

Ellenállásokból és egyenáramú feszültségforrásokból álló hálózatokra néhány egészen általános törvényszerűséget vezethetünk le.

Megszámozva a hálózat ágait, az i -edik ellenállását R_i -vel, az esetleges telep elektromotoros erejét E_i -vel az áramot I_i -vel jelöljük. E jelölésekkel a Kirchhoff-törvények:

$$(1) \quad \Sigma I_i = 0$$

$$(2) \quad \Sigma R_i I_i = \Sigma E_i.$$

(1)-ben az összegezést egy csomópontra, (2)-ben egy zárt hurokra kell elvégeznünk.

Állítsuk be a hálózat egy állapotát a telepei feszültségeinek megválasztásával egy $E_i = E'_i$ értékre, majd egy másik állapotot egy $E_i = E''_i$ értékre ($i = 1, 2, \dots$). A megfelelő áramok a Kirchhoff-egyenleteket kielégítik:

$$\Sigma I'_i = 0 \quad \Sigma R_i I'_i = \Sigma E'_i,$$

$$\Sigma I''_i = 0 \quad \Sigma R_i I''_i = \Sigma E''_i.$$

Adjuk össze az egyenleteket:

$$\Sigma (I'_i + I''_i) = 0 \quad \Sigma R_i (I'_i + I''_i) = \Sigma (E'_i + E''_i),$$

tehát az $E'_i + E''_i = 0$, állapot beállításakor az $I'_i + I''_i$ áramok jönnek létre.

Így jutunk el a *szuperpozíció* elvéhez: *Két tetszőleges állapotot jellemző megfelelő feszültségek és áramok összege is egy lehetséges állapot.*

Általában *lineárisnak* nevezünk minden olyan, hálózatot, amely a szuperpozíció elvét kielégíti, így az eddigiekben tulajdonképpen azt bizonyítottuk be, hogy az ellenállásokból és egyenfeszültségforrásokból álló hálózat lineáris. A továbbiakban csak ilyen speciális hálózatokkal fogunk foglalkozni, de állításaink tetszőleges lineáris hálózatra érvényesek maradnak, csak az „ellenállás” és „egyenfeszültségforrás” fogalmakat általánosítani kell. Ezt azonban megfelelő matematikai apparátus hiányában pillanatnyilag nem tehetjük.

Az olyan elektromos hálózatot, amelynek a külvilággal csak két vezetékdarabon keresztül van összeköttetése, *kétpólusnak* nevezzük (1. ábra).



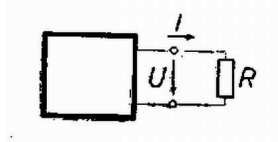
1. ábra

A kétpólus lineáris, ha benne lineáris hálózat van. Bebonyítjuk, hogy a lineáris kétpólus két adattal egyértelműen jellemezhető, mint pl. a telep az elektromotoros erejével és a belső ellenállásával. Definiáljuk e két fogalmat:

1. A kétpólus *üresjárási feszültsége* (U_b) az a feszültség, amely a pólusok között fellép, ha azok szabadon vannak, tehát, ha a kétpólus árama zérus.

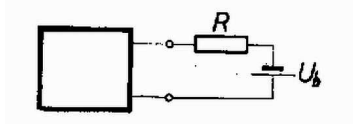
2. A kétpólus *belső ellenállása* (R_b) a kétpólus eredő ellenállása, ha a kétpólusban levő összes telep elektromotoros erejét 0-nak választjuk.

Tegyük a kétpólus sarkaira egy R ellenállást, amelyen ekkor U feszültség esik, I áram folyik (2. ábra).



2. ábra

Ha most az ellenállással sorbakapcsolunk egy U_b elektromotoros erejű, megfelelő polaritású telepet, amelynek belső ellenállása zérus, akkor az R ellenállás az 1. definíció miatt tulajdonképpen egyenlő feszültségű pontokat köt össze, így áram nem folyik (3. ábra).



3. ábra

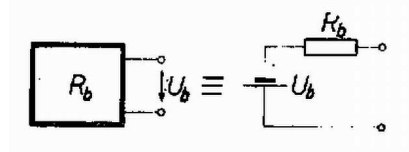
Ezt a 0 áramot a szuperpozíció elve alapján a következőképpen is értelmezhetjük: Ha a kétpólus telepeit 0 feszültségűre választjuk, a 2. definíció miatt a kétpólusba ekkor $\frac{U_b}{R + R_b}$ áram folyik be. Ha a külső telepet tekintjük 0 feszültségűnek, a kétpólust nem, akkor a 2. ábra szerint a kétpólusból I áram folyik ki. A 3. ábra szerint a ki- és befolyó áramoknak együttesen 0-t kell adniuk, tehát $I = \frac{U_b}{R + R_b}$, amit átírhatunk az

$$(3) \quad U = U_b - IR_b$$

alakba, ahol $U = IR$, a kétpólus kapocsfeszültsége.

(3)-ból következik *Thévenin* tétele:

Bármely lineáris kétpólus helyettesíthető egy, az üresjárási feszültségét előállító ideális feszültségforrással és egy ezzel sorbakapcsolt ellenállással, mely a kétpólus belső ellenállásával egyezik meg (4. ábra).



4. ábra

Az ideális feszültségforrás analógiájára bevezetjük az ideális áramforrás fogalmát. Az *ideális feszültségforrás* sarkai között az átfolyó áramtól függetlenül állandó feszültség (a „forrásfeszültség”) van, így az *ideális áramforrás* a sarkok között fellépő feszültségtől függetlenül állandó áram folyik keresztül, (a „forrásáram”). Jelölését l. az 5. ábrán.

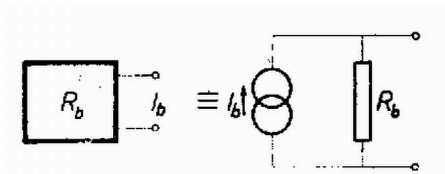
(3)-ból az áramot kifejezve

$$(4) \quad I = I_b - U/R_b,$$

ahol az $I_b = U_b/R_b$ jelölést vezettük be, amelyet a kétpólus *rövidzárási áramának* nevezünk, mivel az $U = 0$ esetben lép fel.

(4) alapján nyilvánvaló *Norton* tétele:

Bármely kétpólus helyettesíthető egy, a rövidzárási áramát előállító ideális áramforrással, amellyel párhuzamosan kapcsoljuk a kétpólus belső ellenállását (5. ábra).



5. ábra

Az ismertett tételek nagyon jól használhatók a hálózatszámításban. Tudat alatt is használjuk Thévenin tételét, pl. akkor, amikor telepek sorbakapcsolásakor azt állítjuk, hogy létezik egy eredő, melynek elektromotoros erejét és belső ellenállását egyszerű összegezéssel számíthatjuk. Párhuzamos kapcsolásnál a Norton-tételt kell használnunk, mert ilyenkor az ellenállások reciprocai és a rövidzárási áramok adódnak össze.

Az eredmények alkalmazhatóságát jól mutatják a 139. feladat megoldásai.