

# PARTICULARITĂȚILE ANALIZEI CIRCUITELOR ELECTRONICE

VASILIȚA Maricica, JALBA Elena, MUNTEANU Vitalie, AVRAM Ion

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** Circuitele electronice prezintă o multitudine de dispozitive electronice pasive și active alcătuite din surse și consumatori de energie electrică ce servesc pentru prelucrarea unor semnale sau ale energiei electrice. Analiza unui circuit electronic dat presupune existența inițială a circuitului electronic (CE) dat și în rezultatul procedurii de analiză se obțin caracteristicile acestui circuit în domeniul frecvență sau timp.

**Cuvinte cheie:** circuit electronic, analiza CE, impedanța electrică, funcție de transfer, caracteristica amplitudine-frecvență (CAF), caracteristica fază-frecvență (CFF).

## I Analiza unui circuit electronic dat

Pentru a realiza analiza unui CE va fi cercetat ca exemplu un circuit indicat în figura 1.

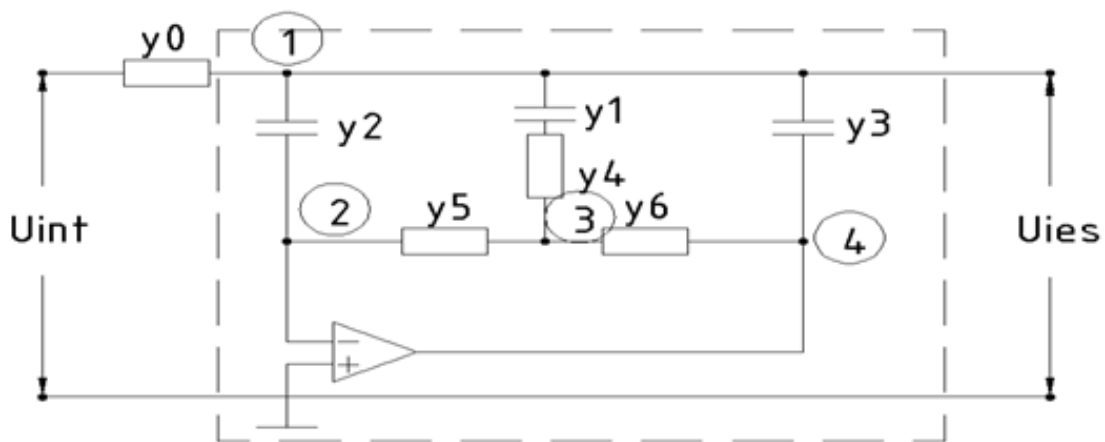


Figura 1 Circuitul electronic analizat

După numerotarea elementelor și nodurilor CE se formează matricea  $Y$  a CE și se obține matricea de ordinul  $IV$ , deoarece CE conține 4 noduri.

$$|Y| = \begin{vmatrix} y_0+y_2+y_3 & -y_2 & -y_0 & -y_3 \\ -y_2 & y_2+y_5 & -y_5 & 0 \\ -y_0 & -y_5 & y_0+y_5+y_6 & -y_6 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

## II Calcularea impedanței de intrare

Formarea matricei ermite de calculat impedanța de intrare  $Z_{in}$  a CE. **Impedanța electrică** este o mărime care reprezintă măsura opoziției unui circuit electric față de trecerea curentului alternativ. Impedanța electrică extinde noțiunea de rezistență electrică din curent continuu la circuite electrice în curent alternativ.

$$Z_{in} = \frac{\Delta_{11}}{\Delta}; \quad (1)$$

$$\Delta = y_0 y_5 y_6 + y_2 y_5 y_6 + y_3 y_5 y_6 + y_0 y_2 y_3 + y_2 y_3 y_5 + y_2 y_3 y_6 + y_0 y_3 y_5 + y_0 y_2 y_6 \quad (2)$$

$$\Delta_{11} = y_5 y_6 \quad (3)$$

$$Z_{in} = \frac{1}{y_0 + y_2 + y_3 + \frac{y_0 y_2 y_3}{y_5 y_6} + \frac{y_2 y_3}{y_6} + \frac{y_2 y_3}{y_5} + \frac{y_0 y_3}{y_6} + \frac{y_0 y_2}{y_5}} \quad (4)$$

$$Z_{in} = \frac{1}{p c_{1+p c_2+p c_3+ p^3 c_2 c_0 c_3 R_5 R_6 + p^2 c_2 c_3 R_5+ p^2 c_2 c_3 R_6 + p^2 c_0 c_3 R_5 + p^2 c_2 c_0 R_6}} \quad (5)$$

### III Construirea schemei echivalente a $Z_{in}$ a CE

Obținind la numărător 1 și la numitor suma a mai multor elemente, înseamnă ca elementele din schema echivalentă vor fi conectate în paralel. În paralel vor fi conectate 4 capacități și 4 rezistențe negative dependente de frecvență.

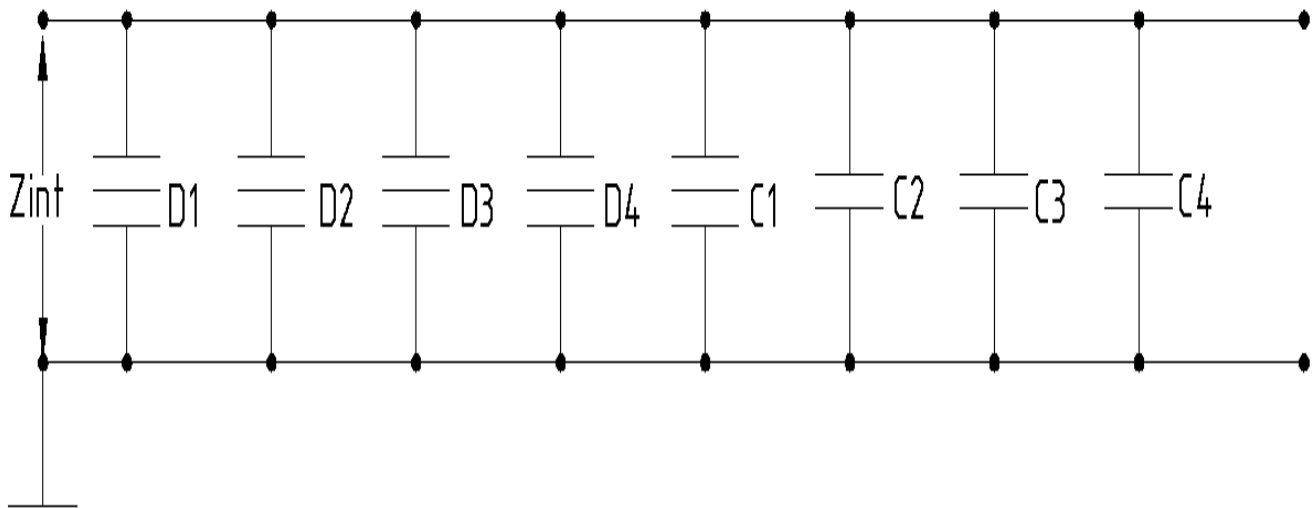


Figura 2 Schema echivalentă

### IV Construirea graficului funcției în primă aproximare $Z_{IN} = F(\omega)$

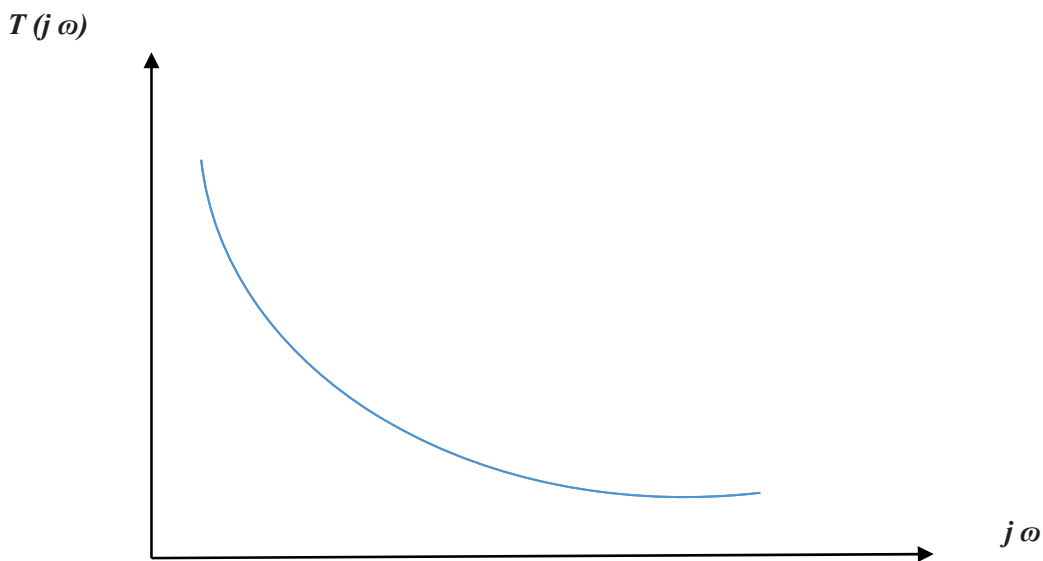


Figura 3 Graficul impedanței de intare

### V Găsirea formulei de calcul a funcției de transfer $T(p)$

Pentru a calcula funcția de transfer pentru CE dat trebuie analizat circuitul din figura 4.

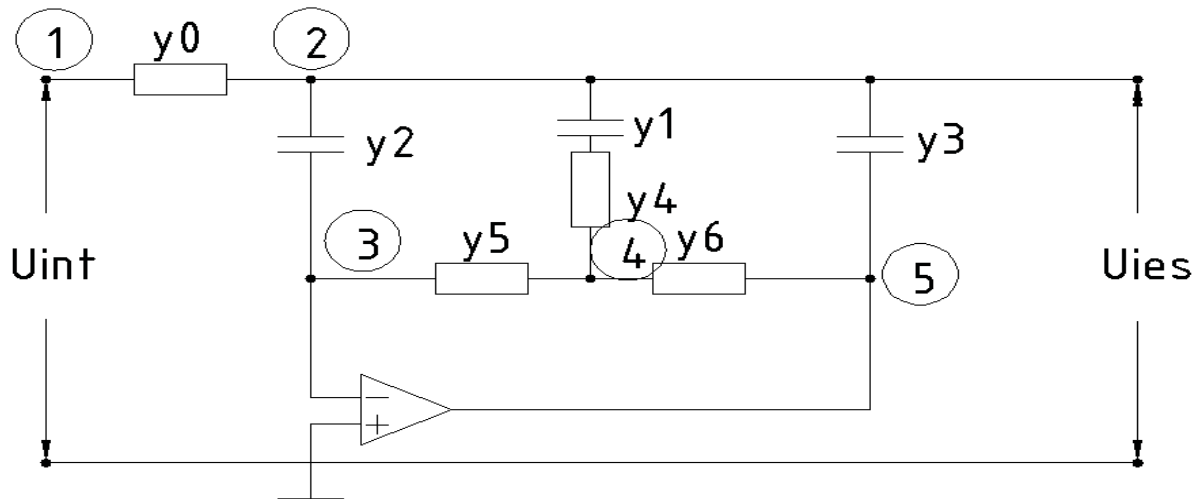


Figura 4 Circuitul electronic inițial

A fost formată matricea  $Y$  a CE dat cu elementul  $Y_0$ . Deoarece CE conține 5 noduri în rezultat s-a obținut o matrice pătrată de gradul  $V$

$$|Y| = \begin{vmatrix} y_0 & -y_0 & 0 & 0 & 0 \\ -y_0 & y_0 + y_2 + y_3 + y_7 & -y_2 & -y_7 & -y_3 \\ 0 & -y_2 & y_2 + y_5 & -y_5 & 0 \\ 0 & -y_7 & -y_5 & y_5 + y_6 + y_7 & -y_6 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

Din matricea obținută se poate găsi formula de calcul pentru funcția de transfer  $T(p)$ .

$$T(p) = \frac{A(p)}{B(p)} \quad (6)$$

$$\text{unde } A(p) = -pc_2 R_6 - pc_2 R_5 - pc_2 \left( \frac{1}{pc_1} + R_4 \right) R_5 + R_6 \frac{1}{pc_1}$$

$$\text{iar } B(p) = 1 + pc_2 R_0 + pc_3 R_0 + R_0 \left( \frac{1}{pc_1} + R_4 \right) + p^2 c_2 c_3 R_0 R_6 + p^2 c_2 c_3 R_0 R_5 + p^2 c_2 c_3 R_0 R_5 R_6 \left( \frac{1}{pc_1} + R_4 \right) + pc_3 R_0 \left( \frac{1}{pc_1} + R_4 \right)$$

#### VI Calcularea CAF și CFF

Pentru a putea efectua calculele CAF și CFF este necesar de găsit părțile reale și imaginare ale polinoamelor  $A(p)$  și  $B(p)$

$$\text{Re } A(j\omega) = -\frac{R_5 R_6 c_2}{c_1} - R_4 R_6; \quad (7)$$

$$\text{Im } A(j\omega) = -j\omega c_2 R_6 - j\omega c_2 R_5 - j\omega c_2 R_5 R_6 - \frac{R_6}{j\omega c_1}; \quad (8)$$

$$\text{Re } B(j\omega) = 1 + R_0 R_4 - \omega^2 c_2 c_3 R_0 R_6 + \omega^2 c_2 c_3 R_0 R_5 - \omega^2 c_2 c_3 R_0 R_6 R_4 + \frac{c_2 R_0 R_5}{c_1}; \quad (9)$$

$$\text{Im } B(j\omega) = j\omega c_2 R_0 + \frac{R_0}{j\omega} - \frac{\omega c_2 c_3 R_0 R_6 R_5}{j\omega c_1} + j\omega c_3 R_0 R_6 R_4 + j\omega c_2 R_0 R_5 R_4; \quad (10)$$

$$\text{CAF} = \frac{\sqrt{\text{Re}^2 A(j\omega) + \text{Im}^2 A(j\omega)}}{\sqrt{\text{Re}^2 B(j\omega) + \text{Im}^2 B(j\omega)}}; \quad (11)$$

$$\text{CAF} = \sqrt{\frac{\left( -j\omega c_2 R_6 - j\omega c_2 R_5 - j\omega c_2 R_5 R_6 - \frac{R_6}{j\omega c_1} \right)^2 + \left( -\frac{R_5 R_6 c_2}{c_1} - R_4 R_6 \right)^2}{\left( 1 + R_0 R_4 - \omega^2 c_2 c_3 R_0 R_6 + \omega^2 c_2 c_3 R_0 R_5 - \omega^2 c_2 c_3 R_0 R_6 R_4 + \frac{c_2 R_0 R_5}{c_1} \right)^2 + \text{Im} B^2}}; \quad (12)$$

$$CFF = -\arctg \frac{ImT(j\omega)}{ReT(j\omega)}; \quad (13)$$

$$CFF = -\arctg \frac{-j\omega c_2 R_6 - j\omega c_2 R_5 - j\omega R_5 R_6 - R_6 / j\omega c_1}{1 + R_4 R_6 + \omega^2 c_2 c_3 R_0 R_5 - \omega^2 c_2 c_3 R_0 R_6 R_4}, \quad (14)$$

### Concluzii :

1. A fost formată matricea **Y** a circuitului electronic dat. Avînd 4 noduri, s-a obținut matricea de gradul IV.
2. A fost calculată impedanța de intrare **Zin** a CE dat. Pentru aceasta s-a determinat raportul dintre  $\Delta_{11}$  și  $\Delta$ , calculate din matricea **Y** creată. S-au efectuat simplificări asupra fracției **Zin** pentru a obține la numărător 1 și la numitor suma a mai multor elemente, ceea ce înseamnă ca elementele din schema echivalentă vor fi conectate în paralel.
3. S-a construit schema echivalentă a **Zin**. Avînd la numitorul fracției **Zin** suma a mai multor termeni, a rezultat că schema echivalentă va avea 8 elemente conectate paralel între ele (5 capacități și 3 rezistențe negative dependente de frecvență).
4. S-a construit în prima aproximare graficul funcției **Zin=f( $\omega$ )**. Presupunînd că  $p \rightarrow 0$ , s-a obținut că **Zin**  $\rightarrow \infty$ , în al 2-lea caz presupunînd că  $p \rightarrow \infty$ , s-a obținut că **Zin**  $\rightarrow 0$ . Graficul obținut reprezintă o porțiune de hiperbolă în cadranul I al axelor de coordonate.
5. A fost formată matricea **Y** a CE ce conține și elementul **Y0**. În rezultat s-a obținut o matrice de gradul V, fiindcă CE conținea în total 5 noduri.
6. Din funcția de transfer s-a determinat formula de calcul a CAF. Făcînd substituția  $p=j\omega$ , din funcția de transfer s-au găsit părțile reale și imaginare **ReA**, **ImA**, **ReB**, **ImB**. Apoi s-au înlocuit aceste funcții în formula de calcul a **CAF**.
7. S-a construit în prima aproximație graficul **CAF**. Inițial s-a presupus că  $\omega \rightarrow 0$ , în rezultat s-a obținut că **T(j $\omega$ )**  $\rightarrow \infty$ , mai apoi s-a presupus că  $\omega \rightarrow \infty$  și în rezultat s-a obținut că **T(j $\omega$ )**  $\rightarrow 0$ . S-a obținut graficul unui filtru trece jos.
8. Din funcția de transfer a **CE** s-a găsit formula de calcul a **CFF** a circuitului electronic dat, determinînd **ImT(j $\omega$ )** și **ReT(j $\omega$ )**.

### Bibliografie

1. <http://www.scribub.com/tehnica-mecanica/Analiza-circuitelor-electronic2258202412.php>;
2. <http://www.circuiteelectronice.ro/>;
3. [http://etc.unitbv.ro/~craciun/ElnAn/Curs/C1\\_Intro.pdf](http://etc.unitbv.ro/~craciun/ElnAn/Curs/C1_Intro.pdf);
4. [http://www.etc.upt.ro/wp-content/uploads/2009/12/Discipline\\_fundamentale\\_-\\_partea\\_1.pdf](http://www.etc.upt.ro/wp-content/uploads/2009/12/Discipline_fundamentale_-_partea_1.pdf)