



## KOMPUTEROWA ANALIZA UKŁADÓW ELEKTRONICZNYCH

Grupa .....		Data wykonania ćwiczenia:	Ćwiczenie prowadził:
Nazwisko i imię:	Ocena	.....	.....
1.		Uwagi:	Podpis:
2.			
3.			

SPRAWOZDANIE Z ĆWICZENIA LABORATORYJNEGO

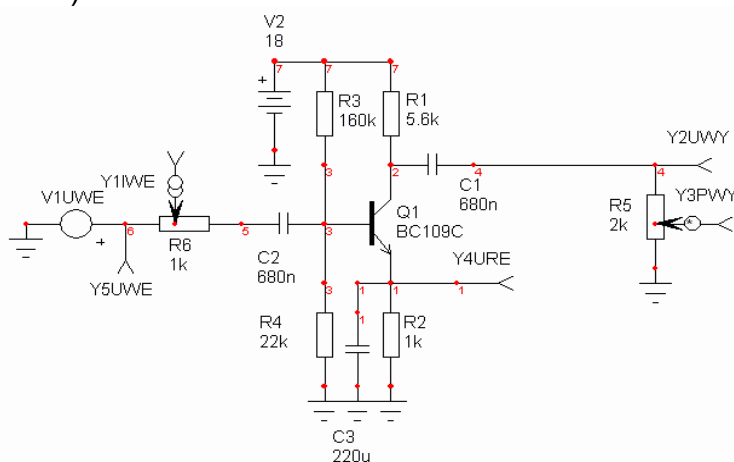
Temat: **Zaawansowane Metody Symulacji w Języku SPICE**

## 1. ZADANIA

## Zadanie 1.

Wykorzystać funkcje *Probe* do zobrazowania w *SpiceNet* przebiegów: napięć, prądów i rozpraszanych mocy we wzmacniaczu z rys. 1. Parametry analiz: AC przedział częstotliwości 10Hz ÷ 10MHz, dokładność 100 pkt./dek., TRAN wymuszenie w postaci bipolarnej fali prostokątnej o współczynniku wypełnienia 0.5, częstotliwości 1 kHz i amplitudzie

5 mV, krok czasowy 1 $\mu$ s, całkowity czas analizy czasowej (*Total Analysis Time*) 6 ms, wyprowadzenie wyników dla zobrazowania pojedynczego okresu wymuszenia. Po uruchomieniu symulatora okienko *Simulation Status* pozostawiamy aktywne. Wykorzystać wskazówki zawarte w p. 4.1.1. (ZMS\SONDA.DWG)



Rys. 1.

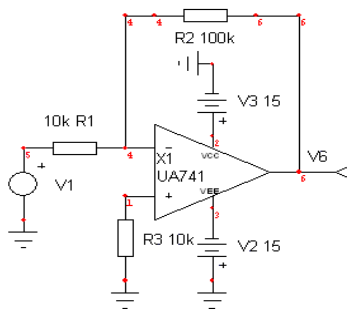
Wnioski i spostrzeżenia zanotować (arkusz na str. 4)

## Zadanie 2. (opcjonalnie)

Wyznaczyć stałoprądowe charakterystyki przejściowe wzmacniacza (rys. 2) dla rezystancji R2, zmienianej dyskretnie w przedziale wartości od 20 k $\Omega$  do 100 k $\Omega$  z krokiem 20 k $\Omega$ . Przyjąć zakres zmian napięcia wejściowego (V1) od -1.5 V do 1.5 V z krokiem co 1 mV. Do deklaracji analizy wykorzystać pole *Wizards* w ustawieniach symulacji (*Simulation Setup/Analysis Wizard*). Po przeprowadzeniu symulacji „odniesienia”, powrocie do *SpiceNet*, wybraniu do zmian wartości rezystora R2 (w okienku *Alter for R2* polu *Sweep Mode*) ustalić liniowy sposób zmiany rezystancji. Do wyprowadzenia wyników symulacji wykorzystać wskazówki zawarte w p. 4.2.1. Określić wartości wzmocnień stałoprądowych, przyrostowych oraz dostępne poziomy napięcia wyjściowego. (ZMSWO.DWG)

### Zadanie 3.

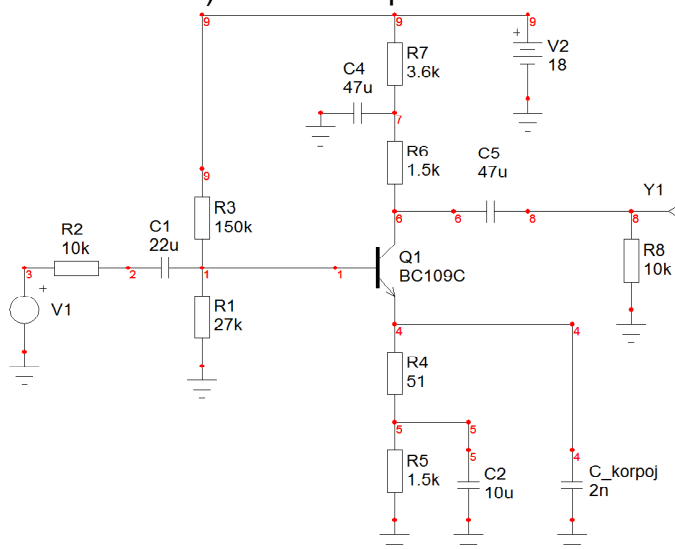
Przeprowadzić parametryczną analizę AC (*Alter*) wzmacniacza operacyjnego (ZMS\WO.DWG) dla zmian R2 w zakresie 20k-100kom z krokiem 20kom. Analizę przeprowadzić w przedziale częstotliwości 100 Hz ÷ 1 MHz z dokładnością 100 pkt./dek. Wyłączyć analizę DC (Ctr+E). Ocenić wpływ wartości R2 na wielkość wzmocnienia układu. Wykorzystać wskazówki zawarte w p.4.2.1. Wnioski i spostrzeżenia zanotować (arkusz na str. 4).



Rys. 2.

### Zadanie 4.

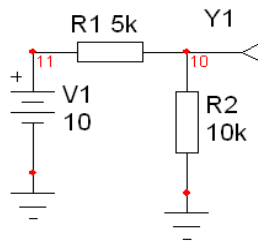
Wykorzystać analizę parametryczną w celu wyznaczenia optymalnej wartości pojemności  $C_{korpoj}$  dla uzyskania maksymalnie płaskiej charakterystyki amplitudowo częstotliwościowej wzmacniacza (rys.3). Wartość pojemności zmieniać w przedziale 2 nF ÷ 20 nF z krokiem 2 nF. Po wstępnym (przybliżonym) oszacowaniu wartości pojemności dla udokładnienia jej wartości przeprowadzić ponownie symulację z krokiem 0.2 nF w otoczeniu oszacowanej wartości. Analizy przeprowadzić w przedziale częstotliwości 1 kHz ÷ 10 MHz z dokładnością 100 pkt./dek. Wykorzystać wskazówki zawarte w p.4.2.1. (ZMS\KORPOJ.DWG). Wnioski i spostrzeżenia zanotować (arkusz na str. 4)



Rys. 3.

### Zadanie 5.

Przeprowadzić stałoprądową analizę temperaturową dzielnika rezystancyjnego (rys. 4) dla temperatur obwodu 27°C i 127°C. Przyjąć dla R2 (w oknie *Resistor Properties*) wartości temperaturowych współczynników  $TC1=0.01$ ,  $TC2=0.001$ , temperaturę odniesienia  $TNOM=27^{\circ}C$ . Źródło (DC)  $V1=10V$ . Porównać zapis deklaracji rezystorów R1 i R2 w wejściowym pliku tekstowym (*Action/Text Edit/Cir*). Pierwszą symulację przeprowadzić dla temperatury 27°C (ustalonej w oknie *Simulation Setup/Circuit Temperature.../Circuit Temperature 27 deg*). Wyniki z symulacji wyprowadzić w *SpiceNet (Options/Refresh OP Value)* i zobrazować w *IntuScope* (wymaga deklaracji analizy czasowej bez deklaracji źródła czasowego). Porównać wartości napięć z wartościami wyznaczonymi teoretycznie (zależność 4.1). Wykorzystać wskazówki zawarte w p. 4.2.2. (Projekt własny – należy go narysować).

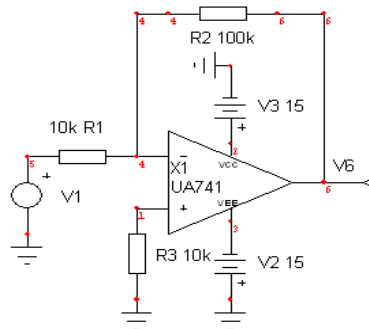


Rys.4.

Wnioski i spostrzeżenia zanotować (arkusz na str. 4)

### Zadanie 6.

Wykorzystać parametryczną analizę temperaturową (w przedziale temperatur od 25°C do 150°C z krokiem 25°C) do wyznaczenia wpływu temperatury na charakterystyki amp-częst. wzmacniacza operacyjnego (rys. 5). Wykorzystać wskazówki zawarte w p. 4.2.2. str 141. (ZMS\WO.DWG)

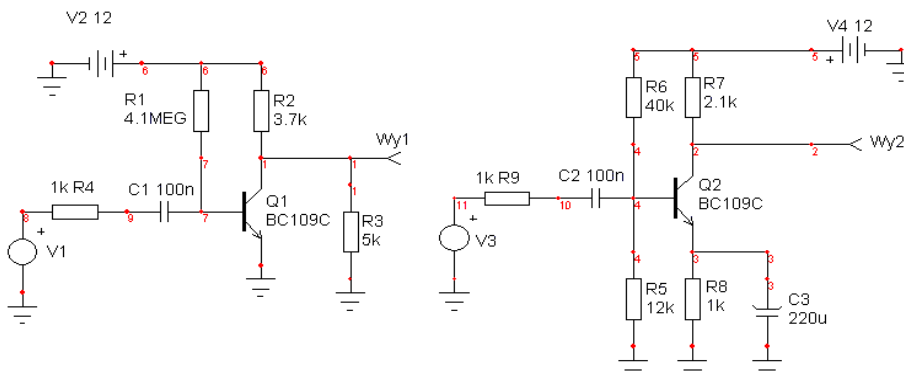


Rys. 5.

Wnioski i spostrzeżenia zanotować (arkusz na str. 4)

### Zadanie 7.

Porównać własności „termiczne” wzmacniaczy (rys. 6) zrealizowanych z wykorzystaniem wybranych układów zasilania i stabilizacji pp. Dla celów porównawczych wykorzystać analizę czasową. Parametry źródeł V1 i V3: sygnały sinusoidalne o amplitudzie 10 mV i częstotliwości 10 kHz. Całkowity czas analizy czasowej 2,2 ms z krokiem 1μs, wyprowadzenie wyników dla zobrazowania dwóch okresów przebiegu. W pierwszym kroku przeprowadzić symulację dla temperatury 27°C i po wyprowadzeniu wyników (*IntuScope Wy 1 i Wy 2*) porównać wartości wzmocnień dla składowych zmiennych (menu *Calculator/Measurements/Peak too Peak*). Następnie przeprowadzić parametryczną analizę temperaturową w przedziale zmian temperatury od 30°C do 150°C z krokiem zmian 30°C. Ocenic własności układów poprzez porównanie uzyskanych wyników symulacji (*IntuScope*). Wykorzystać wskazówki podane w p. 4.2.2. (ZMS\RC\_Temp.DWG)



Rys. 6.

Wnioski i spostrzeżenia zanotować (arkusz na str. 4)

