Ćwiczenie 5.

**WZMACNIACZ OPERACYJNY (WO) w UKŁADACH LINIOWYCH I NIELINIOWYCH.  
WZMACNIACZ ODWRACAJĄCY, PRZETWORNIK LOGARYTMUJĄCY.**

**Przed zajęciami.**

**a)** Oblicz wzmocnienie *Au0f* układu z rys.1 na podstawie danych z tab. Oblicz transmitancję *ku0f* oraz rezystancje układu: wejściową *Rif* i wyjściową *Rof*. Oblicz wartość rezystora *R3*; po co jest on w układzie? Oszacuj górną częstotliwość graniczną *fg* układu z parametru WO: *BW1* ≡ *f1*(tzw. iloczyn „wzmocnienie⋅pasmo” jest stały)

**b)** Oblicz wartość rezystora *R* do układu logarytmującego z rys. 2 według danych dla grupy w tabeli, a następnie współczynniki w transmitancji układu w temperaturze otoczenia *T* = 296 K, w IV i II ćwiartce prostokątnego układu współrzędnych. Przyjmij wartości wstecznych prądów nasycenia *IST* = 20 fA, *ISD* = 2,0 nA oraz współczynnika korekcyjnego dla diody *M* = 1,80.

**c)** Oblicz oczekiwany zakres zmian napięcia na wyjściu układu logarytmującego *Uo*min ÷ *Uo*max, jeżeli napięcie wejściowe *Ui* będzie w przedziale 10 mV ÷ 10 V, zarówno ze znakiem plus, jak i minus.



|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Element | Wartości elementów dla grupy nr: | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| ***R1 [kΩ]*** | 5,6 | 4,7 | 3,9 | 3,3 | 6,8 | 10 |
| ***R2 [kΩ]*** | 56 | 47 | 39 | 33 | 68 | 100 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Wielkość* | *Numer grupy* | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| ***⎪Iimax⎪≈ [mA]*** | 5 | 2 | 0,2 | 0,5 | 1 | 0,3 |
| ***⎪Ui⎪ [V]*** | 0,01 ÷ 10 | | | | | |
| ***WO*** | μA741 | | | | | |

*Rys.1. Schemat układu wzmacniacza nieodwracającego z tabelą wartości elementów*

*Rys. 2. Przetwornik logarytmujący napięcie wejściowe,   
z tranzystorem jako podstawowym elementem nieliniowym.*

**Program ćwiczenia**

**Połącz układ wzmacniacza odwracającego** (rys. 1.) **;**

**Ucc = ±15V.**

**1.** Skompensuj niezrównoważenie.

**Dołącz przyrządy** (rys.3.)



*Rys.3. Schemat układu pomiarowego do badania czwórników aktywnych*

**2.** Zbadaj sygnałem DC (rys.3 ) charakterystykę przejściową *Uo*= f(*Ui*); wyznacz wzmocnienie *ku0f* z liniowego zakresu tej charakterystyki (wykres) oraz *Uomax*+, *Uomax−* .

**3.** Zmierz rezystancje wejściową *Rif* układu przy *Uo*≥ 1V; zastosuj *Rd*≈ 2kΩ .

**4.** Zmierz rezystancje wyjściową *Rof* układu przy *Uo*≥ 1V; zastosuj *RL*≈ 500Ω .

**5.** Zmierz wzmocnienie sygnałem sinusoidalnym o *f* = 1kHz i *Uo*≥ 1V (rys.2).

**13.** Zmierz wartości rezystorów, które tworzyły pętlę sprzężenia zwrotnego w układzie z rys.1. Porównaj *ku0f* układu obliczone teoretycznie oraz z napięć i z rezystancji. Jakie wnioski?

**WO zastosowany w przetworniku logarytmującym połącz w konfiguracji wtórnika i przy zwartym wejściu skompensuj jego wejściowe napięcie niezrównoważenia**

**Połącz układ wzmacniacza logarytmującego; dołącz przyrządy** (rys. 4.) **;**



*Rys. 4. Układ do badania przetwornika logarytmującego sygnałem DC*

**1.** Podaj na wejście ze źródła DC kolejno napięcie około   
– 10 V, + 10 V a następnie – 10 mV, + 10 mV i porównaj reakcję układu – napięcie wyjściowe z wartościami obliczonymi przed zajęciami.

**2.** Zbadaj charakterystykę przejściową układu *Uo* = f(*Ui*) sygnałem DC dodatnim i ujemnym (10 m ÷ 10)V na wejściu, w sekwencji (1-3-10)⋅10k.

**3.** Zmierz także reakcję układu na zerowe napięcie wejściowe (wejście zwarte) oraz zerowy prąd wejściowy (wejście otwarte − „wiszące”).

**4.** Zmierz rezystancję zastosowanego rezystora *R* oraz temperaturę w laboratorium.

W sprawozdaniu m.in. przedstaw wyniki na wykresie półlogarytmicznym (*Uo* ze skalą liniową). Ze względu na możliwe kłopoty ze strony edytora wykresów przy ujemnych wartościach, zaleca się wykreślać ⎪*Uo*⎪ = f(⎪*Ui*⎪) lub ⎪*Uo*⎪ = f(⎪*Ii*⎪).

Z wykresów lub wyników z tabeli wyznacz prawdziwe wartości współczynników *A*, *B* w zapisie transmitancji układu, oddzielnie dla obu gałęzi charakterystyki, nie zapomnij o właściwych znakach i jednostkach!

Następnie oblicz prawdziwe parametry elementów nieliniowych, zastosowanych w pętli wokół WO: tranzystora i diody.

Porównaj wartości oszacowane przed zajęciami z obliczonymi z badań

**Protokół badań do ćw. 5**

**WZMACNIACZ OPERACYJNY (WO) w UKŁADACH LINIOWYCH I NIELINIOWYCH.  
WZMACNIACZ ODWRACAJĄCY, PRZETWORNIK LOGARYTMUJĄCY.**

Grupa: …………… Termin:……………….. Data: …………………………...

1. ……………………………………………

2. ……………………………………………

3. ……………………………………………

**Tabele i wyniki obliczeń.**

**Pomiary parametrów wzmacniacza odwracającego**

Tab.1. Charakterystyka *Uo*= f(*Ui*) .

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Ui znam* | [V] | – 1,5 | – 1,3 | – 1 | – 0,5 | 0 | + 0,5 | + 1,0 | + 1,3 | + 1,5 |
| *Ui* | [V] |  |  |  |  | 0 (zwora)  **Odłącz Eg**) |  |  |  |  |
| *Uo* | [V] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Uwagi | | *Uomax-* = V, | | | |  | *Uomax+ =* V | | | |
| Obliczenia: ***kuof*** =…………… V/V, ⏐(+*Ucc*) – *Uomax+*⏐=……………V, ⏐(–*Ucc*) – *Uomax–*⏐=……………V | | | | | | | | | | |

Tab. 2 Badanie *Uo*= f(*RL* , *Rd*) przy *Eg* = const, celem wyznaczenia *Rof*i *Rif*. Tab. 3. Pomiar *Auof AC*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *RL* | [kΩ] | **∞** |  | **∞** |
| *Rd* | [kΩ] | **0** | **0** |  |
| *Uo* | [V] |  |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Ui* [V] | *Uo* [V] | *Au0f* [V] |
|  |  |  |

**R1 =** kΩ **R2 =** kΩ

**Pomiary parametrów wzmacniacza logarytmującego**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Ui* [V] | *Uo* [V]  obliczone | *Ui* [V] | *Uo* [V]  zmierzone |
| – 10 |  |  |  |
| + 10 |  |  |  |
| – 10m |  |  |  |
| + 10m |  |  |  |

Tab. 4. Badanie wstępne Tab.6. Reakcja układu na wejście zwarte i „wiszące” .

|  |  |
| --- | --- |
| *STAN WEJŚCIA* | *Uo* [V] |
| ***Ui* = 0** (wejście zwarte) |  |
| ***Ii* = 0** (wejście „wiszące”) |  |

Tab.5. Charakterystyka *Uo*= f(*Ui*) .

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Ui znam* | [V] | – 10m | – 30m | – 0,1 | – 0,3 | – 1 | – 3 | – 10 | + 10 | + 3 | + 1 | + 0,3 | + 0,1 | + 30m | + 10m |
| *Ui* | [V] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Uo* | [V] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**R=** kΩ