

Zawód: **technik elektronik**  
Symbol cyfrowy zawodu: **311[07]**  
Numer zadania: **1**

*Arkusz zawiera informacje  
prawnie chronione do  
momentu rozpoczęcia  
egzaminu*

**311[07]-01-122**

Czas trwania egzaminu: 240 minut

## **ARKUSZ EGZAMINACYJNY ETAP PRAKTYCZNY EGZAMINU POTWIERDZAJĄCEGO KWALIFIKACJE ZAWODOWE CZERWIEC 2012**

### **Informacje dla zdającego:**

1. Materiały egzaminacyjne obejmują: ARKUSZ EGZAMINACYJNY z treścią zadania i dokumentacją, zeszyt ze stroną tytułową KARTA PRACY EGZAMINACYJNEJ oraz KARTĘ OCENY.
2. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 7 stron. Sprawdź, czy materiały egzaminacyjne są czytelne i nie zawierają błędnie wydrukowanych stron. Ewentualny brak stron lub inne usterki w materiałach egzaminacyjnych zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego etap praktyczny.
3. Na KARCIE PRACY EGZAMINACYJNEJ:
  - wpisz swoją datę urodzenia,
  - wpisz swój numer PESEL\*.
4. Na KARCIE OCENY:
  - wpisz swoją datę urodzenia,
  - wpisz swój numer PESEL\*,
  - wpisz symbol cyfrowy zawodu,
  - zamaluj kratkę z numerem odpowiadającym numerowi zadania,
  - przyklej naklejkę ze swoim numerem PESEL w oznaczonym miejscu na karcie.
5. Zapoznaj się z treścią zadania egzaminacyjnego oraz dokumentacją załączoną do zadania.
6. Rozwiązanie obejmuje opracowanie projektu realizacji prac określonych w treści zadania i wykonanie prac związanych z opracowaniem projektu..
7. Zadanie rozwiązuj tylko w zeszycie KARTA PRACY EGZAMINACYJNEJ od razu na czysto, nie otrzymasz dodatkowych kartek. Notatki, pomocnicze obliczenia itp., jeżeli nie należą do pracy, obwiedź linią i oznacz słowem BRUDNOPIS. **Zapisy oznaczone BRUDNOPIS nie będą oceniane.**
8. Po rozwiązaniu zadania ponumeruj strony pracy egzaminacyjnej. Numerowanie rozpocznij od strony, na której jest miejsce do zapisania tytułu pracy. Wszystkie materiały, które załączasz do pracy, opisz swoim numerem PESEL\* w prawym górnym rogu.
9. Na stronie tytułowej zeszytu KARTA PRACY EGZAMINACYJNEJ, wpisz liczbę stron swojej pracy i liczbę sztuk załączonych materiałów.
10. Zeszyt KARTA PRACY EGZAMINACYJNEJ i KARTĘ OCENY przekaż zespołowi nadzorującemu etap praktyczny.

***Powodzenia!***

\* w przypadku braku numeru PESEL - seria i numer paszportu lub innego dokumentu potwierdzającego tożsamość.

## Zadanie egzaminacyjne

Przedsiębiorstwo realizujące montaż wzmacniaczy zleciło firmie wykonującej układy elektroniczne wykonanie wzmacniacza dwustopniowego małej częstotliwości.

Urządzenie należy poddać badaniom w celu sprawdzenia zgodności jego parametrów technicznych z wymaganiami określonymi przez zleceniodawcę.

Schemat i wymagane założenia techniczne przedstawiono w Załączniku 1 i 2. Na podstawie wyników pomiarów oraz obliczeń wyznacz charakterystyki  $U_{wy1} = f(U_{we1})$ ,  $U_{wy2} = f(U_{we2})$ ,  $K_{Uwy1} = f(f)$ ,  $K_{Uwy2} = f(f)$  dla każdego stopnia wzmacniacza oddzielnie i dokonaj porównania otrzymanych wyników z wymaganiami technicznymi, sformułuj wnioski oraz wskazania eksploatacyjne dla użytkownika. Wykonaj przykładowe obliczenia dla częstotliwości  $f = 1$  kHz z uwzględnieniem jednostek dla pierwszego stopnia wzmacniacza. Wyznacz dolną i górną częstotliwość graniczną obu stopni wzmacniacza, pasmo przenoszenia, współczynnik wzmocnienia i napięcie przesterowania  $U_{p1}$ ,  $U_{p2}$  (maksymalne napięcie jakie można doprowadzić do wejścia wzmacniacza, aby wzmacniacz pracował w zakresie liniowym) dla pierwszego i drugiego stopnia wzmacniacza.

Opracuj projekt realizacji prac związanych z uruchomieniem i sprawdzeniem działania wzmacniacza dwustopniowego małej częstotliwości.

### Projekt realizacji prac powinien zawierać:

1. Tytuł pracy egzaminacyjnej wynikającej z treści zadania.
2. Założenia do opracowania projektu realizacji prac wynikające z treści zadania, wymagań technicznych oraz wyposażenia stanowiska pomiarowego.
3. Wykaz działań związanych z uruchomieniem i sprawdzeniem działania wzmacniacza dwustopniowego małej częstotliwości.
4. Schematy układów do pomiarów I i II stopnia wzmacniacza dwustopniowego małej częstotliwości w celu wyznaczenia odczytów do tabeli 1, 2, 3 i 4.
5. Opis sposobu wykonania pomiarów zawartych w tabeli 1, 2, 3 i 4.
6. Opracowanie wyników pomiarów.
7. Porównanie wymagań technicznych z wynikami otrzymanymi trakcie pomiarów oraz wnioski i wskazania eksploatacyjne dla użytkownika.

### Dokumentacja z wykonanych prac powinna zawierać:

1. Uzupelnione wynikami obliczeń w KARCIE PRACY EGZAMINACYJNEJ Tabelę 3 i Tabelę 4 oraz przykładowe obliczenie dla  $f = 1$  kHz z uwzględnieniem jednostek dla pierwszego stopnia wzmacniacza (wykorzystując podane wzory).
2. Interpretację graficzną pomiarów w postaci charakterystyk:  
$$U_{wy1} = f(U_{we1}), U_{wy2} = f(U_{we2}), K_{u1} = f(f), K_{u2} = f(f)$$
3. Oszacowane na podstawie charakterystyk wartości napięcia przesterowania  $U_{p1}$ ,  $U_{p2}$  dla pierwszego i drugiego stopnia wzmacniacza.

4. Wyznaczenie na podstawie wartości odczytanych z charakterystyk dolnej (największej dolnej częstotliwości pojedynczego stopnia) i górnej (najmniejszej górnej częstotliwości pojedynczego stopnia) częstotliwości granicznej oraz pasma przenoszenia dla pierwszego i drugiego stopnia wzmacniacza.
5. Wyznaczenie dolnej i górnej częstotliwości granicznej oraz pasma przenoszenia w układzie pracy dwustopniowej.
6. Obliczenie współczynnika wzmocnienia  $K_U$  w układzie dwustopniowym.
7. Porównanie wymagań technicznych wzmacniacza z danymi otrzymanymi w wyniku pomiarów: dolną  $f_d$  i górną  $f_g$  częstotliwość graniczną, pasmem przenoszenia  $B_3$ , współczynnikiem wzmocnienia  $K_U$  wzmacniacza dwustopniowego oraz napięcie przesterowania  $U_{p1}$ ,  $U_{p2}$ .
8. Wnioski wynikające z interpretacji uzyskanych wyników.

**Do wykonania zadania wykorzystaj:**

**Załącznik 1.** Opis układu wzmacniacza dwustopniowego

**Załącznik 2.** Dane techniczne badanego układu i wyposażenie stanowiska pomiarowego

**Załącznik 3.** Podstawowe wzory

**Załącznik 4.** Wyniki pomiarów uzyskane podczas badania wzmacniacza dwustopniowego małej częstotliwości

**oraz**

zamieszczone w Karcie Pracy Egzaminacyjnej:

**Druk 1.** Opracowanie wyników obliczeń i charakterystyk

**Druk 2.** Charakterystyki

**Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 240 minut.**

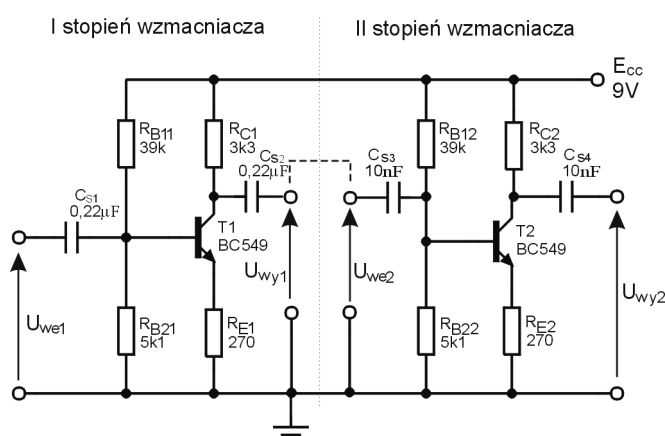
### Opis układu wzmacniacza dwustopniowego

Jeżeli wzmacniacz wielostopniowy nie zapewnia wystarczającego wzmocnienia napięciowego, to należy połączyć kilka wzmacniaczy jednostopniowych w sposób kaskadowy. W takim połączeniu pierwszy stopień pełni funkcję źródła sygnału dla drugiego stopnia wzmacniacza.

Dolna częstotliwość graniczna wzmacniacza wielostopniowego jest równa największej dolnej częstotliwości jednego ze stopni, natomiast górna częstotliwość graniczna jest równa najmniejszej górnej częstotliwości pojedynczego stopnia.

Wzmocnienie napięciowe wzmacniacza wielostopniowego jest równe iloczynowi wzmocnień poszczególnych stopni.

Na przedstawionym schemacie ideowym rezystory  $R_{B11}$ ,  $R_{B12}$ ,  $R_{B21}$ ,  $R_{B22}$ , polaryzują bazy tranzystorów  $T_1$  i  $T_2$ , ustalając ich prądy bazy oraz zapewniając pracę tranzystorów w zakresie aktywnym. Rezystancje  $R_{C1}$ ,  $R_{C2}$ ,  $R_{E1}$ ,  $R_{E2}$  określają nachylenie prostej obciążenia dla prądu stałego. Kondensatory  $C_{S1}$ ,  $C_{S2}$ ,  $C_{S3}$ ,  $C_{S4}$ , oddzielają składowe stałe napięcia generatora i obciążenia od napięć stałych wzmacniacza.



Rys.1. Schemat ideowy wzmacniacza dwustopniowego małej częstotliwości.

## Dane techniczne badanego układu

Nazwa parametru	Oznaczenie	Wartość i jednostka	Tolerancja
Napięcie zasilania układu	$U_z$	9 V	$\pm 10\%$
Napięcie wejściowe	$U_{we1}$	0-400 mV	$\pm 10\%$
Dolna częstotliwość graniczna pierwszego stopnia wzmacniacza	$f_{d1}$	0,35 kHz	$\pm 20\%$
Górna częstotliwość graniczna pierwszego stopnia wzmacniacza	$f_{g1}$	280 kHz	$\pm 20\%$
Pasma przenoszenia pierwszego stopnia	$B_{31}$	279,65 kHz	$\pm 20\%$
Wzmocnienie napięciowe pierwszego stopnia wzmacniacza	$K_{U1}$	12 V/V	$\pm 10\%$
Dolna częstotliwość graniczna drugiego stopnia wzmacniacza	$f_{d2}$	2,5 kHz	$\pm 20\%$
Górna częstotliwość graniczna drugiego stopnia wzmacniacza	$f_{g2}$	500 kHz	$\pm 20\%$
Pasma przenoszenia drugiego stopnia	$B_{32}$	497,5 kHz	$\pm 20\%$
Wzmocnienie napięciowe drugiego stopnia wzmacniacza	$K_{U2}$	9 V/V	$\pm 10\%$
Dolna częstotliwość graniczna wzmacniacza w układzie dwustopniowym	$f_d$	2,5 kHz	$\pm 20\%$
Górna częstotliwość graniczna wzmacniacza w układzie dwustopniowym	$f_g$	280 kHz	$\pm 20\%$
Pasma przenoszenia wzmacniacza w układzie dwustopniowym	$B_3$	277,5 kHz	$\pm 20\%$
Wzmocnienie napięciowe wzmacniacza w układzie dwustopniowym	$K_U$	108 V/V	$\pm 10\%$
Napięcie przesterowania pierwszego stopnia wzmacniacza	$U_{p1}$	250 mV	$\pm 10\%$
Napięcie przesterowania drugiego stopnia wzmacniacza	$U_{p2}$	1 000 mV	$\pm 10\%$
Wilgotność względna	w	30-80%	$\pm 10\%$
Temperatura pracy	$\Delta T_o$	0-80 °C	$\pm 10\%$

Tabela 1. Wymagane parametry elektryczne wzmacniacza dwustopniowego.

### Wyposażenie stanowiska pomiarowego do pomiaru parametrów wzmacniacza dwustopniowego:

Stanowisko pomiarowe zasilane napięciem z sieci energetycznej 230 V z aparaturą kontrolno – pomiarową. Zestaw aparatury pozwala na wykonanie pomiarów.

- Zasilacz regulowany (0÷20)V; 0,5 A prądu stałego z wewnętrznym miernikiem napięcia – szt. 1
- Generator napięcia sinusoidalnego – szt. 1
- Multimetr z funkcją pomiaru U/I AC/DC (maksymalna częstotliwość mierzonych przebiegów 20 kHz) – szt. 2
- Oscyloskop dwukanałowy – szt. 1
- Częstościomierz – szt. 1
- Przewody połączeniowe

## Podstawowe wzory

$$K_{U2} = \frac{U_{wy2}}{U_{we2}} \quad K_{U1} = \frac{U_{wy1}}{U_{we1}} \quad K_{U3dB} = 0,707K_{Umax}$$

$$K_U = K_{U1} \cdot K_{U2}$$

$$U_{wy1sk} = \frac{U_{wy1}}{\sqrt{2}} \quad U_{wy2sk} = \frac{U_{wy2}}{\sqrt{2}}$$

$$B_3 = f_g - f_d$$

$B_3$  – pasmo przenoszenia – zakres częstotliwości dla których  $K_u$  jest większe od  $0,707K_{max}$

Oznaczenia stosowane w tabelach i wzorach:

$K_U$  – wzmacnienie napięciowe wzmacniacza dwustopniowego

$K_{U1}$  – wzmacnienie napięciowe pierwszego stopnia wzmacniacza

$K_{U2}$  – wzmacnienie napięciowe drugiego stopnia wzmacniacza

$f_{g1}$  – górna częstotliwość graniczna pierwszego stopnia wzmacniacza

$f_{g2}$  – górna częstotliwość graniczna drugiego stopnia wzmacniacza

$f_g$  – górna częstotliwość graniczna wzmacniacza dwustopniowego

$f_{d1}$  – dolna częstotliwość graniczna pierwszego stopnia wzmacniacza

$f_{d2}$  – dolna częstotliwość graniczna drugiego stopnia wzmacniacza

$f_d$  – dolna częstotliwość graniczna wzmacniacza dwustopniowego

$B_{31}$  – pasmo przenoszenia I stopnia wzmacniacza

$B_{32}$  – pasmo przenoszenia II stopnia wzmacniacza

$B_3$  – pasmo przenoszenia wzmacniacza dwustopniowego

$U_{wy1}$  ,  $U_{wy2}$  – napięcie wyjściowe pierwszego i drugiego stopnia wzmacniacza

$U_{we1}$  ,  $U_{we2}$  – napięcie wejściowe pierwszego i drugiego stopnia wzmacniacza

$U_{wy1sk}$  ,  $U_{wy2sk}$  – napięcie wyjściowe skuteczne pierwszego i drugiego stopnia wzmacniacza

$U_{wy1max}$  ,  $U_{wy2max}$  – wartość maksymalna napięcia wyjściowego pierwszego i drugiego stopnia wzmacniacza

### Wyniki pomiarów uzyskane podczas badania wzmacniacza dwustopniowego małej częstotliwości.

1. Pomiar napięcia wyjściowego pierwszego stopnia wzmacniacza małej częstotliwości w funkcji napięcia wejściowego przy stałej częstotliwości.

$U_{we1}$	mV	1	10	30	50	70	100	130	150	200	225	250	275	300	325	350	375	400
$U_{wy1}$	mV	11	118	360	600	840	1200	1560	1800	2380	2661	2924	3132	3285	3395	3390	3300	3100

Tabela 1: Wyniki pomiarów  $U_{wy1} = f(U_{we1})$ , przy  $f = 1 \text{ kHz}$

2. Pomiar napięcia wyjściowego drugiego stopnia wzmacniacza małej częstotliwości w funkcji napięcia wejściowego przy stałej częstotliwości.

$U_{we2}$	mV	1	100	300	500	750	1000	1250	1500	2000	2500	3000
$U_{wy2}$	mV	400	900	2700	4500	6200	8790	10500	11650	12980	12980	12650

Tabela 2: Wyniki pomiarów  $U_{wy2} = f(U_{we2})$ , przy  $f = 1 \text{ kHz}$

3. Pomiar napięcia wyjściowego pierwszego stopnia wzmacniacza małej częstotliwości w funkcji częstotliwości.

$f$	kHz	0,01	0,03	0,08	0,1	0,3	0,5	0,8	1	3	10	30	50	80	100	300	500	1000
$U_{wy1max}$	mV	50	80	200	250	450	580	675	690	690	690	690	690	690	670	470	350	200

Tabela 3: Wyniki pomiarów  $U_{wy1} = f(f)$ ,  $K_{U1} = f(f)$ , przy  $U_{we1sk} = 40 \text{ mV}$

4. Pomiar napięcia wyjściowego pierwszego stopnia wzmacniacza małej częstotliwości w funkcji częstotliwości.

$f$	kHz	0,01	0,03	0,05	0,1	0,3	0,8	1	3	5	8	10	30	100	300	500	800	1000
$U_{wy2max}$	mV	0	0	5	35	75	140	190	400	500	520	520	520	520	500	350	250	200

Tabela 4: Wyniki pomiarów  $U_{wy2} = f(f)$ ,  $K_{U2} = f(f)$ , przy  $U_{we2sk} = 40 \text{ mV}$