



UNIUNEA EUROPEANĂ



GVERNUL ROMÂNIEI



Instrumente Structurale  
2007-2013



# Platformă de e-learning și curriculum e-content pentru învățământul superior tehnic

## Elemente de Electronică Analogică

### 24. Parametrii unui AO real. AO ideal

## PARAMETRII AMPLIFICATOARELOR OPERAȚIONALE REALE – ASPECTE TEORETICE

Simbolul utilizat pentru amplificatoarele operaționale este prezentat în figura 1.6. Pe lângă bornele prezentate amplificatoarele pot avea terminale pentru compensarea mărimilor reziduale, pentru compensarea în domeniul frecvenței sau terminale cu funcții speciale care vor fi prezentate la fiecare tip de circuit analiza.

### PRINCIPALII PARAMETRII AI AMPLIFICATOARELOR OPERAȚIONALE (AO), SUNT :

- **Amplificarea de mod diferențial în buclă deschisă**,  $A_0$ , este definită conform relației 1.2, este dependentă de tensiunile de alimentare ale AO și de rezistența de sarcină ; valorile tipice sunt de ordinul a  $10^5 \div 10^6$  ;

$$V_0 = A_0 \cdot e_d = A_0(V_+ - V_-) \quad (1.2)$$

- **Impedanța de intrare diferențială**,  $Z_i$ , este definită conform relației 1.3; are valori de ordinul a câtorva zeci sau sute de  $k\Omega$  ;

$$Z_i = \frac{e_d}{i_i} \quad (1.3)$$

- **Amplificarea de mod comun în buclă deschisă**, definită de relația 1.4; trebuie să aibă o valoare cât mai mică.

$$V_0 = A_{mc} \cdot e_{mc} = A_{mc} \left( \frac{V_- + V_+}{2} \right) \quad (1.4)$$

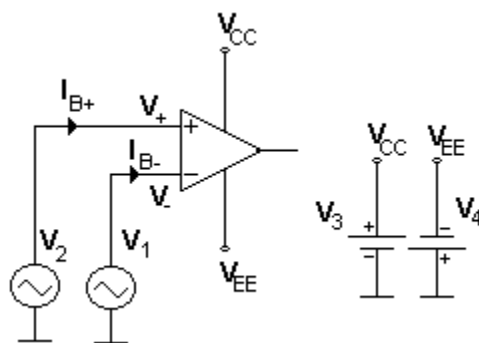


Figura 1.6 Simbolul amplificatorului operațional

- **Impedanța de intrare de mod comun**,  $Z_{ic}$ , definită conform relației 1.5; este de 2-3 ordine de mărime mai mare decât impedanța de intrare diferențială și are valori tipice foarte mari (zeci, sute de  $M\Omega$ );

$$Z_{ic} = \frac{e_{mc}}{i_i} \quad (1.5)$$

- **Factorul de rejecție pe mod comun**,  $CMR$  (common mode rejection), reprezintă o măsură a contribuției tensiunii de mod comun de la intrare la tensiunea de ieșire a AO (figura 1.6); are valori de  $10^3 \div 10^5$ ;

$$V_0 = A_0 \left( e_d + \frac{e_{mc}}{CMR} \right)$$

$$CMR = \frac{A_0}{A_{mc}}$$

(1.6)

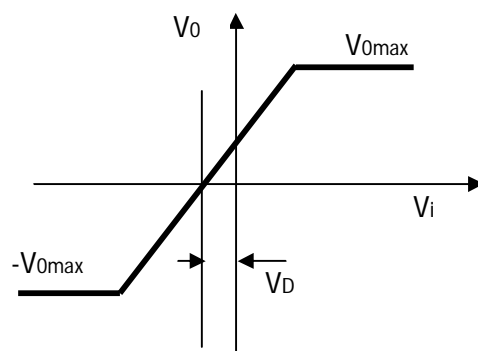
- **Factorul de rejecție al tensiunilor de alimentare**,  $SVR$  (supply voltage rejection), este definit ca raportul dintre variația tensiunii de decalaj de la intrare și variația surselor de alimentare. Acest factor se poate defini pentru fiecare sursă de alimentare, sau poate lua în considerare efectul combinat al variațiilor tensiunilor de alimentare, (1.7).

$$SVR^+ = \frac{\Delta V_D}{\Delta V^+}$$

$$SVR^- = \frac{\Delta V_D}{\Delta V^-}$$

(1.7)

- **Impedanța de ieșire a AO în buclă deschisă**,  $Z_0$ ; este de ordinul a câtorva zeci sau sute de  $\Omega$ ;
- **Banda de frecvență a AO**,  $B$ ; definită ca domeniul de frecvență la care amplificarea diferențială în buclă deschisă este cu cel mult 3 db mai mică decât valoarea ei în curent continuu.



### Figura 1.7 Caracteristica de transfer a unui AO

Datorită nesimetriei schemei electronice a AO, caracteristica de transfer a acestuia nu trece prin originea axelor, (figura 1.7).

Pentru caracterizarea acestor abateri se definesc următoarele mărimi:

- **Tensiunea de decalaj (offset) raportată la intrare**,  $V_D$ , (figura 1.7) ;
- **Curentul de polarizare**,  $I_p$ , definit ca semisuma curenților de intrare, (relatia 1.8)

$$I_p = \frac{1}{2}(i_i + i_n) \quad (1.8)$$

- **Curentul de decalaj**,  $I_D$ , definit ca diferența dintre curenții de intrare, luat întotdeauna cu semnul +, (relatia 1.9);

$$I_D = |i_i - i_n| \quad (1.9) ;$$

- **Derivele termice ale mărimilor: tensiune de decalaj, curent de polarizare și curent dedecalaj**, adică variațiile lor determinate de modificarea temperaturii de lucru.

Parametrii de ieșire al AO caracterizează disponibilitățile acestuia de a comanda o sarcină dată. Aceste disponibilități sunt caracterizate de următoarele mărimi:

- **Tensiunea maximă de ieșire pentru semnal nedistorsionat**,  $V_{0max}$ , definită prin caracteristica de transfer din figura (1.7); depinde de tensiunile de alimentare ale AO și de sarcină ;
- **Viteza de variație a tensiunii de ieșire a AO**,  $SR$  (slow rate), măsurată în  $V/\mu s$ , indică panta maximă a tensiunii de ieșire în cazul excitației cu semnal mare la intrare și este determinată de banda de trecere a AO și de structura etajului final (1.10), (figura 1.8).

$$SR = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (1.10)$$

- **Răspunsul tranzitoriu al AO**, definit pentru un impuls de amplitudine mică, AO funcționând pe o sarcină capacitivă, în montaj de repetor de tensiune ; este determinat de caracteristica de frecvență a AO.

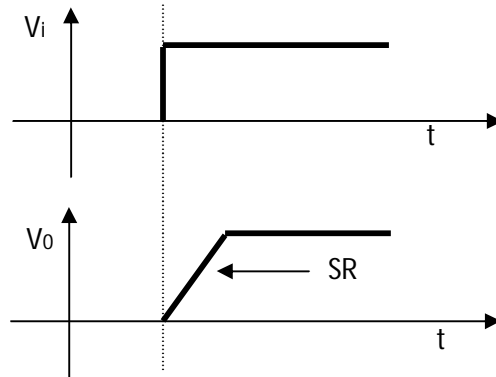


Figura 1.8 Răspunsul unui AO la semnal treptă la intrare

Amplificatoarele **operaționale ideale (AOI)** sunt caracterizate de următoarele ipoteze simplificatoare, al căor scop este reducerea volumului calculelor:

**-toți parametrii AO care în buclă deschisă au valori mari se consideră că tind la infinit;**

**-toți parametrii AO care in buclă deschisă au valori mici se consideră că tind la 0.**

- Amplificarea infinita in bucla deschisa ( $A_0 \rightarrow \infty$ );
- Impedanta infinita de intrare ( $Z_{int} \rightarrow \infty$ );
- Impedanta nula de iesire ( $Z_{ies} \rightarrow 0$ );
- Curenti nuli de intrare ( $i_i \rightarrow 0, i_n \rightarrow 0, I_D \rightarrow 0, I_P \rightarrow 0$ );
- Tensiune nula de decalaj ( $U_D \rightarrow 0$ );
- Largime infinita de banda ( $B \rightarrow \infty$ );
- Variata nula de faza ( $\Delta\varphi \rightarrow 0$ ).