

6.A Egyenáramú hálózatok alaptörvényei – Méréshatár kiterjesztés

Ismertesse az áram- és feszültségmérő méréshatár kiterjesztésére szolgáló áramköri megoldásokat!

Értelmezze az alaplmszer jellemzőit!

Határozza meg az előtét- és a söntellenállás kiszámítására vonatkozó összefüggéseket!

Mutassa be a méréshatár kiterjesztés gyakorlati vonatkozásait!

Az alaplmszer

Egy mérőműszer segítségével mindig a lehető legszélesebb tartományban szeretnénk feszültséget, illetve áramerősséget mérni. Ehhez nem elegendő egyetlen méréshatárral rendelkeznie, mert az a következő problémákat okozza:

- Nagy méréshatárú műszert alkalmazva a kis értékek leolvasása pontatlan és nehéz.
- Kis méréshatárú műszert alkalmazva a nagy értékű feszültség, illetve áram a műszer tönkremenetelét is okozhatja.

A műszer méréshatárának nevezzük a mérendő mennyiségnek azt az értékét, amely a műszer mutatóját az utolsó skálaosztásig téríti ki. Digitális műszereknél a méréshatár a mérendő mennyiség legnagyobb kijelmezhető mérőszámát mutatja meg.

Ezért szükség van a méréshatárok megváltoztatásának lehetőségére. A méréshatár kiterjesztésének vagy bővítésének nevezzük egy műszer méréshatárának megváltoztatását, mert így az új méréshatárhoz mindig nagyobb mérték tartozik.

Alaplmszernek nevezzük azt a műszert, amelynek a méréshatárát kiterjesztjük. Mivel ezzel a módszerrel az alaplmszer méréshatárát csak bővíteni lehet, ezért a jó alaplmszer méréshatára kicsi.

Az alaplmszert az R_m belső ellenállásával jellemezhetjük. Az alaplmszer méréshatárához (a végkitéréséhez) a műszeren is feltüntetett, meghatározott nagyságú feszültség (U_m) és áramerősség (I_m) tartozik.

Feszültség mérésénél a műszerre kapcsolt U_m feszültség hatására az R_m belső ellenállásán I_m áramerősség folyik keresztül.

Áramerősség mérésénél a műszer R_m belső ellenállásán átfolyó I_m áramerősség hatására U_m feszültség jelenik meg.

Ezekből a jelenségekből is láthatjuk, hogy az alaplmszerrel nemcsak feszültséget, hanem áramerősséget is mérhetünk. Figyeljük meg azonban, hogy a méréshatár bővítése a feszültség- és az árammérésnél különböző!

U_m -et az alaplmszer feszültségre vonatkoztatott alapérzékenységének is nevezzük.

I_m -et az alaplmszer áramra vonatkoztatott alapérzékenységének is nevezzük.

A műszer alapjellemtői között természetesen meghatározott kapcsolat írható fel:

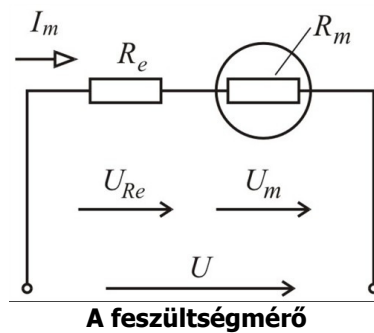
$$R_m = \frac{U_m}{I_m}$$

A villamos méréseknél gyakran alkalmazott Deprez vagy lengőtekerceses műszerek alapérzékenysége általában $U_m=50-200\text{mV}$, illetve $I_m=10-1000\mu\text{A}$ közötti értékű.

A feszültségmérő méréshatára

Ha az alapműszer méréshatárát megnöveljük, akkor a gyakorlatban is jól használható feszültségmérőt kapunk. Ehhez azt kell elérnünk, hogy a rákapcsolt nagyobb feszültség esetén is csak U_m nagyságú lépjen fel alapműszeren.

A feszültségmérő méréshatárának kibővítése a feszültségosztó elvén történik. Az alapműszerrel sorba kötünk egy ellenállást, amelyet előtét ellenállásnak nevezünk, és R_e -vel jelölünk. Az így kapott áramkörre U feszültséget kapcsolva a műszer végkiterésekor ugyanúgy, mint méréshatár bővítés nélkül a műszeren I_m áram folyik és U_m feszültség lép fel.



Az áramkörre felírhatjuk a huroktörvényt:

$$U = U_{Re} + U_m,$$

ahol U az új méréshatárhoz tartozó feszültség és U_{Re} az előtét ellenállás feszültsége.

A kiterjesztés mérőszáma (n) megmutatja, hogy az új méréshatárhoz tartozó feszültség hányszorosa az alap méréshatár feszültségének:

$$n = \frac{U}{U_m}$$

n a legtöbb műszernél egész szám, pl. 2, 3, 5, 10, stb., de előfordul néhány nem egész szám is, például $\sqrt{10} = 3,16227$ is.

Vizsgáljuk tovább a méréshatár bővítő áramkört! A soros kapcsolás következtében mindkét ellenálláson átfolyik ugyanaz az I_m áram, így a huroktörvény átírható az

$$U = U_{Re} + U_m = I_m \cdot R_e + I_m \cdot R_m \text{ alakra, és az áramot kiemelve:}$$

$$U = I_m \cdot (R_e + R_m).$$

Tudjuk, hogy $U = I_m \cdot R_m$, így helyettesítsünk be az $n = U/U_m$ összefüggésbe!

$$n = \frac{U}{U_m} = \frac{I_m \cdot (R_e + R_m)}{I_m \cdot R_m}$$

Egyszerűsíthetünk I_m -mel:

$$n = \frac{(R_e + R_m)}{R_m}$$

Ebből már ki tudjuk fejezni az előtét ellenállás értékét:

$$R_e = (n-1) \cdot R_m,$$

vagyis az előtét ellenállás a méréshatárral arányosan növekszik, de nem n -szer csak $(n-1)$ -szer nagyobb, mint az alapműszer belső ellenállása. A méréshatár kiterjesztése után a műszer eredő belső ellenállása n -szer nagyobb lesz:

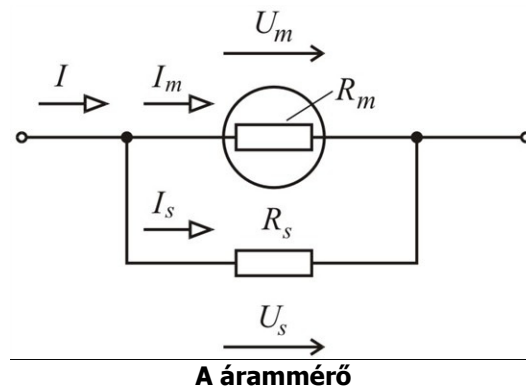
$$R_v = n \cdot R_m.$$

A méréshatárt változtathatjuk dugaszolással, vagy kapcsoló segítségével, sőt egyes műszerek automatikusan is elvégzik ezt a műveletet.

Az árammérő méréshatárának kibővítése

Ha az alapműszert árammérésre akarjuk felhasználni, akkor a méréshatárát célszerű megnövelnünk, hogy a gyakorlatban is jól használható árammérőt kapjunk. Ehhez azt kell elérnünk, hogy az alapműszere nagyobb méréshatár esetén is csak I_m nagyságú áram folyjon.

Az árammérő méréshatárának kibővítése az áramosztás elvén történik. Az alapműszerrel párhuzamosan kapcsolunk egy ellenállást, amelyet sönt ellenállásnak nevezünk, és R_s -sel jelölünk. Az így kapott áramkörön átfolyó I áram hatására a műszer végkitérésekor ugyanúgy, mint méréshatár bővítés nélkül a műszere I_m áram folyik és U_m feszültség lép fel.



A kiterjesztés mérőszámát most a következő összefüggés alapján számíthatjuk ki:

$$n = \frac{I}{I_m}$$

A párhuzamos kapcsolás következtében az alapműszere és a sönt ellenálláson is azonos a feszültség:

$$U_m = U_s.$$

A méréshatár bővítése miatt a sönt ellenállás árama:

$$I_s = I - I_m.$$

Azt tudjuk, hogy $U_m = I_m \cdot R_m$ és most már felírhatjuk, hogy

$$U_s = I_s \cdot R_s = (I - I_m) \cdot R_s.$$

A két feszültség azonossága miatt

$$(I - I_m) \cdot R_s = I_m \cdot R_m.$$

Ha mindkét oldalt osztjuk I_m -mel,

$$\frac{(I - I_m) \cdot R_s}{I_m} = \frac{I_m \cdot R_m}{I_m}, \text{ vagyis } \frac{(I - I_m)}{I_m} \cdot R_s = \frac{I_m \cdot R_m}{I_m}, \text{ akkor az } n = \frac{I}{I_m} \text{ összefüggést felhasználva és}$$

I_m -mel egyszerűsítve:

$$(n - 1) \cdot R_s = R_m.$$

Ebből már a sönt ellenállás értéke kiszámítható:

$$R_s = \frac{R_m}{n - 1}$$

vagyis a sönt ellenállás a méréshatárral arányosan csökken, de nem n -szer csak $(n-1)$ -szer kisebb, mint az alapműszer belső ellenállása. A méréshatár kiterjesztése után a műszer eredő belső ellenállása n -szer kisebb lesz:

$$R_A = \frac{R_m}{n}$$

A méréshatárt változtathatjuk dugaszolással, vagy kapcsoló segítségével, sőt egyes műszerek automatikusan is elvégzik ezt a műveletet.

A lépcsős előtét és a lépcsős sönt meghatározása

A lépcsős előtét

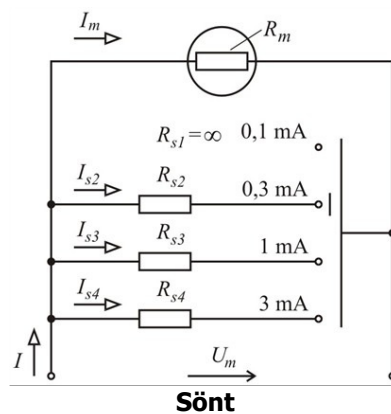
A lépcsős sönt

A több méréshatárú árammérő műszernél minden méréshatárhoz más-más értékű sönt ellenállás tartozik, amelyeket méréshatár-váltó kapcsolóval, vagy néhány típusnál dugaszolással választhatunk ki.

A legegyszerűbb esetben itt is úgy oldhatjuk meg ezt a feladatot, hogy minden méréshatárhoz külön sönt ellenállást építünk be.

Ez a kapcsolás egyszerű, de a műszer tönkremenetelét is okozhatja! A méréshatárok közötti váltáskor, amikor a kapcsoló érintkezője a két állapot között van, a műszeren keresztül folyhat a sönt árama is. Ezt elkerülhetjük, ha

- a méréshatár minden váltáskor megszakítjuk az áramkört (ez balesetveszélyes),
- speciális megszakítóval felszerelt műszerrel,
- különleges méréshatár-váltójú műszert alkalmazva (váltáskor az érintkező mindkét érintkezőhöz kapcsolódik),
- a lépcsős vagy Ayrton sönt használatával.



A lépcsős vagy Ayrton sönt használatánál a sönt mindig bekapcsolt állapotban van, és helyette mindig a mért áramkör szakad meg. A másik előnye, hogy nem befolyásolja a műszer pontosságát a kapcsoló érintkezőjének átmeneti ellenállása, mert ez nem része a söntnek. Emellett nagy megbízhatósága miatt is alkalmazzák.

Hátrányai:

- A sönt a méréshatár-váltó kapcsolóval nem kapcsolható ki, ezért az alpműszer méréshatárát nem lehet kihasználni. Ehhez külön kapcsoló vagy csatlakozó szükséges.
- A sönt ellenállások kiszámítása bonyolultabb, mert nagyobb méréshatároknál a kisebb méréshatárokhoz tartozó söntök az alpműszerrel sorba kapcsolódnak, így megváltoztatják annak belső ellenállását.

