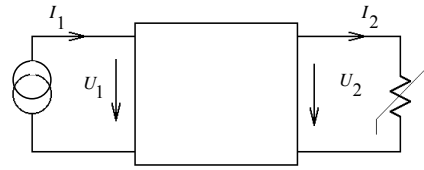


Pasívny dvojbran, napájaný ideálnym zdrojom prúdu  $I_1 = 0.1$  A je zaťažený nelineárnym rezistorom s VA-charakteristikou

$$I(U) = I_0 (U/U_0)^3.$$

Vieme, že pri napätí  $U = 5$  V, tiekol by nelineárnym rezistorom prúd  $I = 1$  A, a sú známe tri prvky hybridnej matice dvojbranu

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6 & 30 \\ 0.2 & ? \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U_2 \\ I_2 \end{bmatrix}$$



Odhadnite pracovný bod nelineárneho prvku a a vypočítajte tomuto odhadu odpovedajúce napätie  $U_1$  na vstupe dvojbranu.

### RIEŠENIE

Chýbajúci prvok hybridnej matice  $\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$  vypočítame z podmienky  $ad - cb = 1$ , teda kompletná matice je  $\begin{bmatrix} 6 & 30 \\ 0.2 & 7/6 \end{bmatrix}$

Dosadením  $I_1 = 0.1$  A, dostaneme vzťah medzi napätím a prúdom na výstupe dvojbranu:

$$0.1 = 0.2U_2 + (7/6) I_2, \text{ resp. } I_2 = 3(1 - 2U_2)/35. \quad (1)$$

Podľa toho, je napätie na výstupe dvojbranu pri  $I_2 = 0$ , teda napätie naprázdno:  $U_{20} = 0.5$  V, a prúd nakrátko (pri  $U_2 = 0$ ) je  $I_{2K} = 3/35$  A. Z VA - charakteristiky, po dosadení hodnôt odpovedajúcich známemu bodu závislosti ( $U = 5$  V,  $I = 1$  A) dostávame

$$I_2 = (U_2/5)^3. \quad (2)$$

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

$$F(U_2) = 3(1 - 2U_2)/35 - (U_2/5)^3 \quad (3)$$

Tu si treba uvedomiť, že hľadané napätie  $U_2$  leží v intervale  $0 < U_2 < U_{20} = 0.5$  V a odpovedajúca hodnota prúdu  $0 < I_2 < I_{2K} = 3/35$  A. Zrejme je:  $F(0) = 3/35 > 0$ , zatiaľčo  $F(U_{20}) = -(0.5/5)^3 < 0$ .

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

$U_2$ (V)	$F(U_2)$ (A)
0	0.085714286
0.3	0.034069714
0.4	0.016630857
0.45	0.007842429
0.490	0.000773094
0.495	-0.000113156
0.5	-0.001

Ako vyhovujúci interval - ten, v ktorom nadobúda funkcia  $F(U_2)$  nulovú hodnotu - možno označiť (0.490 V, 0.495 V) a môžeme odhadnúť:  $U_2 \approx (0.490 + 0.495)/2 = 0.4925$  V. Odpovedajúci prúd  $I_2$  určíme z ľubovoľnej z rovníc (2) alebo (3). Pretože  $U_2 \approx 0.4925$  V sme určili len odhadom, môžeme aj prúd len odhadnúť, napríklad ako strednú hodnotu  $I_2 \approx (0.000955 + 0.001285)/2 = 0.00112$  A, po vyčíslení prúdov z (2) a (3) a to pri napätí 0.4925 V.

Potom určíme vstupné napätie z prvej rovnice podľa maticového vzťahu:  $U_1 = 6U_2 + 30I_2 = 6 \times 0.4925 + 30 \times 0.00112 = 2.9886$  V.

Nakoniec dodajme, že dvojbran na výstupnej strane možno nahradiť aktívnym ekvivalentným dvojpólom s hodnotami  $U_E = U_{20} = 0.5$  V a  $I_{2K} = 3/35$  A čo dáva:  $R_E = 35/6 \Omega$ .

Na vstupnej strane sa dvojbran s nelineárnou záťažou na výstupe bude pri danom prúde  $I_1 = 0.1$  A, javiť ako pasívny dvojpól, teda ako rezistor s hodnotou  $R_{vstup} = U_1/I_1 = 2.9886/0.1 = 29.886 \Omega$ . Samozrejme, nelineárna záťaž znamená aj nelineárny vstupný odpor - a preto pri inom vstupnom prúde bude aj  $R_{vstup}$  iné.

