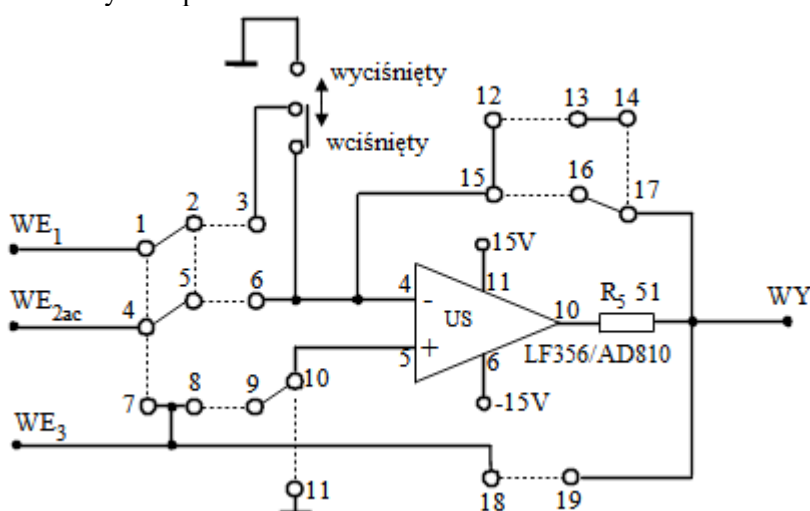


WZMACNIACZ OPERACYJNY

1. OPIS UKŁADU

Płytką AUE 2 zawiera wzmacniacze operacyjne: LF356 (ze sprzężeniem napięciowym) i AD810 (ze sprzężeniem prądowym) oraz zestaw zacisków, które umożliwiają dołączenie elementów zewnętrznych: rezystorów, kondensatorów i zwór. Płytkę należy zasilać napięciami +/-15V z zasilacza 5121. Jako źródeł sygnałów sterujących badane układy należy użyć generatorów WaveGen1 i Wavegen2 wbudowanych w oscyloskop.



Rys. 1. Schemat ideowy części stałej układu badanego. Przerwanymi liniami połączono pary zacisków, pomiędzy które można wmontować dodatkowe elementy.

2. OBSERWACJE I POMIARY

2.1 Wzmacniacz odwracający/nieodwracający

Zaprojektować wzmacniacz (obliczyć wartości rezystorów) o wzmocnieniu równym jednej z wartości w tablicy 1. Rezystancja wejściowa zaprojektowanego wzmacniacza oraz układów badanych w p. 2.2, 2.3 nie może być mniejsza niż 2 kΩ.

Tablica 1. Wartości wzmocnienia k_{uf0} [V/V]

Zespół	1	2	3	4	5	6	7
k_{uf0}	+11	-40	+54	-33	-50	+21	-20

Zamontować na wkładce obliczone elementy, a następnie zmierzyć charakterystykę częstotliwościową $k_{uf}(f)$ (amplitudową i fazową) wzmacniacza w zakresie od 10 Hz do 2 MHz. Wykorzystać do tego celu generator sinusoidalny oraz oscyloskop cyfrowy z funkcjami pomiaru napięć ac, częstotliwości i fazy. Pomiary przeprowadzić dla wartości napięcia wejściowego o amplitudzie dobranej tak aby napięcie wyjściowe nie przekraczało 1 Vpp.

W sprawozdaniu należy:

- zamieścić wyniki obliczeń projektowych oraz oszacowanie górnej cz. granicznej wzmacniacza,
- zamieścić zmierzone charakterystyki amplitudowe (na jednym wykresie) oraz podać wyznaczone na ich podstawie wartości k_{uf0} i f_{g3dB} ,

- c) porównać wartości zmierzonej częstotliwości granicznej z wartością obliczoną na podstawie noty katalogowej wzmacniacza operacyjnego
- d) narysować zmierzoną i przewidywaną charakterystykę fazową układu. W obliczeniach wykorzystać wartość f_{g3dB} wyznaczoną w p. b),

2.2 Analogowe przetwarzanie sygnałów

Zaproponować schemat ideowy oraz obliczyć wartości elementów dyskretnych, aby otrzymać jeden z niżej wymienionych układów:

- a) integrator, przetwarzający falę prostokątną o amplitudzie 5 V, współczynnika wypełnienia około 0,2 i okresie równym 0,5 ms na napięcie trójkątne o wartości międzyszczytowej 2 V;
- b) sumator dwóch napięć spełniający zależność:

$$U_{wy} = -(0,5U_{we1} + 2,5U_{we2});$$

- c) układ odejmujący napięcia spełniający zależność:

$$U_{wy} = 0,7U_{we1} - 2,5U_{we2};$$

- d) wzmacniacz różnicowy o wzmacnieniu różnicowym wynoszącym 2.

Każdy układ należy zaprojektować tak, aby był on realizowany na płytce AUE2. Zmontować układ oraz sprawdzić, czy spełnia zadaną funkcję. Dla układów w punkcie b) i c) należy wykazać sumowanie/odejmowanie napięć używając sygnałów o różnych kształtach (sinus, prostokąt) i tej samej częstotliwości pobranych z generatorów wbudowanych w oscyloskop: Wavegen1 i Wavegen2. W celu synchronizacji fazowej dwóch przebiegów z Wavegen1 i Wavegen2 należy włączyć śledzenie częstotliwości tj: Wavegen1: Ustawienia ↓ Podwójny kanał ↓ Śledzenie częstotliwości.

W sprawozdaniu należy zamieścić schemat zaprojektowanego układu oraz wyniki pomiarów ilustrujące jego działanie i właściwości.

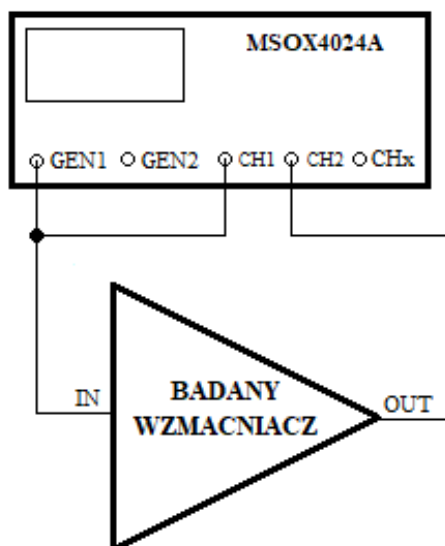
2.3 Kształtowanie charakterystyki częstotliwościowej

Zaproponować schemat ideowy oraz obliczyć wartości elementów dyskretnych wzmacniacza o asymptotycznej charakterystyce amplitudowej wybranej spośród zamieszczonych na rys. 4. Zmontować układ i zmierzyć jego charakterystykę $k_{uf}(f)$ - amplitudową i fazową.

W sprawozdaniu należy narysować schemat zaprojektowanego układu oraz wykreślić (na jednym rysunku) charakterystyki zmierzone i obliczone (asymptoty) oraz wyjaśnić ewentualne niezgodności.

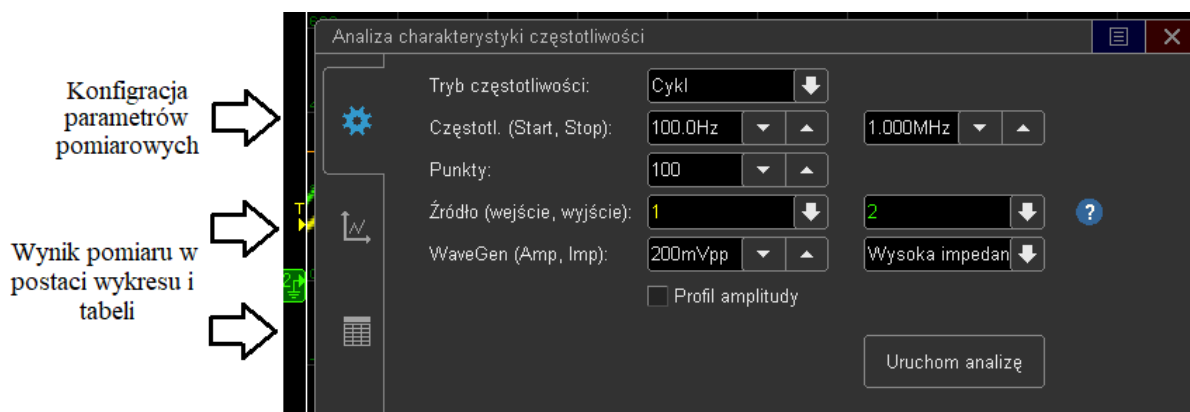
2.4 Pomiar charakterystyki częstotliwościowej wzmacniacza operacyjnego ze sprzężeniem napięciowym i prądowym

Zmierzyć charakterystykę częstotliwościową wzmacniaczy: LF356 i AD810, jedną z dwóch metod opisanych poniżej. Dla każdego z wzmacniaczy wyznaczyć dwie charakterystyki dla wzmacnień: $k_{uf} \cong -1$ i $k_{uf} \cong -10$ w konfiguracji odwracającej, przy czym **w sprzężeniu zwrotnym należy użyć rezystora o wartości co najmniej 3 kΩ**. Uwaga: wzmacniacze wyciągać z podstawki DIP tylko po odłączeniu źródła sygnału i po wyłączeniu zasilania w płytce. Zwrócić uwagę na prawidłowe umieszczenie nie układu scalonego w podstawce (wycięcie w stronę kropki na płytce PCB). Przed pomiarem należy połączyć układ wg rysunku nr 2.



Rys. 2. Układ pomiarowy charakterystyki częstotliwościowej.

Metoda 1: Pomiar charakterystyki z wykorzystaniem oscyloskopu (funkcja dostępna tylko na niektórych stanowiskach). Konfiguracja pomiaru: przycisk *Analyze*: Opcje: Analiza charakterystyki częstotliwości i Otwórz okno dialogowe. Po ukazaniu się okna dialogowego wpisać odpowiednie parametry zgodnie z rys. nr 3. Następnie wybrać uruchom analizę. Po wykonaniu pomiarów oscyloskop wyświetli charakterystykę amplitudowo-fazową badanego układu. Wynik pomiaru można zapisać jako mapę bitową lub jako dane pomiarowe w postaci pliku .csv. Przycisk *Save/Recall* i następnie należy wybrać odpowiedni format danych czyli mapa bitowa i/lub „Dane analizy charakterystyki częstotliwości”. Uwaga: oscyloskop obsługuje tylko dyski USB w formacie FAT32.



Rys. 3. Okno dialogowe do konfiguracji pomiaru charakterystyki częstotliwościowej.

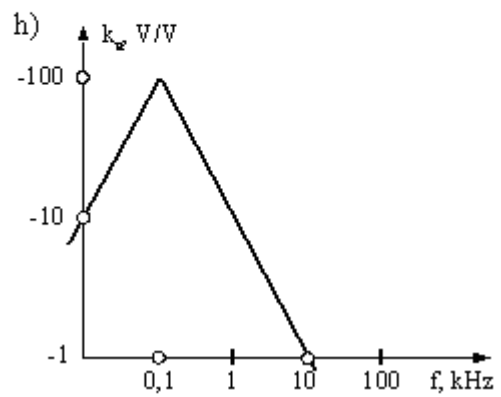
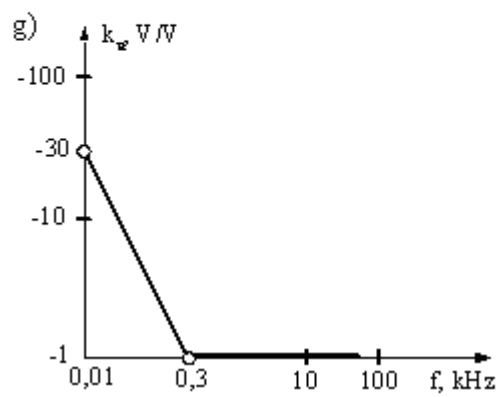
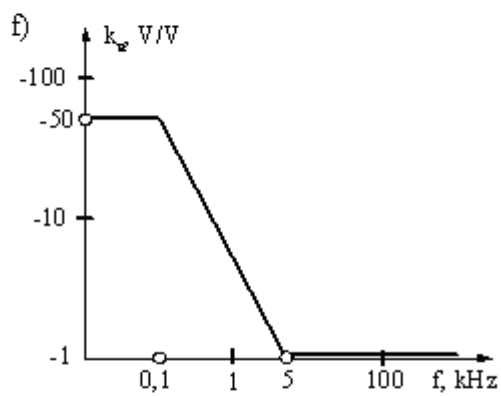
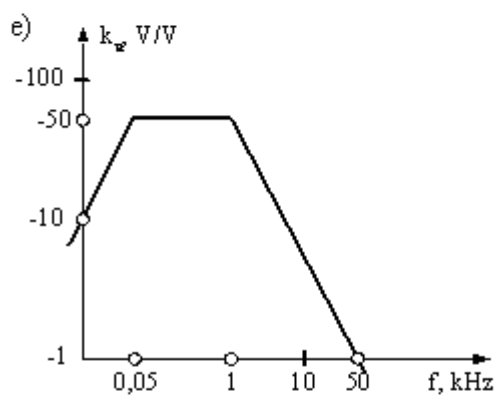
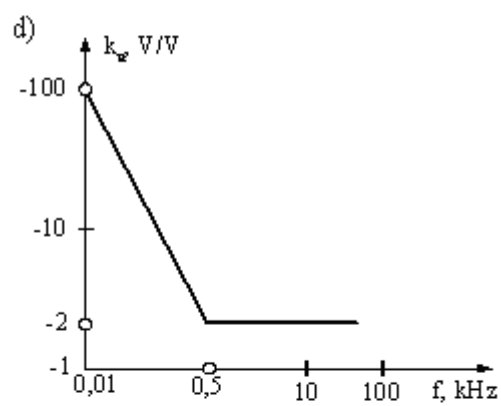
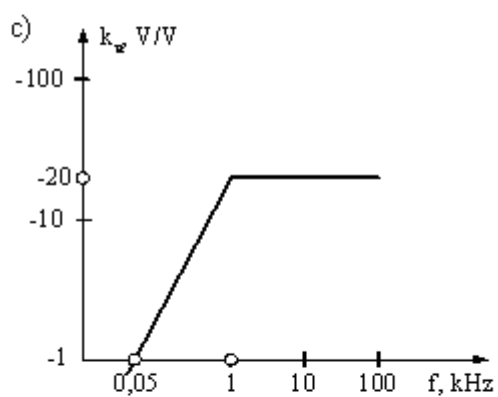
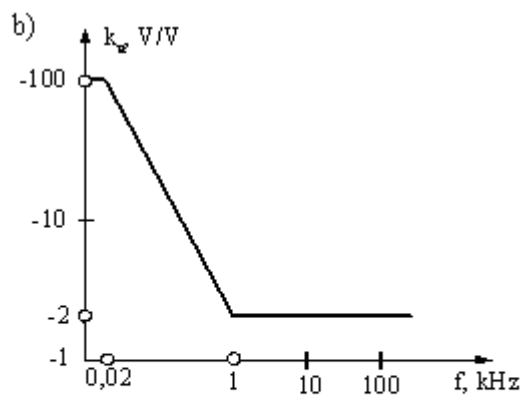
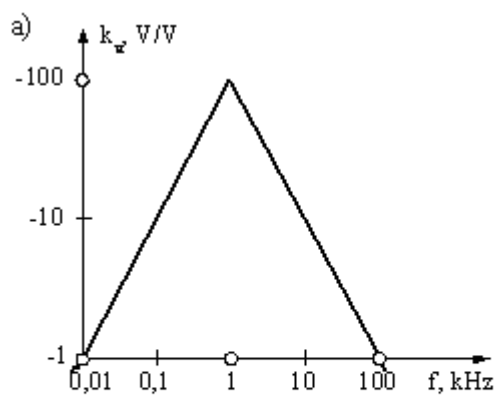
Metoda 2: Pomiar charakterystyki z wykorzystaniem oscyloskopu i programu Matlab. Uruchomić program Matlab, a następnie otworzyć plik z pulpitu Bode.m. Przed uruchomieniem programu sprawdzić połączenie USB/LAN komputera z oscyloskopem. Program Bode.m steruje generatorem oscyloskopu i żąda wyniku pomiaru wartości skutecznej sygnału wejściowego i wyjściowego oraz przesunięcia fazowego między tymi sygnałami. Uruchomić program klikając kolejno na przycisk „Editor” i „Run”. Po uruchomieniu programu wyświetli się lista z rozpoznanymi urządzeniami:

```
2×1 cell array

{'ASRL::COM3'           }
{'USB0::0x0957::0x17B6::MY58250866::0::INSTR' }
```

Należy wybrać urządzenie nr 2 i nacisnąć „Enter”. Po pomiarze na ekranie wyświetli się charakterystyka amplitudowo-fazowa. Wyniki pomiaru dostępne są również w oknie Workspace (zmiennne o nazwach: *TableOfFreq*, *TableOfGain* i *TableOfPhase*). Klikając dwukrotnie na daną zmienną można ją wyświetlić i skopiować.

W sprawozdaniu wykreślić zmierzone charakterystyki częstotliwościowe wzmacniaczy i porównać w tabeli częstotliwości graniczne dla obu wzmocnień. Skomentować wyniki.



Rys. 4. Asymptotyczne charakterystyki amplitudowe – założenia do projektowania wzmacniaczy. Nachylenia odcinków charakterystyk wynoszą: 0 dB/dek, $+20$ dB/dek lub -20 dB/dek.