

SERIA II ĆWICZENIE 1A

Temat ćwiczenia: Badanie wzmacniacza mocy.

Wiadomości do powtórzenia:

1. Definicja i budowa wzmacniacza mocy
2. Klasy pracy wzmacniaczy
3. Parametry i charakterystyki wzmacniacza mocy:
 - a) wzmocnienie mocy, zniekształcenia nieliniowe, sprawność, rezystancja optymalna,
 - b) charakterystyki przejściowe,
 - c) charakterystyki częstotliwościowe i wyznaczanie pasma przenoszenia,
 - d) charakterystyki obciążeniowe.

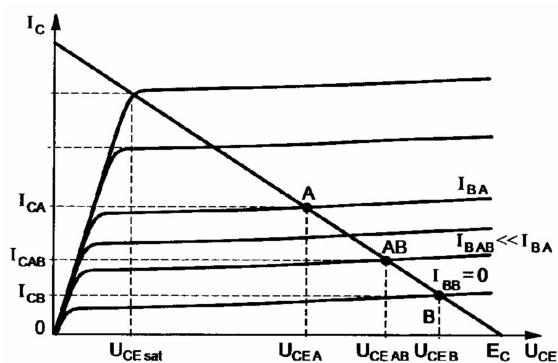
Wzmacniacze mocy są to układy, których zadaniem jest dostarczenie do obciążenia (np. głośnika) dużej mocy użytecznej, przy jak najmniejszym poborze z zasilacza (duża sprawność) i przy możliwie małych zniekształceniach.

Najczęściej stosowanym wzmacniaczem mocy jest wzmacniacz akustyczny. Jego zadaniem jest takie przetworzenie napięcia wejściowego sygnału akustycznego, podawanego z urządzeń odtwarzających, aby sygnał ten był w stanie wytworzyć dużą moc w obciążeniu (głośniku lub kolumnie głośnikowej). W celu oddania mocy wyjściowej w postaci sygnału użytecznego wzmacniacz pobiera moc z zasilacza. Duży prąd wyjściowy jest więc prądem wypływającym z układu zasilania, ukształtowanym zgodnie ze wzorcem, jaki stanowi napięciowy przebieg wejściowy. Cechą wszystkich wzmacniaczy mocy jest więc duże wzmocnienie prądowe, którego skutkiem jest duże wzmocnienie mocy, znacznie większe niż we wzmacniaczach napięciowych.

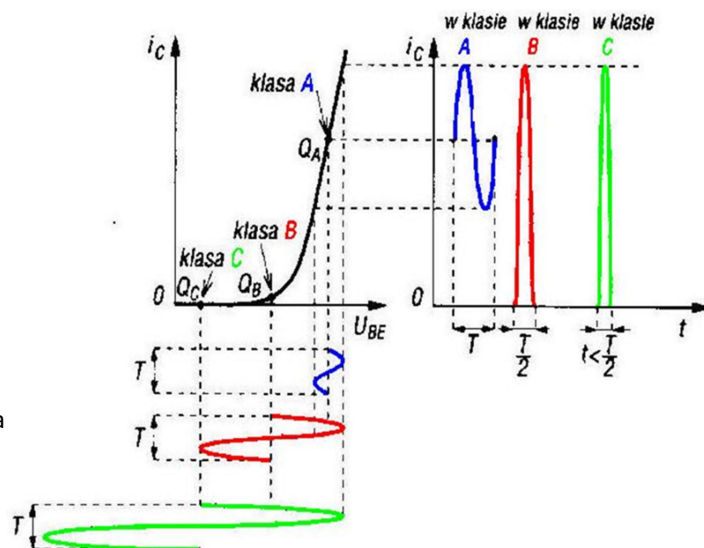
Wzmacniacz mocy jest zbudowany z dwóch niezależnych części:

- 1) Wzmacniacz wstępny jest w rzeczywistości wzmacniaczem napięciowym, którego zadaniem jest zwiększenie amplitudy napięcia wzmacnianego do kilkunastu lub więcej woltów. Umożliwia to uzyskanie pożądaney mocy przy mniejszej wartości prądu wyjściowego. Jako wzmacniacz napięciowy, wykorzystuje się zwykle wzmacniacz operacyjny lub różnicowy.
- 2) Wzmacniacz końcowy jest właściwym wzmacniaczem mocy, nazywany jest również **stopniem końcowym** lub **końcówką mocy**. Zadaniem wzmacniacza końcowego, charakteryzującego się wzmocnieniem napięciowym równym zazwyczaj jedności i dużym wzmocnieniem prądowym, jest przekazanie dużej mocy do obciążenia. Korzysta się tutaj zazwyczaj z układu przeciwobnego.

Zależnie od położenia punktu pracy elementu czynnego, wzmacniacze mocy dzieli się na klasy: A, B, AB, C, D. Podział ten jest związany wyłącznie ze sposobem wzmocnienia sygnału w stopniu wyjściowym, ponieważ stopnie wstępne zwykle pracują w klasie A. Najczęściej jako stopnie końcowe stosuje się wzmacniacze klasy AB i B. Wzmacniacze klasy A używa się najczęściej w profesjonalnym sprzęcie. Oprócz wyżej wymienionych klas wzmacniaczy mocy spotyka się jeszcze inne, ale nie stosuje się ich w typowych urządzeniach do obróbki sygnałów analogowych. Klasy pracy dotyczą pojedynczego stopnia wzmacniającego i są związane z punktem pracy tranzystora oraz z poziomem sygnału sterującego.



Charakterystyka robocza dla różnych klas pracy tranzystora



Jeżeli sygnał wejściowy podawany na dany stopień wzmacniający powoduje, że element aktywny tego wzmacniacza (tranzystor, lampa) płynie prąd przez cały okres T sygnału sterującego, to wzmacniacz jest klasy A. Wzmacniacz pracujący w klasie A posiada sprawność maksymalnie 50% (zwykle jest jednak dużo mniejsza).

Jeżeli sygnał wejściowy podawany na stopień wzmacniający powoduje, że element aktywny tego wzmacniacza przewodzi prąd tylko przez połowę okresu T trwania sygnału sterującego, to wzmacniacz jest klasy B. Sprawność tego wzmacniacza wynosi około 70÷80 %.

Jeżeli sygnał wejściowy podawany na dany stopień wzmacniający powoduje, że element aktywny tego wzmacniacza przewodzi prąd przez czas krótszy niż jeden okres T trwania sygnału sterującego, ale dłuższy niż pół okresu, to wzmacniacz jest klasy AB. Wzmacniacz ten charakteryzuje się sprawnością 50÷70% z małymi zniekształceniami.

Jeżeli sygnał wejściowy podawany na dany stopień wzmacniający powoduje, że element aktywny tego wzmacniacza przewodzi prąd przez czas krótszy niż pół okresu T trwania sygnału sterującego, to wzmacniacz jest klasy C. Wzmacniacz ten nie jest stosowany do wzmocnienia sygnałów akustycznych ze względu na bardzo duże zniekształcenia nieliniowe.

Do podstawowych parametrów wzmacniacza mocy należą:

- **wzmocnienie mocy** – stosunek mocy wyjściowej do mocy wejściowej lub stosunek mocy czynnej wydzielonej w obciążeniu do mocy czynnej sygnału doprowadzanego do wejścia układu.

$$K_p = \frac{P_{wy}}{P_{we}} [W/W]$$

$$K_p = 10 \log \frac{P_{wy}}{P_{we}} [dB]$$

Wartość wzmocnienia może być podana w mierze logarytmicznej, tzn. w decybelach:

- **moc wyjściowa** (przy określonym poziomie sygnału wejściowego), mierzona w watach;
- **współczynnik sprawności energetycznej η** - jest to stosunek mocy wydzielonej w obciążeniu P_{wy} do mocy P_z pobieranej z zasilacza:

$$\eta = \frac{P_{wy}}{P_z} \cdot 100 \%$$

Zwykle dąży się do tego, aby jego wartość była jak największa (bliska 100 %).

- **współczynnik zniekształceń nieliniowych h :**

Zniekształcenia nieliniowe są to dodatkowe składowe powstałe na wyjściu wzmacniacza, których nie było na wejściu. Przyczyną powstawania takich zniekształceń są nieliniowe zależności prądowo-napięciowe elementów (tranzystorów, diod, lamp). Sygnał wyjściowy jest więc odkształcony. Można go przedstawić jako sumę wielu (teoretycznie nieskończenie wielu) przebiegów sinusoidalnych o częstotliwościach będących wielokrotnościami częstotliwości sygnału podstawowego. Przebiegi te noszą nazwę **przebiegów (składowych) harmoniczných**. Współczynnik zniekształceń jest to stosunek wartości skutecznej wyższych harmonicznych do wartości skutecznej pełnego napięcia wyjściowego:

$$h = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots}}{U_o} \cdot 100\%$$

gdzie wartość skuteczna pełnego napięcia wyjściowego wyraża się wzorem:

$$U_o = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + \dots}$$

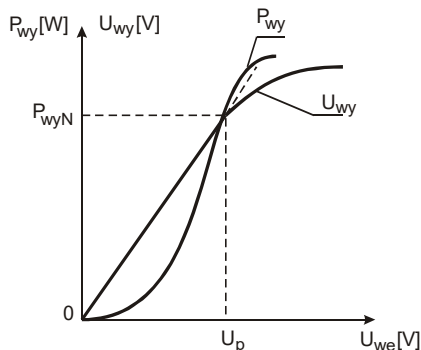
– **pasmo przenoszonych częstotliwości B:**

Zakres przenoszonych częstotliwości – pasmo wzmacniacza – jest określony jak dla wszystkich wzmacniaczy przy spadku wzmocnienia o 3dB. Dla częstotliwości granicznych wartość mocy wyjściowej P_{wy} zmniejsza się do połowy.

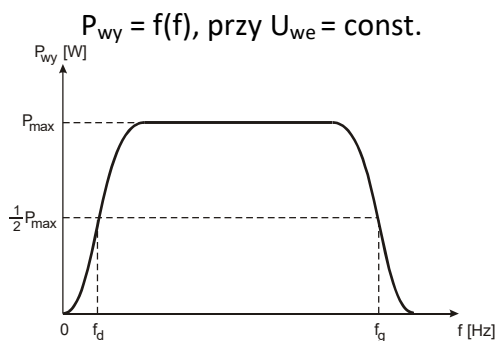
Charakterystyki wzmacniacza mocy:

Charakterystyka przejściowa wzmacniacza mocy jest to zależność:

- napięcia wyjściowego w funkcji napięcia wejściowego: $U_{wy} = f(U_{we})$ przy $R_{obc} = \text{const.}$
- mocy wyjściowej w funkcji napięcia wejściowego: $P_{wy} = f(U_{we})$ przy $R_{obc} = \text{const.}$



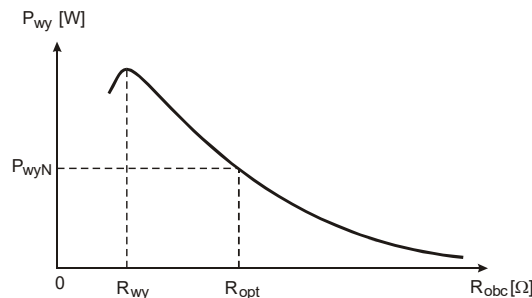
Charakterystyka częstotliwościowa wzmacniacza mocy jest to zależność mocy wyjściowej od częstotliwości:



Kształt tej charakterystyki jest taki, jak krzywej wzmocnienia wzmacniacza napięciowego, gdyż zjawiska ograniczenia pasm przenoszenia zarówno w zakresie dolnych jak i górnych częstotliwości

przebiegają analogicznie. Jednak częstotliwości graniczne wzmacniacza mocy: dolna f_d i górna f_g , są wyznaczone na poziomie połowy mocy, występującej w środku pasma przenoszenia.

Charakterystyka obciążeniowa jest to zależność mocy wyjściowej wzmacniacza od wartości rezystancji obciążenia: $P_{wy} = f(R_{obc})$, przy $U_{we} = \text{const}$



Maksymalna wartość mocy wyjściowej występuje przy takiej rezystancji obciążenia, która jest równa rezystancji wyjściowej źródła sygnału, czyli wtedy gdy wzmacniacz pracuje w stanie dopasowanie energetycznego. Jest to jednak bardzo mała wartość, przy której wzmacniacz ma bardzo duże zniekształcenia. Dlatego określa się dla wzmacniacza **optymalną rezystancję obciążenia**, stanowiącą **rezystancję znamionową**, przy której zniekształcenia są znacznie mniejsze, a moc jest jeszcze wystarczająco duża.

Ćwiczenie:

Opracuj projekt realizacji prac związanych z uruchomieniem i sprawdzeniem działania wzmacniacza mocy uwzględniając jego dane techniczne.

Opracuj wyniki pomiarów uzyskane podczas badania wzmacniacza mocy na stanowisku wyposażonym zgodnie z instrukcją. Porównaj uzyskane wyniki z danymi technicznymi zawartymi w instrukcji oraz sformułuj wnioski dotyczące poprawności działania i użytkowania wzmacniacza mocy.

Dane techniczne:

Wzmacniacz 1:

$U_{za\ \xi} = +12V$
 $U_{wemax} = 42\text{ mV} \pm 5\%$
 $R_O = 4 \div 10\ \Omega$
 $P_{Omax} \geq 100\text{ mW}$ dla $U_{we} \geq 15\text{ mV}$, $R_O = 4 \div 10\ \Omega$
 $h \leq 10\%$ – w paśmie przenoszenia
 $\eta \geq 5\%$ – w paśmie przenoszenia
 $f_d \leq 150\text{ Hz}$, $f_g \geq 55\text{ kHz}$
 temp. pracy $t = 0 \div 50\text{ }^\circ\text{C}$

Wzmacniacz 2:

$U_{za\ \xi} = +12V$
 $U_{wemax} = 6,5\text{ mV} \pm 5\%$
 $R_O = 4 \div 10\ \Omega$
 $P_{Omax} \geq 60\text{ mW}$ dla $U_{we} \geq 2\text{ mV}$, $R_O = 4 \div 10\ \Omega$
 $h \leq 10\%$ – w paśmie przenoszenia
 $\eta \geq 5\%$ – w paśmie przenoszenia
 $f_d \leq 600\text{ Hz}$, $f_g \geq 5,5\text{ kHz}$
 temp. pracy $t = 0 \div 50\text{ }^\circ\text{C}$

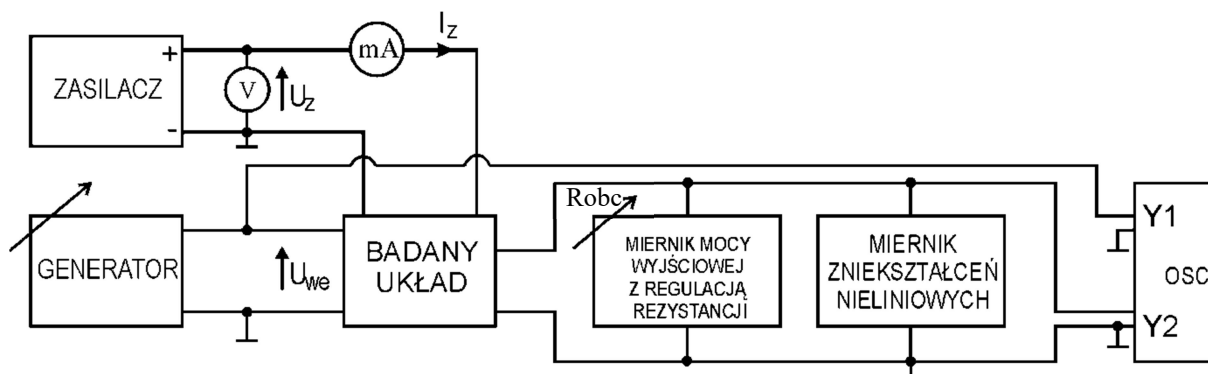
Wyposażenie stanowiska pomiarowego:

1. Zasilacz laboratoryjny: 12V/3A – szt. 1
2. Generator napięcia sinusoidalnego – szt. 1
3. Miernik mocy wyjściowej z rezystorem regulowanym 150Ω/5A – szt. 1
4. Miernik zniekształceń nieliniowych – szt. 1
5. Oscyloskop – sz. 1

6. Multimetr U AC/DC – szt. 2
7. Miliamperomierz – sz. 1
8. Zestaw przewodów pomiarowych i połączeniowych.

Przebieg ćwiczenia:

1. Układ pomiarowy:



2. W podanym układzie wyznaczyć następujące charakterystyki:

a) przejściowe:

$$P_{wy} = f(U_{we}), U_{wy} = f(U_{we}), \eta = f(U_{we}), \text{ przy } f = \text{const}, R_{obc} = \text{const}$$

b) częstotliwościowe

$$P_{wy} = f(f), \eta = f(f), \text{ przy } U_{we} = \text{const}, R_{obc} = \text{const}$$

c) obciążeniowe:

$$P_{wy} = f(R_{obc}), \eta = f(R_{obc}), \text{ przy } U_{we} = \text{const}, f = \text{const}$$

Tabela pomiarowa:

Dla pkt. a)

U _z =V						Wzory: $\eta = \frac{P_{wy}}{P_z} \cdot 100\%$ $P_z = U_z \cdot I_z$
U _{we}	I _z	U _{wy}	P _{wy}	P _z	η	
[V]	[mA]	[V]	[W]	[W]	[%]	

Dla pkt. b), c) tabelki są analogiczne.

3. Zmierzyć wartość zniekształceń nieliniowych dla dwóch wartości częstotliwości: w paśmie przenoszenia i poza pasmem, przy takiej wartości napięcia U_{we}, aby wzmacniacz nie był przesterowany oraz R_{obc} = const = 4÷10 Ω.