

CALCULAREA SENSIBILITĂȚII CARACTERISTICILOR CIRCUITELOR ELECTRONICE

Ion BACUNOV, Silvia CATARAGA, Ion AVRAM

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: Sensibilitatea caracteristicilor circuitelor electronice (CE), duce la apariția erorilor în timpul funcționării CE. Va fi efectuat calculul sensibilității relative a impedanței de intrare a unui circuit electronic.

Cuvinte cheie: Sensibilitate, circuite electronice, caracteristici, impedanța de intrare.

1. Noțiuni generale

Se știe că parametri reali ai CE analogice diferă în mod inevitabil de la valorile calculate. În timpul funcționării CE pot apărea anumite erori, care în cele mai frecvente cazuri sunt cauzate de :

- Eroarea reală a instalațiilor producătoare de componente,
- Schimbarea parametrilor elementelor în timpul funcționării din cauza învechirii, uzării, schimbărilor condițiilor mediului ambiant, precum temperatura, umiditatea, radiația etc.

Erorile ce apar din aceste cauze pot fi înlăturate prin :

- Utilizarea de componente electronice cu nominale exacte de producere,
- Minimizarea timpului de exploatare a CE.

Sensibilitatea caracteristicilor unui CE presupune modificarea lor la schimbarea valorii nominale a unui component al CE.

Altă noțiune mai generală a *sensibilității* -măsura schimbării caracteristicilor/funcțiilor circuitului, care s-a produs în rezultatul unor devieri/abateri a valorii nominale a unuia/cîtorva din elementele circuitului.

Înțelegem că schimbarea parametrilor unui element din cadrul unui CE poate provoca modificarea principiului de funcționare a întreg circuitului, iar în cele mai frecvente cazuri aceste schimbări duc la aceea că circuitul își pierde destinația, ceea ce nu este de dorit.

2. Calculul sensibilității relative

Sensibilitatea relativă a impedanței de intrare Z_{in} a CE față de elementul R_2 se calculează după formula:

$$S_{R_2}^{Z_{in}} = \frac{\delta Z_{in} / Z_{in}}{\delta R_2 / R_2} = \frac{R_2}{Z_{in}} * \frac{\delta Z_{in}}{\delta R_2} \quad (1)$$

unde:

S- sensibilitatea impdanței de intrare față de schimbarea nominalului rezistenței R_2 a CE analizat,

δZ_{in} - derivata parțială a impedanței de intrare a circuitului analizat,

δR_2 - derivata parțială a elementului R_2 – față de care se calculează sensibilitatea impedanței de intrare.

În continuare este prezentat un exemplu de calcul al sensibilității impedanței de intrare a CE la schimbarea nominalului rezistorului R_2 .

Pentru calculul sensibilității relative a impedanței de intrare a CE dat inițial este necesar de efectuar calculul impedanței de intrare (Z_{int}) a circuitului electronic analizat și prezentat în figura 1.

Este dat circuitul:

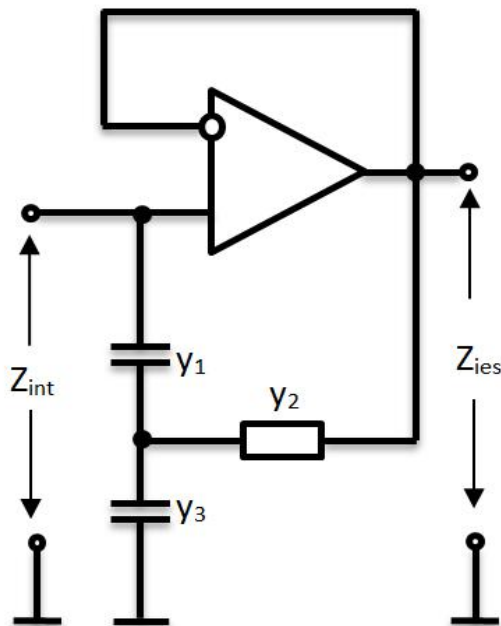


Figura 1 Circuit electronic dat

2.1 Formarea matricii Y a circuitului

Pentru calcularea oricărei caracteristici a CE dat este necesar de format matricea Y a acestui circuit, care are forma.

$$Y = \begin{vmatrix} y_1 & -y_1 & 0 \\ -y_1 & y_1 + y_2 + y_3 & y_2 \\ -1 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

unde y_i – este conductibilitatea elementelor corespunzătoare.

2.2 Calcularea Z_{in} a circuitului electronic

Impedanța de intrare a CE dat se calculează după formula [2]

$$Z_{int} = \frac{\Delta_{11}}{\Delta} \tag{2}$$

de unde se obține

$$\Delta_{11} = \begin{vmatrix} y_1 + y_2 + y_3 & y_2 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} = y_1 + y_2 + y_3;$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} y_1 & -y_1 & 0 \\ -y_1 & y_1 + y_2 + y_3 & y_2 \\ -1 & 0 & 1 \end{vmatrix} = y_1^2 + y_1 y_2 + y_1 y_3 - y_1 y_2 - y_1^2 = y_1 y_3.$$

Și în rezultat impedanța de intrare a CE se calculează după următoarea formulă

$$Z_{int} = \frac{y_1 + y_2 + y_3}{y_1 y_2} = \frac{y_1}{y_1 y_2} + \frac{y_2}{y_1 y_2} + \frac{y_3}{y_1 y_2} = \frac{1}{y_2} + \frac{y_3}{y_1 y_2} + \frac{1}{y_1} \quad (3)$$

Se observă din circuit că elementele y_1, y_3 –reprezintă capacitați iar R_2 este o rezistență sau altfel spus:

$$y_1 = pC_1; y_2 = \frac{1}{R_2}; y_3 = pC_3; \quad (4)$$

Înlocuind în formula (3) notările din formula (4) obținem urmatorul rezultat

$$Z_{int} = \frac{1}{pC_3} + \frac{1}{p^2 C_1 C_3 R_2} + \frac{1}{pC_1}; \quad (5)$$

Din formula (5) se poate constata, că impedanța de intrare a CE reprezintă conexiunea în serie a 2 condensatoare C_1 și C_3 și a unui rezistor, cu rezistența negativă, dependentă de frecvență D . Schema echivalentă a circuitului a impedanței de intrare a CE analizat este reprezentată în figura 2 .

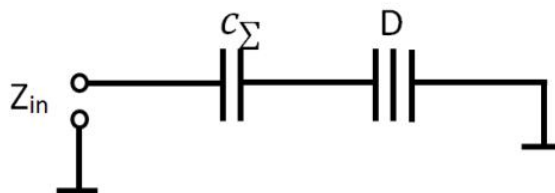


Figura 2 Schema echivalentă a impedanței de intrare a circuitului

Analizând formula (5) și înlocuind $p=j\omega$ se poate construi graficul funcției $Z_{int}=f(\omega)$ indicat în figura 3.

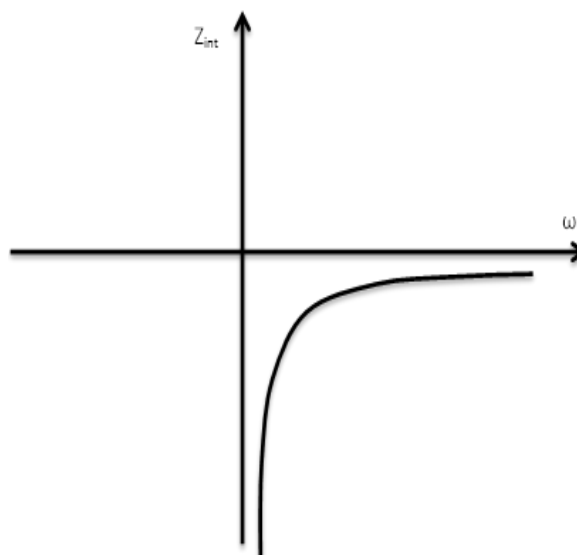


Figura 3 Graficul funcției $Z_{int} = f(\omega)$

În urma aplicării formulei (1) se obține urmatorul rezultat al sensibilității relative a impedanței de intrare a CE dat față de schimbarea nominalului rezistorului R_2 :

$$S_{R_2}^{Z_{in}} = \frac{Y_2 + Y_3}{Y_1 + Y_2 + Y_3} \quad (6)$$

3. Concluzie:

Calculul sensibilității la un parametru (impedanța de intrare-în cazul nostru) a circuitelor electronice devine o etapa indispensabilă la proiectarea circuitelor electronice și ne permite din start să aflăm inclusiv din punct de vedere economic cerințele de precizie pentru circuit și necesitatea aplicării soluțiilor constructiv-tehnologice pentru stabilizarea parametrilor componentelor acestuia.

Bibliografie

1. Avram I. *Analiza circuitelor electronice*. Ciclu de prelegeri. UTM, 2015, 43 pag.
2. Шарапов А. В. Аналоговая схемотехника: Учебное пособие. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2006. – 193 с.