

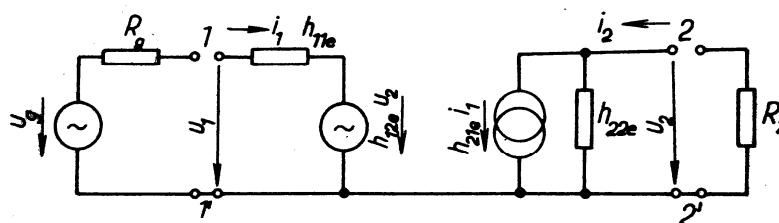
## Tranzistor jako lineární čtyřpól – $h$ parametry

Vlastnosti tranzistoru, jehož pracovní bod se pohybuje v blízkém okolí klidového bodu, lze vyznačit náhradním schématem odvozeným z linearizovaného tvaru čtyřpólových rovnic. Zapojení tranzistoru se označuje malým písmenem připojeným k indexu diferenciálních parametrů. Obvodové veličiny se značí čísly, která odpovídají vstupní nebo výstupní straně obvodu. Pracuje-li tranzistor v kmitočtovém rozsahu, pro který lze jeho vlastnosti vyjádřit odporovým čtyřpólem, používá se čtyřpólových zapojení s parametry  $h$ . V zapojení se SE se zapisují ve tvaru

$$\begin{aligned} u_1 &= h_{11e} i_1 + h_{12e} u_2 \\ i_2 &= h_{21e} i_1 + h_{22e} u_2 \end{aligned}$$

Význam parametrů:  $h_{11}$  – vstupní impedance nakrátko [ $k\Omega$ ]  
 $h_{12}$  – zpětný napěťový činitel naprázdno  
 $h_{21}$  – proudový zesilovací činitel nakrátko  
 $h_{22}$  – výstupní admitance naprázdno [ $\mu S$ ].

Náhradní obvod tranzistoru v zapojení SE, vyjádřený pomocí čtyřpólových rovnic s parametry  $h$  je na obrázku 1. Vstupní obvod je vytvořen závislým zdrojem napětí  $h_{12e}u_2$  a sériovou impedancí  $h_{11e}$ .



Obrázek 1

Vstupní obvod je vytvořen závislým zdrojem napětí  $h_{12e}u_2$  a sériovou impedancí  $h_{11e}$ . Výstupní obvod je sestaven ze závislého proudového zdroje  $h_{21e}i_1$  a paralelní admitance  $h_{22e}$ . Zapojení SB a SC se v náhradním schématu liší pouze velikostí diferenciálních parametrů. Převod mezi parametry je možné sehnat v literatuře (např. v Kursu radiotechniky – 1975). Vlastnosti tranzistoru jako části elektrického zařízení lze posoudit pomocí jeho přenosových vlastností. V náhradním schématu tranzistoru na obrázku 1 je připojen ke vstupním svorkám zdroj střídavého napětí  $u_g$  s vnitřním odporem  $R_g$  a k výstupním svorkám zatěžovací odpor  $R_z$ . Vzhledem k polaritě napětí a směru proudů platí vztahy:

$$u_1 = u_g - R_g i_1 \quad u_2 = -R_z i_2.$$

Z náhradního schématu tranzistoru a odpovídajících čtyřpólových rovnic se odvodí vstupní odpor  $R_1$ :

$$\begin{aligned} u_1 &= h_{11} i_1 + h_{12} u_2 = h_{11} i_1 - h_{12} R_z i_2 \\ i_2 &= h_{21} i_1 + h_{22} u_2 = h_{21} i_1 - h_{22} R_z i_2 \end{aligned}$$

Z druhé rovnice se vypočítá proud  $i_2$  a dosadí do první rovnice

$$i_2 = \frac{h_{21}}{1 + h_{22} R_z} * i_1.$$

Po dosazení vychází

$$u_1 = h_{11}i_1 - h_{12}R_z * \frac{h_{21}}{1+h_{22}R_z} * i_1$$

$$u_1 = i_1 * \frac{h_{11} + (h_{11}h_{22} - h_{12}h_{21})R_z}{1+h_{22}R_z}$$

Výraz se zjednodušuje dosazením tzv. **determinantu soustavy**

$$D_h = h_{11}h_{22} - h_{12}h_{21}$$

$$u_1 = i_1 \frac{h_{11} + DhR_z}{1+h_{22}R_z}$$

Vstupní odpor  $R_1 = \frac{u_1}{i_1} = \frac{h_{11} + DhR_z}{1+h_{22}R_z}$

Obdobným postupem se vypočítá výstupní odpor  $R_2 = \frac{u_2}{i_2} = \frac{h_{11} + R_g}{Dh + h_{22}R_g}$

Proudový a napěťový zesilovací činitel

$$A_i = \frac{i_2}{i_1} = \frac{h_{21}}{1+h_{22}R_z} \quad \text{a} \quad A_u = \frac{u_2}{u_1} = \frac{-h_{21}R_z}{h_{11} + DhR_z}$$

Výkonové zesílení je dáno součinem činitelů zesílení  $A_u$  a  $A_i$ :

$$A_p = A_u * A_i = \frac{u_2 i_2}{u_1 i_1} = \frac{(h_{21})^2 R_z}{(1+h_{22}R_z) * (h_{11} + DhR_z)}$$

Jsou-li vstupní a výstupní odpory přizpůsobeny, tj. platí-li

$$R_g = R_1 = \sqrt{\left(\frac{h_{11}}{h_{22}} Dh\right)} \quad \text{a} \quad R_z = R_2 = \sqrt{\left(\frac{h_{11}}{h_{22}} \frac{1}{Dh}\right)}$$

Dosahuje zesílení výkonu maximální velikosti a vypočítá se ze vztahu

$$A_{p \max} = \left( \frac{h_{21}}{\sqrt{(Dh) + (h_{11}h_{22})}} \right)^2$$

Různým způsobům zapojení tranzistoru odpovídají různé velikosti přenosových veličin, a to v závislosti na velikosti použitých diferenciálních parametrů  $h_e$ ,  $h_b$ ,  $h_c$ .

Zdroj: **Kurz radiotechniky - Jaroslav Dvořáček a spol., SNTL 1975**