

## ~ CURS 3 ~

II.5. Teoremele generatoarelor echivalenteA. Teorema generatorului echivalent de tensiune (Thévenin)

Orice dipol linear activ admite, în raport cu oricare două borne de acces  $A$  și  $B$ , o schemă echivalentă serie formată dintr-o sursă ideală de tensiune  $U_{AB0}$  egală cu tensiunea la bornele circuitului activ în regim de mers în gol și o rezistență  $R_{AB0}$  a circuitului pasivizat echivalat în raport cu aceleași borne de acces.

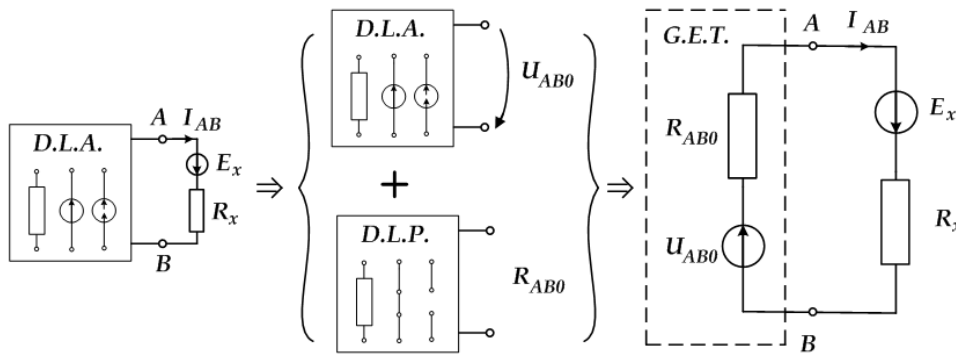


Fig. 2.7. Construirea generatorului echivalent de tensiune (G.E.T.)

Cu ajutorul acestei teoreme se poate determina intensitatea curentului electric prin latura  $AB$  cu formula (2.1).

$$I_{AB} = \frac{U_{AB0} + E_x}{R_{AB0} + R_x} \quad (2.1)$$

B. Teorema generatorului echivalent de curent (Norton)

Orice dipol linear activ admite, în raport cu oricare două borne de acces  $A$  și  $B$ , o schemă echivalentă derivație, formată dintr-o sursă independentă de curent  $I_{ABsc}$  al cărei curent este egal cu intensitatea curentului debitat în regim de scurtcircuit la bornele  $A$  și  $B$  și o conductanță  $G_{AB}$  egală cu conductanța echivalentă a circuitului pasivizat în raport cu bornele de acces.

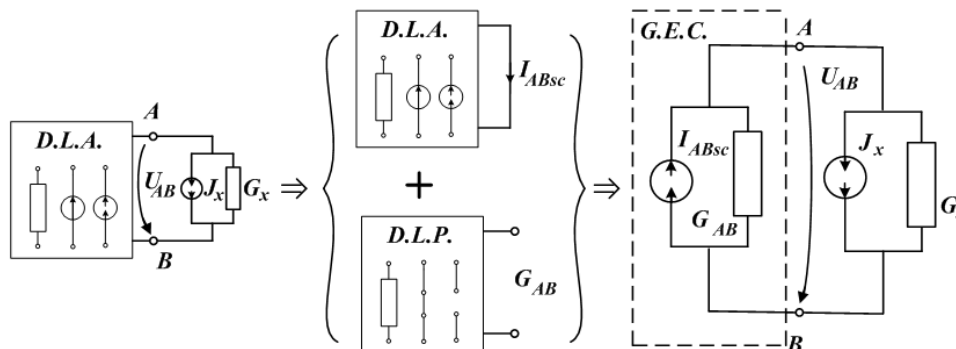


Fig. 2.8. Construirea generatorului echivalent de curent (G.E.C.)

Cu ajutorul acestei teoreme se poate determina tensiunea electrică la bornele laturii  $AB$  cu formula (2.2).

$$U_{AB} = \frac{I_{ABsc} - J_x}{G_{AB} + G_x}, \quad (2.2)$$

unde

$$R_{ABO} = \frac{1}{G_{AB}} = \frac{U_{ABO}}{I_{ABsc}}$$

**Obs:** Pentru circuitele liniare ce conțin și surse comandate, ambele teoreme se aplică pentru determinarea lui  $U_{ABO}$ , respectiv  $I_{ABsc}$ , iar  $R_{ABO}$  se determină din raportul celor două mărimi.

### II.6. Metoda superpoziției (teorema suprapunerii efectelor)

Într-un circuit electric liniar cu  $n$  surse independente, din care  $n_E$  surse de tensiune și  $n_J$  surse de curent, intensitatea curentului electric (tensiunea electrică) prin orice latură este suma algebrică a intensităților curenților (tensiunilor electrice) pe care i-ar (le-ar) stabili în acea latură fiecare dintre surse, dacă s-ar afla singură în circuit, celelalte surse fiind pasivizate.

$$\begin{aligned} I &= \sum_{k=1}^{n_E} \alpha_k \cdot E_k + \sum_{j=1}^{n_J} \beta_j \cdot J_j \\ U &= \sum_{k=1}^{n_E} \gamma_k \cdot E_k + \sum_{j=1}^{n_J} \delta_j \cdot J_j \end{aligned} \quad (2.3)$$

Pasivizarea surselor independente constă în înlocuirea lor cu rezistențele interne: sursa ideală de tensiune are rezistența zero, iar sursa ideală de curent are rezistența infinit.

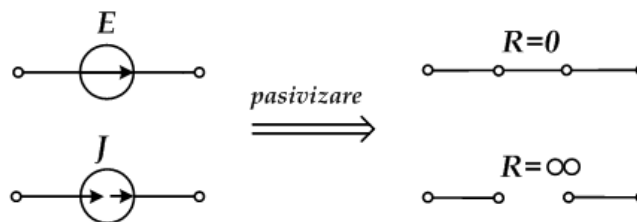


Fig. 2.9. Pasivizarea surselor ideale de energie

### II.7. Teorema transferului maxim de putere

Fie un circuit dipolar activ (fig. 2.10), reprezentat sub forma unui generator echivalent de tensiune. Să se determine condițiile pe care trebuie să le satisfacă rezistorul de sarcină care, conectat între bornele  $A$  și  $B$  să permită transfer maxim de putere la borne.

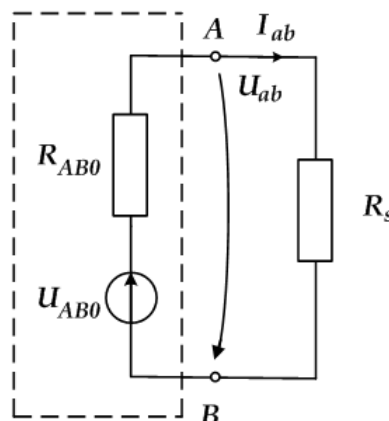


Fig. 2.10. Circuitul echivalent pentru teorema transferului maxim de putere

Puterea debitată de dipol la bornele  $A-B$  este egală cu cea absorbită de rezistor:

$$P_C = U_{ab} \cdot I_{ab} = R_s \cdot I_{ab}^2$$

Reprezentând dipolul cu schema echivalentă serie, se exprimă curentul cu relația:

$$I_{ab} = \frac{U_{ABO}}{R_{ABO} + R_s}$$

Atunci puterea consumată devine:

$$P_C = R_s \frac{U_{ABO}^2}{(R_{ABO} + R_s)^2}$$

Condiția de maxim a puterii rezultă din:

$$\begin{aligned} \frac{\partial P_C}{\partial R_s} = 0 &\Rightarrow \frac{U_{ABO}^2(R_{ABO} + R_s) - 2U_{ABO}^2 R_s(R_{ABO} + R_s)}{(R_{ABO} + R_s)^2} = 0 \Rightarrow \\ &\Rightarrow (R_{ABO} + R_s)^2 - 2R_s(R_{ABO} + R_s) = 0 \Rightarrow \\ &\Rightarrow (R_{ABO} + R_s)(R_{ABO} - R_s) = 0 \Rightarrow \\ &R_{ABO} = R_s \end{aligned}$$

Așadar, transferul maxim de putere se realizează atunci când rezistența de sarcină este egală cu rezistența echivalentă a dipolului linear activ.

În această situație puterea devine:

$$P_{\max} = \frac{U_{ABO}^2}{4R_{ABO}}$$

Puterea debitată de sursă este:

$$P_g = U_{ABO} \cdot I_{ab} = U_{ABO} \cdot \frac{U_{ABO}}{R_{ABO} + R_s} = \frac{U_{ABO}^2}{R_{ABO} + R_s}$$

În figura 2.11 sunt reprezentate variațiile puterii generate și a puterii consumate în raport cu valoarea rezistenței de sarcină.

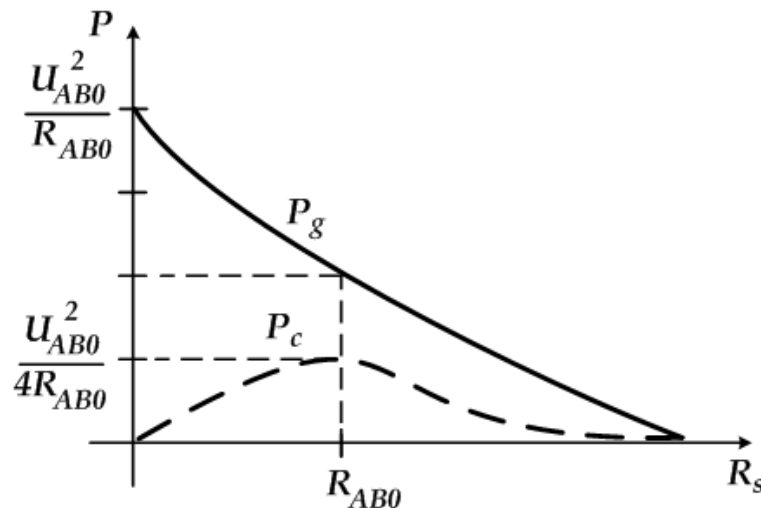
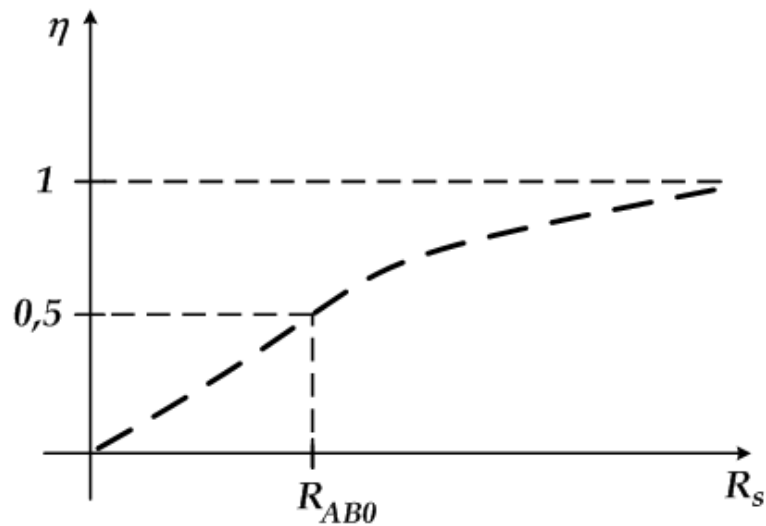


Fig. 2.11. Variațiile puterii consumate și a puterii generate în funcție de valoarea lui  $R_s$

Atunci randamentul transferului de putere este:

$$\eta = \frac{P_C}{P_g} = R_s \cdot \frac{U_{ABO}^2}{(R_{ABO} + R_s)^2} \cdot \frac{R_{ABO} + R_s}{U_{ABO}^2} = \frac{R_s}{R_{ABO} + R_s}$$

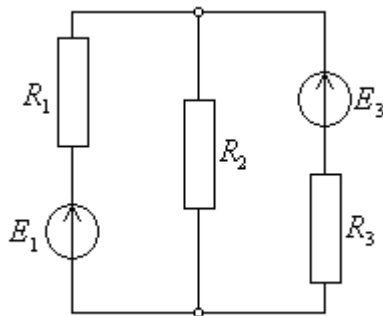
În figura 2.12. este reprezentată variația randamentului în raport cu valoarea rezistenței de sarcină.

Fig. 2.12. Variația randamentului în funcție de valoarea lui  $R_s$ 

Pentru transfer maxim de putere ( $R_s = R_{AB0}$ ):  $\eta = 0,5$ .

### II. 8. Aplicații

1.



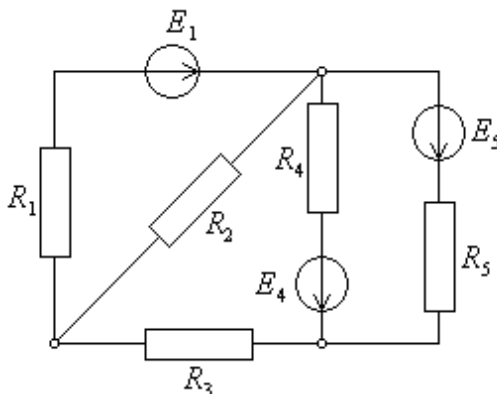
$$R_1 = 4\Omega, E_1 = 10[V]$$

$$R_2 = 2\Omega,$$

$$R_3 = 1\Omega, E_3 = 8[V]$$

R:  $I_1 = 1A, I_2 = 3A, I_3 = 2A, P_c = P_g = 26 W$

2.



$$R_1 = 2\Omega, E_1 = 4[V]$$

$$R_2 = 2\Omega,$$

$$R_3 = 1\Omega,$$

$$R_4 = 2\Omega, E_4 = 10[V]$$

$$R_5 = 4\Omega, E_5 = 14[V]$$

R:  $I_1 = 3A, I_2 = 1A, I_3 = 4A, I_4 = 2A, I_5 = 2A, P_c = P_g = 60 W$