

Ćwiczenie "Wzmacniacz rezonansowy z obwodem LC oraz wzmacniacz selektywny niskiej częstotliwości z filtrem typu 2T - szczegóły.

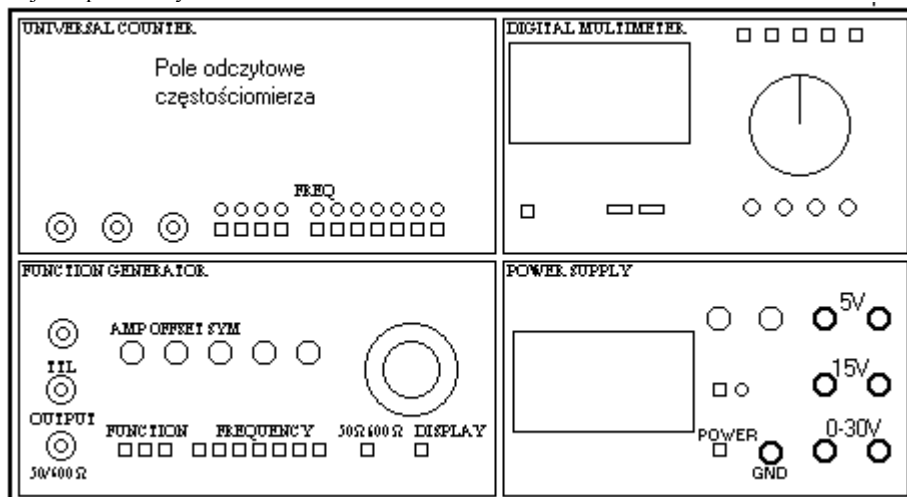
Zestaw aparatury:

1. Aparat UNIVERSAL SYSTEM MS-9150 (jako zasilacz 12V DC badanych wzmacniaczy, generator napięcia zmiennego podawanego na wejścia wzmacniaczy oraz jako częstotściomierz częstotliwości napięcia zmiennego podawanego na wejścia wzmacniaczy).
2. Miernik V-640 (jako woltomierz) - 2 szt..
3. Sonda wysokiej częstotliwości z przewodem (kablem) koncentrycznym do miernika V640 .
4. Płytki ze wzmacniaczem z obwodem LC.
5. Płytki ze wzmacniaczem z filtrem 2T.
6. Kabel koncentryczny z przyłączem dwuprzewodowym - 3 szt. (w tym jedno przyłącze z krótkimi przewodami do podawania napięcia z generatora na wejście badanego wzmacniacza)
7. Krokodyłki (do przyłączania sondy wysokiej częstotliwości do wyjścia wzmacniacza) – 2 szt.
8. Przewody połączeniowe pojedyncze zakończone obustronnie wtyczkami bananowymi: dwa dłuższe (do doprowadzenia napięcia zasilającego do badanego wzmacniacza), dwa o długości ok. 15 cm (do przyłączania sondy wysokiej częstotliwości do wyjścia wzmacniacza), dwa o długości ok 5 cm (łącznie filtr 2T ze wzmacniaczem, powinny – poza wypadkiem badania filtru 2T - być odpowiednio wetknięte w gniazdko płytki ze wzmacniaczem 2T).

Badane wzmacniacze są zmontowane na płytkach drukowanych wyposażonych w gniazdko radiowe. Wzmacniacze zasilamy napięciem stałym o wartości 12V pobranym z zacisków (oznaczonych napisem "0-30V") zasilacza stanowiącego część aparatu UNIVERSAL SYSTEM MS-9150. Gniazdo wyjściowe zasilacza "+12V" łączymy z gniazdkiem oznaczonym napisem "ZAS" lub "Uzas" w badanym wzmacniaczu, gniazdo zasilacza o potencjale ujemnym (może ono być połączone z masą aparatu) łączymy z masą wzmacniacza (stanowi ją ścieżka przewodząca z gniazdkami u dołu płytki); używamy do tego dwu dłuższych przewodów. Pokrętko określające maksymalną wartość natężenia prądu pobieranego z zasilacza (oznaczone napisem CURRENT) ustawiamy w pozycji ok. 45 stopni w prawo od jego skrajnie lewego położenia.

Źródłem sygnału podawanego na wejścia badanych wzmacniaczy jest generator znajdujący się z aparacie UNIVERSAL SYSTEM MS-9150 (generuje on napięcie o stałej amplitudzie, niezależnej od częstotliwości) Z gniazda koncentrycznego znajdującego się w dolnym lewym rogu aparatu, oznaczonego napisami "OUTPUT" (nad gniazdem) oraz "50/600Ω" (pod gniazdem) za pomocą przewodu koncentrycznego wyposażonego w przyłącze z dwoma pojedynczymi przewodami doprowadzimy do wejścia wzmacniacza sygnał sinusoidalny, łącząc przewód masowy (połączony z obudową przyłącza) z masą badanego wzmacniacza a przewód sygnałowy (wychodzącym ze środka przyłącza) z gniazdkiem wejściowym ("WE") badanego wzmacniacza. Wskazane jest, by wzmacniacze były badane przy podawaniu na ich wejścia sygnałów o maksymalnych dopuszczalnych wartościach napięć. Maksymalne wartości napięć wejściowych wzmacniaczy są podane na płytkach z zamontowanymi na nich wzmacniaczami. Napięcia wyjściowe (także wyjściowe podczas badania filtru 2T) mierzymy za pomocą mierników V640. Gdy mierzymy napięcia o częstotliwościach niskich (od 10 Hz do 20 kHz), miernik V640 powinien mieć wciśnięty klawisz "LF" a napięcie powinno być doprowadzane do miernika kablem koncentrycznym zakończonym z jednej strony dwoma przewodami (masowym i sygnałowym) z wtyczkami bananowymi: wtyczkę przewodu masowego łączymy z gniazdkiem masowym badanego wzmacniacza a wtyczkę sygnałową łączymy z punktem, w którym występuje interesujący nas potencjał zmienny (np. gniazdko wyjścia badanego wzmacniacza oznaczone napisem "WY"). Gdy mierzymy napięcia o częstotliwościach wysokich (od 2 kHz do 8 MHz), miernik V640 powinien mieć wciśnięty klawisz "HF" a napięcie powinno być doprowadzane do miernika kablem koncentrycznym zakończonym specjalną sondą do pomiaru napięć o wysokiej częstotliwości. Sondę tę przyłączamy do wyjścia wzmacniacza, posługując się dwoma krótkimi przewodami posiadającymi na jednym końcu nałożone (na wtyczki bananowe) krokodyłki. Wolne wtyczki bananowe obu przewodów wtykamy do gniazdek wyjścia badanego wzmacniacza (masowego i sygnałowego, oznaczonego napisem "WY"). Następnie krokodyłkiem nałożonym na wtyczkę bananową przewodu wychodzącego z gniazdko masowego wzmacniacza chwytny za elektrodę masową sondy. Elektroda ta ma postać niewielkiego elementu metalowego znajdującego się przy wylocie przewodu z sondy. Krokodyłkiem nałożonym na wtyczkę bananową przewodu wychodzącego z gniazdko sygnałowego chwycimy za mającą postać niewielkiego ostrza elektrodę sygnałową sondy. Przed wykonaniem pomiarów napięć wysokiej częstotliwości należy sprawdzić, czy miernik V640 jest wyzerowany. Miernik powinien pokazywać zero na początku skali, gdy na wejściu sondy nie ma napięcia (gdy ostrze sondy jest zwarte krótkim przewodem z jej masą). Do zerowania miernika V-640 służy pokrętko "zero DC".

Aparat UNIVERSAL SYSTEM MS-9150 zawiera cztery urządzenia: częstotściomierz (lewa góra „ćwiartka” płyty czołowej), generator funkcyjny (lewa dolna „ćwiartka” płyty czołowej), multimetr cyfrowy (prawa góra „ćwiartka” płyty czołowej oraz potrójny zasilacz napięcia stałego (prawa dolna „ćwiartka” płyty czołowej; mamy zasilacze: 5V, 15V oraz regulowane od 0 do 30V; korzystamy z tego ostatniego). Aparat włączamy do sieci, wciskając przycisk znajdujący się w prawej dolnej „ćwiartce” płyty czołowej, oznaczony napisem „POWER”. Należy zaznaczyć, że generator funkcyjny oraz licznik posiadają dodatkowe indywidualne wyłączniki na płycie tylnej aparatu. Multimetr cyfrowy jest zasilany z baterii 6F22 wkładanej do aparatu z tyłu.



Rys. 1. Widok płyty czołowej aparatu UNIVERSAL SYSTEM MS-9150.

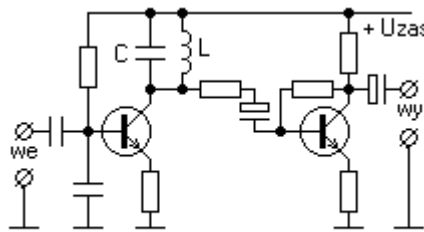
Rysunek 1 przedstawia widok płyty czołowej aparatu (zaznaczono położenia najważniejszych elementów regulacyjnych, gniazd i napisów).

Ćwiczenie "Wzmacniacz rezonansowy z obwodem LC oraz wzmacniacz selektywny niskiej częstotliwości z filtrem typu 2T - szczegóły.

Jeśli jest wciśnięty klawisz oznaczony napisem „DISPLAY” (w lewej dolnej ćwiartce płyty czołowej), to po kilkunastu sekundach od momentu włączenia aparat tak samoczynnie ustawi się, że na polu odczytowym częstotściomierza będzie wyświetlona wartość częstotliwości sygnału generowanego przez generator funkcyjny (o ile ustawiona częstotliwość będzie większa, niż 1 Hz). Będzie świecić dioda znajdująca się nad klawiszem oznaczonym napisem „FREQ” oraz będą świecić dwie diody umieszczone po lewej stronie pola odczytowego częstotściomierza i wskazujące napisy "CHAN A" i "GATE 1". Jeśli tak by nie było i chcielibyśmy, aby częstotściomierz pokazywał częstotliwość generowanego sygnału, należałoby - używając przycisków oznaczonych napisami "CHAN" i "FREQ" - doprowadzić do świecenia diodę znajdującą się nad klawiszem oznaczonym napisem „FREQ” oraz diodę wskazującą napis "CHAN A". Wskazanie np. "GATE 10" oznacza, że naliczanie impulsów przez częstotściomierz zachodzi w ciągu czasu 10 s. Najwygodniej jest (o ile generowana częstotliwość nie jest zbyt niska, np. nie jest mniejsza, niż 10 Hz) ustawić czas zliczania na 1 s ("GATE 1"). Świecenie diody umieszczonej nad klawiszem "HOLD" oznacza, że praca częstotściomierza została wstrzymana (i na polu odczytowym mamy wyświetlaną, być może nieaktualną, wartość częstotliwości).

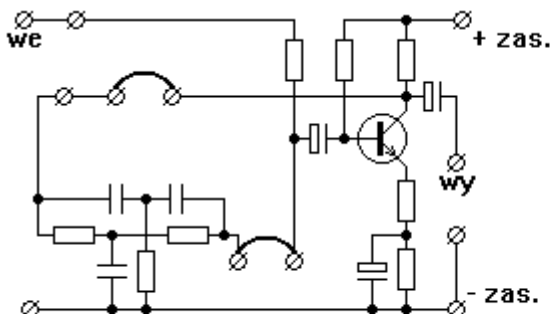
Naciskając jeden z siedmiu klawiszy w przełączniku oznaczonym napisem „FREQUENCY”, dokonujemy wyboru zakresu generowanych częstotliwości. Dokładnej regulacji częstotliwości dokonujemy za pomocą pokrętki znajdującego się nad napisem „DISPLAY”. Naciskając jeden z trzech klawiszy w przełączniku oznaczonym napisem „FUNCTION”, dokonujemy wyboru rodzaju generowanego sygnału: sinusoidalnego, prostokątnego albo trójkątnego. W ćwiczeniu wykorzystujemy tylko sygnał sinusoidalny. Aby sygnał ten był niezniekształcony, pokrętkę oznaczone napisem „SYM” powinno być nieodciągnięte od płyty czołowej aparatu. Możemy ustawiać opór tego wyjścia na wartość 50 albo 600 omów (służy do tego przełącznik usytuowany w pobliżu klawisza oznaczonego napisem „DISPLAY”). Regulacji napięcia wyjściowego - w zakresie od 1Vp-p do 20Vp-p (przy braku obciążenia wyjścia) - dokonujemy pokrętką oznaczonym napisem "AMP". Podczas badania wzmacniacza pokrętkę to powinno być odciągnięte - wtedy amplituda sygnału wyjściowego jest odpowiednio mała (jest 10 razy mniejsza, niż przy pokrętkę nieodciągnięty). Dwa pokrętki oznaczone napisem „SWEEP” oraz pokrętkę oznaczone napisem “OFFSET” powinny być nieodciągnięte. Nie należy włączać multimetru cyfrowego (DIGITAL MULTIMETER), znajdującego się w prawej górnej „ćwiartce” aparatu.

Badanie wzmacniacza z obwodem rezonansowym LC. Wymaganą wartość napięcia wejściowego wzmacniacza (0,1V) ustawiamy mierząc jego wartość miernikiem V-640 dla częstotliwości 1kHz, połączywszy kablem koncentrycznym wyjście generatora z wejściem miernika przy wciśniętym klawiszu “LF” w mierniku. Następnie kablem koncentrycznym zawierającym od strony wzmacniacza przyłączy dwuprzewodowe łączymy wyjście generatora z wejściem badanego wzmacniacza oraz kablem z sondą wysokiej częstotliwości łączymy wyjście wzmacniacza z wejściem miernika. Wzmacniacz badamy, zbierając wyniki dla sporządzenia charakterystyki częstotściowej wzmacniacza, czyli wykresu przedstawiającego zależność wzmocnienia wzmacniacza $K=U_{wy}/U_{we}$ od częstotliwości, w zakresie od 2kHz do 50kHz – przy wciśniętym klawiszu “HF” w mierniku. Przy niskim oporze wyjściowym generatora (50Ω ale także i przy 600Ω) w stosunku do oporu wejściowego badanego wzmacniacza, dołączenie wejścia badanego wzmacniacza do wyjścia generatora – podobnie, jak dołączenie wejścia miernika - nie spowoduje zauważalnej zmiany napięcia na wyjściu generatora. Zmieniamy częstotliwość w generatorze i odczytujemy napięcie występujące na wyjściu wzmacniacza, nie dotykając pokrętki “AMP” w generatorze.

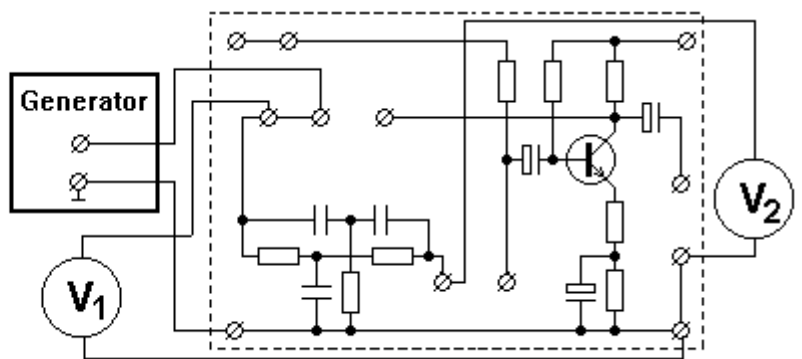


Rys. 2. Wzmacniacz LC

Badanie wzmacniacza z filtrem 2T. Rysunek 3 przedstawia schemat wzmacniacza z dołączonym mostkiem 2T. Rozmieszczenie gniazdek przyłączeniowych na schemacie odpowiada rozmieszczeniu gniazdek na płytce ze wzmacniaczem. Na rys. 4 pokazano układ pomiarowy do zbadania samego filtra 2T. Linia przerywaną zaznaczono obszar płytki. Połączenia pomiędzy generatorem, wzmacniaczem i woltomierzami wykonuje się w rzeczywistości nie pojedynczymi przewodami, lecz kablami koncentrycznymi, zaopatrzonymi na jednym końcu w przyłączy z dwoma przewodami zakończonymi wtyczkami bananowymi. Wzmacniacz oraz sam filtr badamy (sporządzamy charakterystyki częstotściowe, czyli wykresy zależności wzmocnienia wzmacniacza z filtrem $K=U_{wy}/U_{we}$ od częstotliwości oraz zależności przenoszenia filtra $k=U_{wy}/U_{we}$, czyli zależności stosunku napięcia wyjściowego do napięcia wejściowego filtra od częstotliwości - zobacz opis ćwiczenia "Charakterystyki filtrów elektrycznych" w skrypcie "Pracownia Elektroniki") w zakresie częstotliwości od 10Hz do 20kHz; bez sondy wysokiej częstotliwości, z wciśniętym klawiszem "LF" w mierniku V640.



Rys. 3. Schemat wzmacniacza z dołączonym mostkiem 2T.



Rys. 4. Badanie filtra 2T.

Dla badania wzmacniacza z filtrem 2T należy przyłączyć filtr do wzmacniacza, łącząc krótkimi przewodami odpowiednie gniazdzka na płytce (gniazdzka na rys. 3 połączone przewodami w kształcie łuków). Dla badania wzmacniacza z filtrem 2T można ustawić wartość napięcia wejściowego wzmacniacza (0,1V) podobnie, jak przy badaniu wzmacniacza z obwodem LC (opór wyjściowy wzmacniacza z filtrem jest wysoki).

Badanie filtra 2T. Należy znaleźć na płytce wzmacniacza elementy tworzące filtr 2T, zidentyfikować gniazdzka stanowiące jego wejście i wyjście (zobacz rys. 3 i 4; wejście filtra nie jest wejściem wzmacniacza; wejście wzmacniacza jest oznaczone napisem "WE"). Masa filtra jest jednocześnie masą badanego wzmacniacza, stanowi ją ścieżka "drukowana" u dołu płytki z trzema gniazdkami. Dla przebadania filtra należy odłączyć go od wzmacniacza (wyjąć z gniazdek 2 krótkie przewody oznaczone jako łuki na rys. 3). Sygnał z generatora doprowadzamy do filtra łącząc przewód masowy z masą filtra, zaś przewód sygnałowy z gniazdkiem zidentyfikowanym jako wejście filtra. Woltomierz przyłączamy w podobny sposób: przewód masowy woltomierza łączymy z masą filtra, przewód sygnałowy woltomierza z gniazdkiem zidentyfikowanym jako wyjście filtra. Do przebadania samego filtra nie ma potrzeby doprowadzania do płytki ze wzmacniaczem napięcia zasilającego z zasilacza. Ponieważ opór wejściowy filtra zależy od częstotliwości napięcia i może przyjmować stosunkowo niską wartość, dla dokonania dokładnych pomiarów należy cały czas kontrolować przy pomocy jednego z mierników V-640 wielkość napięcia sygnału występującego na wejściu filtra. Umożliwiają to wolne gniazdzka: na wejściu filtra oraz połączone z masą. Zaleca się utrzymywanie na wejściu filtra napięcia o stałej, stosunkowo dużej wartości, np. 3V.