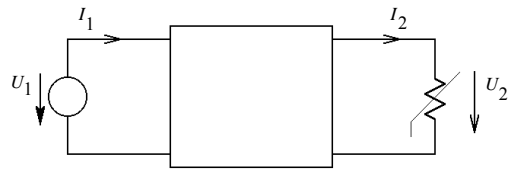


Pasívny dvojbran, napájaný ideálnym zdrojom napätia  $U_1 = 10 \text{ V}$  je zaťažený nelineárnym rezistorom s VA-charakteristikou

$$I(U) = I_0 (U/U_0)^{2.5}.$$

Vieme, že pri napätí  $U = 10 \text{ V}$ , tiekol by nelineárnym rezistorom prúd  $I = 1 \text{ A}$ , a je tiež známa hybridná matica dvojbranu

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5 & 40 \\ 0.1 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U_2 \\ I_2 \end{bmatrix}$$



Odhadnite pracovný bod nelineárneho prvku a a vypočítajte tomuto odhadu odpovedajúci vstupný prúd  $I_1$  dvojbranu.

### RIEŠENIE

Dosadením  $U_1 = 10 \text{ V}$  dostaneme vzťah medzi napätím a prúdom na výstupe dvojbranu:

$$10 = 5U_2 + 40I_2, \text{ resp. } I_2 = (2 - U_2) / 8. \quad (1)$$

Podľa toho je napätie na výstupe dvojbranu pri  $I_2 = 0$ , teda napätie naprázdno:  $U_{20} = 2 \text{ V}$ , a prúd nakrátko (pri  $U_2 = 0$ ) je  $I_{2K} = 0.25 \text{ A}$ .

Z rovnice VA - charakteristiky, po dosadení hodnôt odpovedajúcich známemu bodu závislosti ( $U = 10 \text{ V}$ ,  $I = 1 \text{ A}$ ) dostávame

$$I_2 = (U_2/10)^{2.5}. \quad (2)$$

Pretože musia byť splnené obe rovnice (1) aj (2) - povedané inak, prúd  $I_2$  vypočítaný z (1) aj (2) musí byť rovnaký - bude pomocná funkcia  $F(U_2)$ , vytvorená ako rozdiel výrazov (1) a (2), pri správnej hodnote napätia  $U_2$  nulová. Máme teda

$$F(U_2) = (2 - U_2) / 8 - (U_2/10)^{2.5} \quad (3)$$

Tu si treba uvedomiť, že hľadané napätie  $U_2$  leží v intervale  $0 < U_2 < U_{20} = 2 \text{ V}$  a odpovedajúca hodnota prúdu  $0 < I_2 < I_{2K} = 0.25 \text{ A}$ . Zrejme je:  $F(0) = 1/4 > 0$ , zatiaľčo  $F(U_{20}) = -(2/10)^{2.5} < 0$ .

Niekoľko bodov závislosti  $F(U_2)$  je v tabuľke

$U_2 \text{ (V)}$	$F(U_2) \text{ (A)}$
0	0.25
1	0.121837722
1.5	0.053785787
1.8	0.011253844
1.85	0.004029271
1.9	-0.003235625
2	-0.017888544

Ako vyhovujúci interval - ten, v ktorom nadobúda funkcia  $F(U_2)$  nulovú hodnotu - možno označiť (1.85 V, 1.9 V) a môžeme odhadnúť:  $U_2 \approx (1.85 + 1.9)/2 = 1.875 \text{ V}$ . Odpovedajúci prúd  $I_2$  určíme z ľubovoľnej z rovníc (2) alebo (3). Pretože  $U_2 \approx 1.875 \text{ V}$  sme určili len odhadom, môžeme aj prúd len odhadnúť, napríklad ako strednú hodnotu  $I_2 \approx (0.0152 + 0.0156)/2 = 0.0154 \text{ A}$ , po vyčíslení prúdov z (2) a (3) pri napätí 1.875 V.

Potom určíme vstupný prúd z druhej rovnice podľa maticového vzťahu:  $I_1 = 0.1 U_2 + I_2 = 0.1 \times 1.875 + 0.0154 = 0.2029$

Nakoniec dodajme, že dvojbran na výstupnej strane možno nahradiť aktívnym ekvivalentným dvojpólom s hodnotami  $U_E = U_{20} = 2 \text{ V}$  a  $I_{2K} = 4 \text{ A}$  čo dáva:  $R_E = 8 \Omega$ .

Na vstupnej strane sa dvojbran s nelineárnou záťažou na výstupe bude pri danom napätí  $U_1 = 10 \text{ V}$ , javiť ako pasívny dvojpól, teda ako rezistor s hodnotou  $R_{\text{vstup}} = U_1/I_1 = 10/0.2029 = 49.285 \Omega$ . Samozrejme, nelineárna záťaž znamená aj nelineárny vstupný odpor - a preto pri inom vstupnom napätí bude aj  $R_{\text{vstup}}$  iné.

