doprowadzamy sygnał prostokątny i mierzymy chwilowe napięcia stałe (dodatnie i ujemne) występujące w tym sygnale. Jeśli we wzmacniaczu całkującym uciekanie pionowe obrazu sygnału wyjściowego uniemożliwia pomiar, to przełącznik rodzaju wejścia tego kanału należy ustawić w pozycji "AC".

Do budowanych wzmacniaczy doprowadzamy napięcie z generatora G432 z gniazda koncentrycznego, w którym możemy pokrętkiem "składowa stała" regulować składową stałą sygnału wyjściowego. Zasadniczo pokrętko to powinno być w położeniu zerowym. Na wejścia budowanych wzmacniaczy zaleca się podawać napięcie o maksymalnej amplitudzie (5Vp-p) za wyjątkiem przypadku, kiedy badamy różniczkowanie sygnału prostokątnego i amplituda sygnału wejściowego powinna być 10 razy mniejsza (0,5Vp-p). Dla wzmacniacza różniczkującego zaleca się zastosować: częstotliwość sygnału = 500Hz, czułość kanału A (do niego doprowadzamy sygnał podawany na wejście wzmacniacza) = 1V/cm, czułość kanału B = 0,5V/cm, "szybkość podstawy czasu" = 0,2ms/cm. Dla wzmacniacza całkującego zaleca się zastosować: częstotliwość sygnału = 200Hz, czułość kanału A (do niego doprowadzamy sygnał podawany na wejście wzmacniacza) = 1V/cm, czułość kanału B = 0,2V/cm, "szybkość podstawy czasu" = 0,5ms/cm. Dla badania różniczkowania sygnału prostokątnego należy zmniejszyć czułość kanału B tak, by cały obraz zmieścił się na ekranie.

W oscyloskopie DT-516A oprócz klawisza wyłącznika sieciowego (POWER) powinny być wciśnięte tylko 3 klawisze: klawisz oznaczony literą A w polu "TRIGGER", klawisz oznaczony napisem "CHOP" w polu "VERT MODE" i klawisz oznaczony symbolem \sphericalangle w polu "COUPLING". Gdy przy takim ustawieniu nie widać na ekranie żadnego obrazu (nawet linii poziomej), to należy próbować: zwiększyć jasność plamki, ustawiając pokrętko "INTENSITY" w skrajnie prawym położeniu (później ew. zmniejszyć jasność), zmniejszyć czułość danego kanału na wartość 5V/cm, przesunąć obraz pokrętkiem przesuwu pionowego, sprawdzić położenie strumienia elektronów w lampie, naciskając na chwilę klawisz "BEAM FIND". Gdy brak obrazu sygnału (widać tylko poziomą linię) w jednym kanale, należy spróbować zmienić położenie przełącznika czułości tego kanału. Sygnał na wyjściu wzmacniacza różniczkującego jest zwykle zakłócony sygnałami o wyższej częstotliwości i niewielkiej amplitudzie. Dla każdego przypadku należy znaleźć takie położenie pokrętki "LEVEL", aby obraz był nieruchomy; jeśli to się nie udaje, można próbować zmieniać położenie tego pokrętki przy wciśniętym innym klawiszu w polu "COUPLING".