

Kétkapu modellezése nullátor és norátor felhasználásával

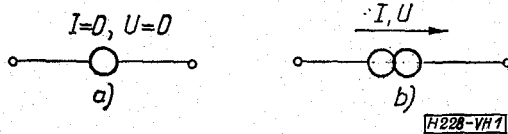
ETO 621.372.22.001.24

Az utóbbi években számos munka [1, 2, 3] foglalkozik vezérelt generátorokat tartalmazó és más extrém paraméterű kétkapunak nullátor és norátor felhasználásával történő modellezésével. Az ilyen modellek lehetővé teszik a hálózatok topológiai módszerekkel való számítását és számítógépes programozás útján a megoldást.

A következőkben olyan eljárást közlünk, amellyel tetszőleges paraméterű lineáris kétkapu modellje megadható.

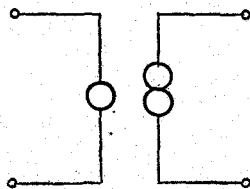
A nullátor és a norátor fogalma

A nullátor olyan kétpólus, amelynek árama és feszültsége zérus. Jelölését az 1a ábrán tüntettük fel. A norátor árama és feszültsége szempontjából semmiféle megkötést nem jelent. Jelölése az 1b ábrán látható.



1. ábra

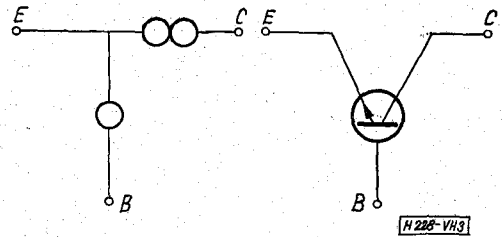
Egy hálózatanalízis feladat egyértelműen megoldható, ha a hálózatot alkotó kétpólusok árama és feszültsége között egy összefüggés adható meg. A nullátor viszont két megkötést jelent. Így nullátornak egy reális kapcsolásba történő beiktatása az analízis feladatot túlhatározottá teszi. A felírható független Kirchhoff-egyenletek száma ugyanis eggyel nő, míg a feszültségekre és az áramokra vonatkozó összefüggések száma kettővel. Egy norátornak a kapcsolásba történő beiktatása a felírható független Kirchhoff-egyenletek számát eggyel növeli, a feszültségekre és áramokra vonatkozó megkötések száma pedig nem változik. Vagyis egy norátor beiktatása a feladatot határozatlanná teszi. Amennyiben a beiktatott nullátorok és norátorok száma egyenlő, a hálózat-számítási feladat megoldható.



2. ábra

Nullátor és norátor összekapcsolásával nullort kapunk. A nullor olyan kétkapu, amelynek primer oldala nullátorhoz, szekunder oldala norátorhoz kap-

csolódik (2. ábra). A nullor az ideális tranzisztor modelljének tekinthető. Így a nullor közelítően tranzisztorral realizálható (3. ábra).



3. ábra

A kétkaput jellemző egyenlet	Helyettesítő kapcsolás
$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & z_{11} \\ z_{21} & 0 \\ 0 & y_{12} \\ y_{21} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ U_1 \\ U_2 \end{bmatrix}$	
$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -z_{11} \\ z_{21} & 0 \\ 0 & y_{12} \\ -y_{21} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ U_1 \\ U_2 \end{bmatrix}$	
$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & z_{12} \\ -z_{21} & 0 \\ 0 & -y_{12} \\ y_{21} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ U_1 \\ U_2 \end{bmatrix}$	
$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -z_{12} \\ -z_{21} & 0 \\ 0 & -y_{12} \\ -y_{21} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ U_1 \\ U_2 \end{bmatrix}$	

5. ábra

vezérelés	Jellemző egyenlet	Helyettesítő kapcsolások	
Feszültségvezérelt áramforrás	$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ \frac{1}{Z} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix}$		
Feszültségvezérelt feszültségforrás	$\begin{bmatrix} I_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1+\alpha & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$		
Áramvezérelt áramforrás	$\begin{bmatrix} U_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ \mu & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ U_2 \end{bmatrix}$		
Áramvezérelt feszültségforrás	$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ Z & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$		

H 228 - VH 4

4. ábra

6. ábra

Extrém paraméterű kétkapuk nullátort és norátort tartalmazó helyettesítő kapcsolásai

Ismeretesek az ideális vezérelt generátorok nullátort és norátort tartalmazó modelljei [1, 2]. Minden típusra megtalálható olyan helyettesítő kapcsolás, amelyben a nidiátor—norátor pár nullort alkot, tehát tranzisztoral realizálható. A továbbiakban ezeket a kapcsolásokat fogjuk felhasználni. A 4. ábrán valamennyi típusra a szekunder oldali feszültség, ill. áram két, ellentétes vonatkozási irányú esetére adtunk modellt. (A modellezett hálózat számítása természetesen negatív valós részü impedanciákkal is elvégezhető.) A kapcsolási rajzok alapján könnyen meggyőződhetünk arról, hogy a feltüntetett összefüggések teljesülnek.

Az ideális vezérelt generátorok alapján olyan kétkapuk modellje is megadható, amelyek paramétermátrixában a főátló két eleme zérus (5. és 6. ábra). A helyettesítő kapcsolások mindegyike két olyan hálózatrészre bontható, amelyek a kapukhoz nullátorttal vagy norátorttal csatlakoznak. Ha egy ilyen hálózatrész mindkét kapuhoz nullátorttal kapcsolódik, akkor ez a bemeneti és a kimeneti feszültség között biztosítja az előírt kapcsolatot. Ha mindkét oldalon norátorttal csatlakozik a kapukhoz, akkor a két kapu árama között előírt összefüggés biztosítására szolgál. Ha az egyik kapuhoz nullátorttal, a másikhoz

A kétkapuk jellemző egyenlet

Helyettesítő kapcsolás

$\begin{bmatrix} U_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & h_{12} \\ h_{21} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ U_2 \end{bmatrix}$	
$\begin{bmatrix} U_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -h_{12} \\ h_{21} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ U_2 \end{bmatrix}$	
$\begin{bmatrix} U_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & h_{12} \\ -h_{21} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ U_2 \end{bmatrix}$	
$\begin{bmatrix} U_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -h_{12} \\ -h_{21} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ U_2 \end{bmatrix}$	

norátorral kapcsolódik, akkor az egyik kapun fellépő feszültség és a másik kapu árama közötti előírt kapcsolatot hozza létre. A kapcsolásokat a vezérelt generátorok modelljei alapján vázoltuk. Az 5. ábrán ennek alapján olyan kétkapuk nullátor és norátor alkalmazásával készült helyettesítő kapcsolását adjuk, amelyek impedancia-, admittancia-, lánc- és inverz láncparaméterei közül a főátlóban levők értéke nulla. Sorra vesszük azokat az eseteket, amelyben a zérustól különböző paraméterek mindegyike nem negatív, egyik vagy másik, ill. mindkettő negatív valós részű.

Az 5. ábrán feltüntetett kapcsolásokban az impedanciák az alábbi módon fejezhető ki a kétkapuk paraméterekkel:

impedancia-paraméterekkel: $Z_1 = z_{12}; \quad Z_2 = z_{21};$

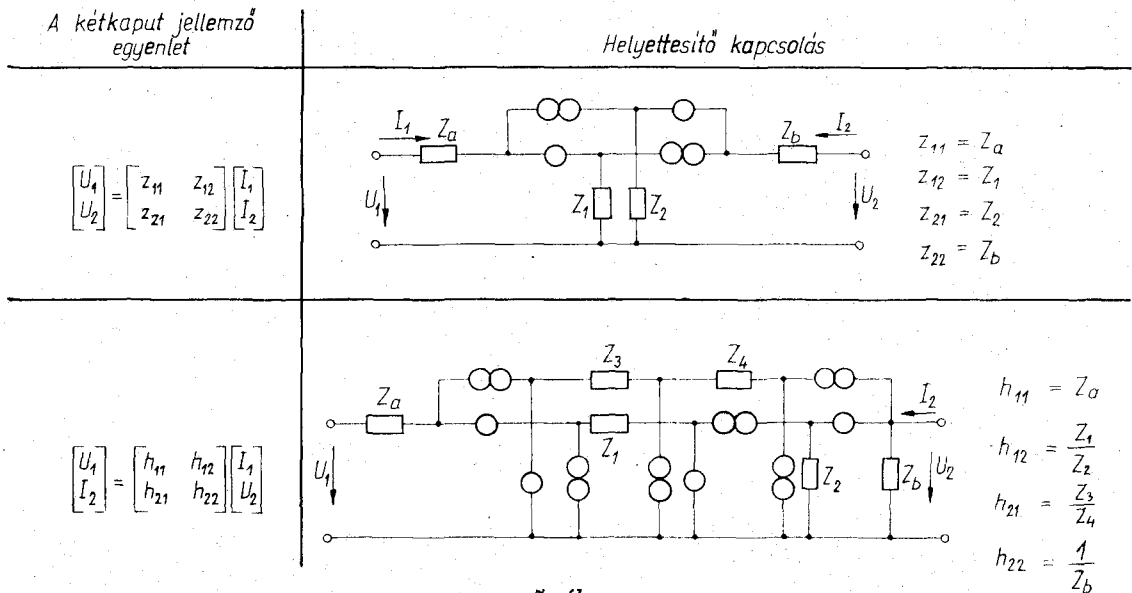
admittancia-paraméterekkel: $Z_1 = \frac{1}{y_{21}}; \quad Z_2 = \frac{1}{y_{12}};$

láncparaméterekkel: $Z_1 = a_{12}; \quad Z_2 = \frac{1}{a_{21}};$

inverz láncparaméterekkel: $Z_1 = \frac{1}{b_{21}}; \quad Z_2 = b_{12}.$

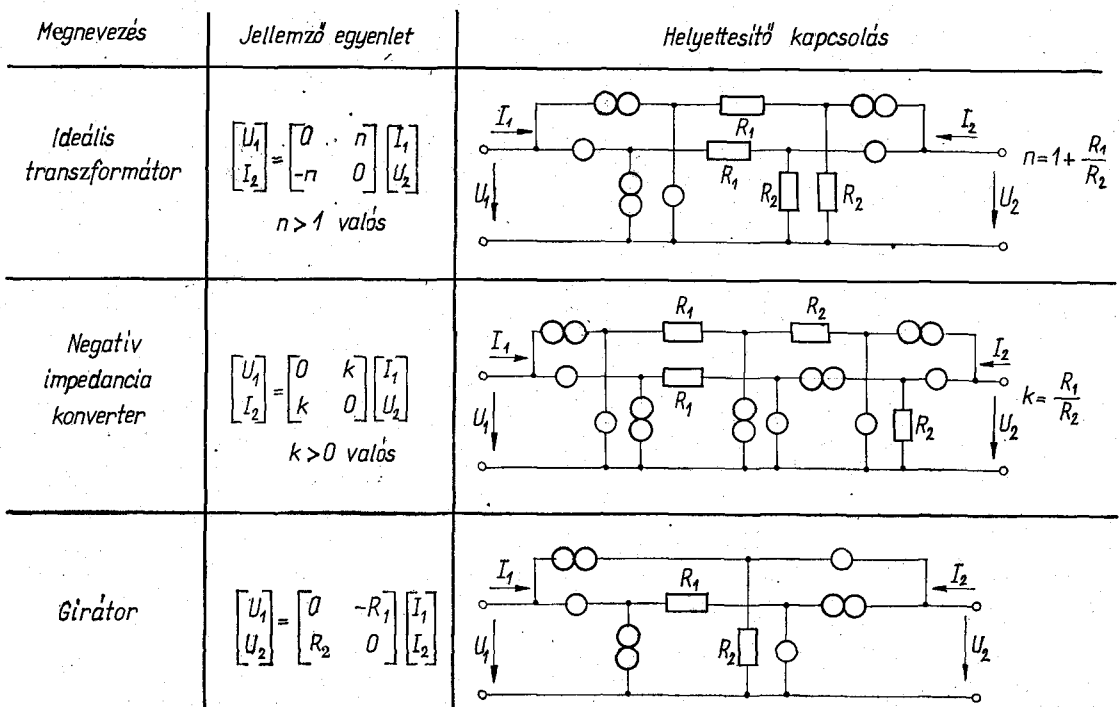
Hasonlóképpen adja meg a 6. ábra a hibrid paramétereivel jellemzett kétkapuk néhány modelljét. A kapcsolásokban $h_{12} = Z_1/Z_2$ és $h_{21} = Z_3/Z_4$.

Az 5. és 6. ábrán vázolt modelleken kívül számos más, ezekkel egyenértékű nullátort és norátort tartalmazó kapcsolás is megadható.



7. ábra

[H228-VH7]



8. ábra

[H228-VH8]

Kétkapuk modelljei

Az 5. és 6. ábrán látható (vagy más, ezekkel egyenértékű) modell felhasználásával könnyen megadható az impedancia-, admittancia- vagy hibrid paramétereivel jellemzett kétkapú helyettesítő kapcsolása. Ugyanis a főatlóban szereplő nem negatív valós részü elemeknek megfelelően a primer és a szekunder oldalon egy sorosan vagy párhuzamosan kapcsolt immittancia berajzolásával az előírt paraméterekkel jellemzett modellt kapjuk. Példaként a nem negatív valós részü impedancia-, ill. hibrid paramétereivel jellemzett kétkapú helyettesítő kapcsolását a 7. ábrán tüntettük fel.

Az előbbieket alapján a 8. ábrán megadtuk az ideális transzformátor, a negatív impedancia konverter és a girátor modelljét. Megjegyezzük, hogy a girátor helyettesítő kapcsolása a [3] cikkben is megtalálható.

I R O D A L O M

- [1] *Davies, A. C.*: Nullator—norator equivalent networks for controlled sources. Proc. of IEEE, 1957. p. 722—723
- [2] *Mitra, S. K.*: Analysis and synthesis of linear active networks. Wiley, New York, 1969.
- [3] *Galani, Z.—Szentirmai, G.*: DC operation of three—transistor gyrators. IEEE Trans. on Circuit Theory, 1971. p. 738—739