

1. Introducere

Amplificatoarele de instrumentație (AI) sunt amplificatoare diferențiale cu performanțe deosebite privind sensibilitatea față de semnalele utile, insensibilitatea la condiții de funcționare, cu erori statice mici și un răspuns în frecvență cunoscut și reproductibil.

Parametrii principali:

- amplificarea (diferențială) A - finită;
- factorul de rejecție a modului comun (RRMC) – foarte mare;
- impedanțele de intrare și de ieșire – apropiate de cele ideale, specifice tipului de amplificator.

2. AI cu un singur AO

Schema electrică a unui AI cu un singur AO este cea din Figura 1.

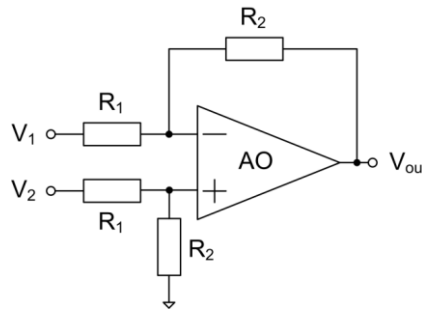


Figura 1 Schema electrică a unui AI cu un singur AO

Expresia tensiunii de ieșire, în cazul în care se consideră amplificatorul operațional ideal ($RRMC_{AO} \rightarrow \infty$) și rezistențele ideale (toleranța este nulă), este dată de ecuația de mai jos:

$$V_{out} = A_D \cdot v_{ID} = \frac{R_2}{R_1} \cdot (V_2 - V_1) \quad (1)$$

unde $\frac{R_2}{R_1}$ este amplificarea diferențială iar $(V_2 - V_1)$ este tensiunea de intrare diferențială.

Pentru cazul în care considerăm AO real, $RRMC_{AO}$ finit, valoarea raportului de rejecție de mod comun al amplificatorului de instrumentație ($RRMC_{AI}$) este egală cu $RRMC_{AO}$ iar expresia tensiunii de ieșire devine:

$$V_{out} = A_D (V_2 - V_1) + A_C \left(\frac{V_2 + V_1}{2} \right) = A_D (V_2 - V_1) + \frac{A_D}{RRMC_{AO}} \left(\frac{V_2 + V_1}{2} \right) \quad (2)$$

unde A_D reprezintă amplificarea diferențială iar A_C amplificarea de mod comun.

Dacă considerăm rezistențele reale (toleranțe nenule) atunci raportului de rejecție de mod comun al amplificatorului de instrumentație ($RRMC_{AI}$) devine:

$$\frac{1}{RRMC_{AI}} = \frac{1}{RRMC_{\epsilon}} + \frac{1}{RRMC_{AO}} \quad (3)$$

unde $RRMC_{AO}$ este raportul de rejecție de mod comun al amplificatorului operațional și $RRMC_{\epsilon}$ reprezintă raportul de rejecție de mod comun datorată toleranțelor. $RRMC_{\epsilon}$ are expresia:

$$RRMC_{\epsilon} = \frac{1 + 2A_D}{4 \cdot \epsilon} \quad (4)$$

unde AD este amplificarea diferențială a amplificatorului de instrumentație și ε reprezintă toleranța rezistențelor.

2.1. Verificare experimentală

- deschideți proiectul [AI-Figura-1-AD.asc](#) și dimensionați circuitul pentru un câștig diferențial $A_D=100$ (folosiți ecuația 1);
- ridicați caracteristica de frecvență (analiza AC) și măsurați amplificarea diferențială de joasă frecvență;
- deschideți proiectul [AI-Figura-1-AC.asc](#) și pentru aceleași valori a rezistențelor ca și la punctul a) ridicați caracteristica de frecvență și măsurați amplificarea de mod comun;
- determinați $RRMC_{AO}=RRMC_{AI}$ și comparați cu valoarea de catalog;
- repețiți punctele a) – c) pentru rezistențe neideale (toleranța de 1%) considerând cazul cel mai defavorabil;
- determinați expresia $RRMC_{AI}$;
- deschideți proiectul [AI-Figura-1-timp.asc](#) și determinați A_D , A_C și $CMRR_{AI}$ (analiza .TRAN) folosind valoarea rezistențelor de la punctul a).

3. AI cu 3 AO

Schema electrică a unui AI cu 3 AO este cea din Figura 2.

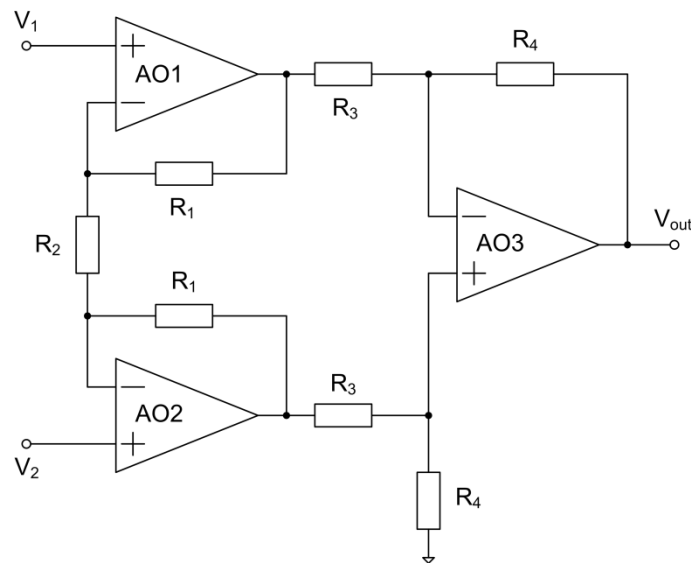


Figura 2 Schema electrică a unui AI cu 3 AO

Expresia tensiunii de ieșire, în cazul în care se consideră amplificatorul operațional ideal ($RRMC_{AO} \rightarrow \infty$) și rezistențele ideale (toleranța este nulă), este dată de ecuația de mai jos:

$$V_{Out} = A_{D-I} \cdot A_{D-II} \cdot (V_2 - V_1) = \left(1 + 2 \cdot \frac{R_1}{R_2}\right) \cdot \left(\frac{R_4}{R_3}\right) \cdot (V_2 - V_1) \quad (5)$$

Pentru cazul în care considerăm AO real, $RRMC_{AO}$ finit, valoarea raportului de rejecție de mod comun al amplificatorului de instrumentație ($RRMC_{AI}$) este egală cu:

$$RRMC_{AI} = \left(1 + 2 \cdot \frac{R_1}{R_2}\right) \cdot RRMC_{AO} \quad (6)$$

Dacă considerăm rezistențele reale (toleranțe nenule) atunci raportului de rejecție de mod comun al amplificatorului de instrumentație ($RRMC_{AI}$) devine:

$$RRMC_{AI} = \left(1 + 2 \cdot \frac{R_1}{R_2}\right) \cdot \frac{RRMC_{AO} \cdot RRMC_e}{RRMC_{AO} + RRMC_e} \quad (7)$$

unde $RRMC_e$ are aceeași expresia ca și în cazul AI cu un singur AO.

3.1. Verificare experimentală

- deschideți proiectul [AI-Figura-2-AD.asc](#) și dimensionați circuitul pentru un câștig diferențial ($A_{D-I} \cdot A_{D-II}$)=100 (folosiți ecuația 5);
- ridicați caracteristica de frecvență (analiza AC) și măsurați amplificarea diferențială de joasă frecvență;
- deschideți proiectul [AI-Figura-2-AC.asc](#) și pentru aceleași valori a rezistențelor ca și la punctul a) ridicați caracteristica de frecvență și măsurați amplificarea de mod comun;
- determinați $RRMC_{AI}$ și comparați valoarea obținută din simulări cu cea calculată folosind ecuația 6;
- repetăți punctele a) – c) pentru rezistențe neideale (toleranța de 1%) considerând cazul cel mai defavorabil;
- determinați expresia $RRMC_{AI}$ și comparați valoarea măsurată cu valoarea calculată folosind ecuația 7;
- deschideți proiectul [AI-Figura-2-timp.asc](#) și determinați A_D , A_C și $CMRR_{AI}$ (analiza .TRAN) folosind valoarea rezistențelor de la punctul a).