

## LUCRAREA a II-a

### PARAMETRI SI CARACTERISTICI ALE AMPLIFICATOARE OPERATIONALE

#### 1. Tensiunea de intrare de decalaj (offset) $V_{IO}$

Se realizează conexiunile C2 și C3 pentru circuitul din Fig. 1. Se măsoară cu multimetrul digital tensiunea continuă la ieșirea amplificatorului operațional (borna "O").

Se calculează tensiunea de intrare de decalaj  $V_{IO}$  utilizându-se relația:

$$V_{IO} = \frac{V_O}{1 + \frac{R_3}{R_1}}$$

#### 2. Rezistența de ieșire $R_O$

Rezistența de ieșire în buclă deschisă  $R_O$  a unui amplificator operațional se poate determina măsurând mai întâi rezistența de ieșire în buclă închisă  $R_{O'}$ , folosind o configurație inversoare (Fig. 1), astfel:

$$R_{O'} = \frac{R_O}{1 + a(j\omega)f(j\omega)}$$

factorul de reacție  $f(j\omega)$  pentru circuitul inversor cu conexiunile C1 și C4 având expresia:

$$f(j\omega) = f_O = \frac{R_2}{R_2 + R_3} = \frac{1}{11}$$

iar câștigul în buclă deschisă  $a(j\omega)$  pentru amplificatorul operațional utilizat având următoarele valori (corespunzătoare celor 3 frecvențe la care se realizează măsurătorile):

|                |      |       |        |
|----------------|------|-------|--------|
| f              | 2kHz | 20kHz | 200kHz |
| a(j $\omega$ ) | 1000 | 100   | 10     |

2.1. Se realizează conexiunile C1 și C4 pentru circuitul din Fig. 1. Se aplică la intrarea circuitului (borna "I") un semnal sinusoidal cu amplitudinea de 100mV și frecvența de 2kHz.

Se măsoară tensiunea la ieșire amplificatorului operațional (borna "O") în doua situații distincte:

- cu rezistența de sarcină  $R_5 = 10k\Omega$  – tensiunea măsurată se notează cu  $V_O$
- cu rezistența suplimentară de sarcină  $R_L = 470\Omega$  (circuitul funcționează cu o sarcină echivalentă  $R_L' = R_5 // R_L \cong 450\Omega$  - tensiunea măsurată se notează cu  $V_{O'}$ )

Se calculează rezistența de ieșire cu relația:

$$R_{O'} = R_L' \frac{\frac{V_O}{V_{O'}} - 1}{1 - \frac{V_O}{V_{O'}} \frac{R_L'}{R_5}} = R_L' \frac{\frac{V_O}{V_{O'}} - 1}{1 - \frac{V_O}{V_{O'}} \frac{R_L}{R_L + R_5}}$$

2.2 Se repetă măsurătorile și analiza de la punctul 2.1. pentru alte două frecvențe diferite ale semnalului de intrare,  $20kHz$  și  $200kHz$ .

### 3. Tensiunea maximă de ieșire $V_{Omax}$

Se realizează conexiunile C1 și C4 pentru circuitul din Fig. 1. Se aplică la intrarea circuitului (borna "I") un semnal sinusoidal cu amplitudinea de 500mV și frecvența de 1kHz.

Se crește tensiunea de ieșire până când apare limitare în amplitudine, determinându-se  $V_{Omax}$ .

### 4. Viteza maximă de variație a semnalului de ieșire (SR – slew-rate)

Se realizează conexiunile C1 și C4 pentru circuitul din Fig. 1. Se aplica la intrare un semnal dreptunghiular cu factor de umplere  $\frac{1}{2}$ , de frecvență mare (10kHz) și amplitudine suficient de mare (de exemplu, 5V), pentru ca tensiune de ieșire să își atingă valorile maxime în ambele sensuri.

Se determină SR ca fiind:

$$SR = \frac{\Delta V_O}{\Delta t}$$

### 5. Răspunsul în frecvență al circuitelor

5.1. Se realizează conexiunile C1 și C3 pentru circuitul din Fig. 1. Se aplică la intrare (borna "I") un semnal sinusoidal cu amplitudinea de 100mV și frecvența variabilă în domeniul 10Hz - 1MHz.

Se măsoară tensiunea de ieșire (borna „O”) pentru frecvențe diferite și se completează următorul tabel:

| f(Hz)    | 100 | 200 | 500 | 1k | 2k | 5k | 10k | 20k | 50k | 100k | 200k | 500k | 1M |
|----------|-----|-----|-----|----|----|----|-----|-----|-----|------|------|------|----|
| $A_O(V)$ |     |     |     |    |    |    |     |     |     |      |      |      |    |

$A_O$  reprezintă amplitudinea tensiunii de ieșire.

Se ridică experimental caracteristica amplitudine-frecvență (modulul funcției de transfer  $A(j\omega)$ ).

Se reprezintă grafic această caracteristică la scară logaritmică pe ambele axe (amplitudinea în dB și frecvența prin decade).

Se determină frecvența limită superioară  $f_S$  ca fiind valoarea frecvenței pentru care modulul amplificării scade cu 3dB (deci la 0,707) față de valoarea din bandă.

5.2. Se repetă punctul 5.1. pentru circuitul din Fig. 1 cu conexiunile C1 și C4. Se verifică păstrarea constantă a produsului amplificare-bandă.

5.3. Se realizează o analiză similară punctului 5.1. pentru amplificatorul neinvertor din Fig. 2, realizat utilizând conexiunea C1.

5.4. Se realizează o analiză similară punctului 5.1. pentru repetorul de tensiune din Fig. 3 realizat utilizând conexiunile C2 și C3. Care este explicația frecvenței  $f_S$  de valoare ridicată obținută comparativ cu circuitele din Fig. 1 și Fig. 2?