**11.4. Kirchhoff törvényei, Ohm törvénye teljes áramkörre**

**I., vagy csomóponti törvény:**

Tekintsünk egy csomópontot, ahova I1, I2, I3, I4, … áramok folynak (11.4.1. ábra) be (vagy ki). Akkor kimondhatjuk: **egy csomópontba a befolyó és kifolyó áramerősségek algebrai összege zérus.**

I1

I2

I3

I4



(11.4.1)

11.4.1. ábra Kirchhoff I. törvénye

Ez a törvény a töltésmegmaradást fejezi ki, a csomópontban töltés nem halmozódik fel, ami befolyik az ki is folyik.

**II., vagy huroktörvény:**

Vegyünk egy zárt áramkört, vagy hurkot (11.4.2. ábra), s megállapíthatjuk: **zárt áramkörben a feszültségesések és telepfeszültségek algebrai összege zérus.**

Ez a törvény abból származik, hogy az elektrosztatikus mezőben zárt görbén végzett munka zérus.

I3

U3

R4

U4

I4

R3

U1

I1

R1

R2

U2

I2

11.4.2. ábra Egy zárt áramkör (hurok) és a huroktörvény

A törvény matematikai alakja:

. (11.4.2)

**Az egyenáram munkája és teljesítménye**

A potenciál és feszültség definíciójából következik, hogy ha egy Q töltést a mező végigvisz kér U potenciálkülönbségű pont között, akkor azon W=QU munkát végez. Ha mind a feszültség, mid az áram időben állandó, akkor a töltés Q=It alakban, a munka pedig

 (11.4.3)

formában is felírható. Tudjuk, hogy a teljesítmény az időegység alatt végzett munka, azaz az egyenletből

,

vagy az Ohm törvény felhasználásával:

. (11.4.4)

A villamos áram munkát tud végezni, azaz energiát szállít, az energiaszállítás azonban nem a vezetőben, hanem a vezető körüli elektromágneses mezőben történik.

Változó feszültség és áram esetében a munka:

. (11.4.5)

**Ohm törvénye teljes áramkörre**

Tekintsünk két töltött testet, amelyeken az elektromos töltés nagysága nem egyezik meg. Kössük össze őket egy vezetővel. Töltésáramás indul meg közöttük (elektromos áram folyik), ami addig tart, amíg a töltések ki nem egyenlítődnek.

Ha folyamatos áramot szeretnénk fenntartani, úgy a már átáramlott töltéseket vissza kell vinni a kiindulási pontra. Ezt csak munkavégzés árán tudjuk biztosítani.

Ezt a munkát például mechanikai energiával meghajtott generátorral, molekuláris energiát felhasználó kémiai reakcióval, napenergia segítségével, stb. tudjuk elvégezni.

A termodinamika második főtétele azt mondja ki, hogy nem lehet 100 % hatásfokkal munkát végezni.

Ha a töltéseket (töltéshordozókat) visszajuttató egységet ( a továbbiakban feszültségforrás), a folyamat veszteségeit (amit célszerűen egy soros ellenállásban foglalunk össze) és magát a vezetőt (ami egy ellenállás, itt külső ellenállás néven szerepel) egy ábrában szeretnénk ábrázolni, akkor az alábbi (11.4.3. ábra) kapcsolást kapjuk:

I

I

I

Uk

+

-

feszültség forrás

Rbelső

Rkülső

U0

terhelés

11.4.3. ábra Feszültségforrást, belső ellenállást és külső ellenállást tartalmazó zárt áramkör

Az ábrán a szokásoknak megfelelően az áramot tele nyíllal, a feszültséget üres nyíllal ábrázoltuk. A feszültségforrás egy ideális (veszteség nélküli) eszköz, a veszteségeket a belső ellenállás tartalmazza. Vegyük észre, hogy az áram nyilak folytonosak, a feszültségforráson kívül az áram a pozitív pólustól folyik a negatív felé, de a feszültségforrásban pontosan fordítva. A feszültségforrás és a fogyasztó (külső ellenállás) feszültségnyila ütközik egymással.

Az U0 az ideálisnak gondolt feszültségforrás feszültsége az ún. belső feszültség, vagy elektromotoros erő.

Kirchhoff II. törvénye alapján írhatjuk:

,

és ebből:

. (11.4.6)

Ez az egyenlet az **Ohm törvénye teljes áramkörre**. Szavakban: **egy feszültség forrást, belső és külső ellenállást tartalmazó zárt áramkörben folyó ára erőssége a belső feszültség és a belső és külső ellenállások összegének a hányadosa.**

A kapocsfeszültség (ami a két kis körrel jelölt kapcsokon mérhető):

. (11.4.7)

Ha a kapcsokra nem kapcsolunk ellenállást, akkor azt mondjuk, hogy üresjárásról van szó. Ekkor a kapcsokon megjelenő feszültség megegyezik U0-al, mert nem folyik áram, és igy a belső ellenálláson eső feszültség zérus. Az üresjárási feszültséget szokás Uü-vel is jelölni.

Ha a külső ellenállás zérus, akkor azt mondjuk, hogy rövidrezártuk a feszültségforrást. Ezt az általában nem viseli el, legalábbis nem hosszú ideig. A rövidzárási áram:

.

A feszültségforrás által a külső ellenállásnak szolgáltatott teljesítmény:

.

Szélsőérték számítással kimutatható, hogy a maximális teljesítmény akkor vehető ki a feszültségforrásból, ha Rk=Rb. Ha ez az eset áll fenn, akkor illesztésről beszélünk.

A belső feszültséget generáló ideálisnak vélt folyamatok teljesítménye (ez a befektetett teljesítmény):

.

A teljes energiatermelés hatásfoka tehát:

.

Behelyettesítve adódik, hogy illesztésnél a hatásfok 50%.

A fentiekben sokszor használtuk a feszültségforrás szót általános jelentésben. Az elektronikában feszültségforrásnak nevezzük azokat a villamos energiaforrásokat, amelyek kapocsfeszültsége a terhelő ellenállástól (Rk) független, vagy közel az. Más szóval belső ellenállása a terhelő ellenálláshoz képest elhanyagolható. Áramforrásnak pedig azokat, amelyek áramerőssége közel független a terhelő ellenállástól. Áramforrásoknál a belső ellenállás párhuzamos a terheléssel.