

17. tétel

Mi a szerepe az áram- és feszültségváltóknak?

Hogyan kapcsolódnak a hálózathoz, milyen előírások vonatkoznak a biztonságos üzemeltetésükre, kiválasztásuknál milyen adatot kell figyelembe venni?

Nagy feszültséget és nagy áramerősséget nem célszerű közvetlenül mérni. Nagy feszültség közvetlen mérésekor egyrészt szigetelési nehézségek adódnak, másrészt nehéz az életbiztonsági követelményeknek eleget tenni. Nagy áramerősség méréséhez nagy terjedelmű műszer szükséges (nagy keresztmetszetű vezetőből készült tekercs) és gyakori, hogy az áram nagy feszültséggel jár együtt, tehát már ezért sem ajánlatos műszerbe vezetni. Mérőtranszformátorokkal lehet a váltakozó feszültséget és áramerősséget közvetlenül mérhető értékre csökkenteni. Természetesen ez a csökkentés mindig arányos, hogy a lecsökkentett feszültségből vagy áramból ki lehessen számítani a mért értéket. Mérőtranszformátorok alkalmazásával ugyanaz a műszer többféle méréshatáron is használható. A mérőtranszformátorok kis teljesítményűek, hiszen csak műszerek táplálására szolgálnak.

Feszültségváltó. Így nevezzük a feszültség csökkentésére használható mérőtranszformátort. Szerkezete, külső felépítése és működési elve hasonló a transzformátoréhoz. A nagyobb feszültségű primer tekercsét a mérendő feszültségre kapcsoljuk, a kisebb feszültségű szekunder tekercsére kötjük a voltmérőt. A primer és a szekunder oldalt olvadó biztosítóval kell védeni. A szekunder oldal egyik kivezetését le kell földelni. A feszültségváltó áttétele a tekercsek névleges feszültségeinek a hányadosa:

$$a = \frac{U_{n1}}{U_{n2}}$$

Az áttétel felírható a tekercseken ténylegesen megjelenő feszültségek hányadosaként is

$$a = \frac{U_1}{U_2} \text{ és ebből } U_1 = aU_2$$

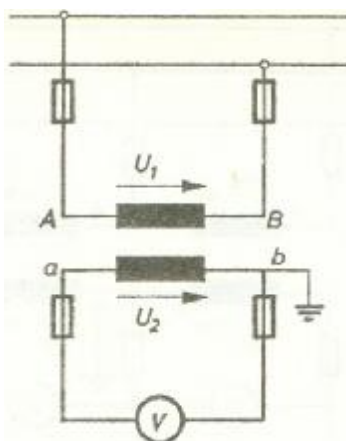
Ha tehát a voltmérővel megmért szekunder feszültséget megszorozzuk az áttétellel, akkor megkapjuk a primer feszültséget.

A feszültségváltót nem mindig azonos, belső ellenállású műszerhez alkalmazzuk. Az is gyakori, hogy egy feszültségváltóra nemcsak voltmérőt kapcsolunk, hanem más műszerek (pl. wattmérő, $\cos \varphi$ -mérő, fogyasztásmérő) feszültségtekercseit is. Mindez azt jelenti, hogy a feszültségváltó terhelése változhat. Ha változik a terhelés, akkor változnak a feszültségváltó feszültségei is, tehát azonos U_1 feszültségnél más - tehát hibás $-U_2$ feszültséget kapunk. A feszültségváltó relatív-hibája:

$$h = \frac{aU_2 - U_1}{U_1} 100\%$$

ahol U_1 a tényleges, aU_2 a mért primer feszültség. A hibaszámítás tehát a műszerekéhez hasonlóan történik.

Wattmérők, $\cos \varphi$ -mérők, fogyasztásmérők is relék feszültségtekercseinek táplálásánál nemcsak az lényeges, hogy a feszültségváltó szekunder feszültségének nagysága pontos legyen, hanem az is, hogy fázishelyzete a primer feszültségével azonos legyen. Általában azonban a primer és a szekunder feszültség nincs egymással fázisban. A fáziskülönbség az úgynevezett szöghiba. Jele: δ



A feszültségváltókat is pontossági osztályokba soroljuk mint a műszereket. A mérési célokat szolgáló feszültségváltók legnagyobb megengedett hibája az egyes osztályokban: 0,1; 0,2; 0,5; 1,0 és 3,0%. Szöghibájuk: $\pm 5,2 \dots 41,3$ perc. Készülnek feszültségváltók relék táplálására is. Itt kisebbek a pontossági követelmények. A relatív hibák: 1; 3 és 6%. Szöghibájuk: $\pm 41,3 \dots 247,5$ perc.

A feszültségváltók névleges teljesítményeként látszólagos teljesítményüket adják meg VA-ben:

$$S_n = U_{2n} I_{2n} \quad S_n = \frac{U_{2n}^2}{Z_n} = U_{2n}^2 Y_n$$

ahol Z_n a terhelő impedancia, Y_n a terhelő admittancia névleges értéke. Y_n szabványos elnevezése: névleges teher.

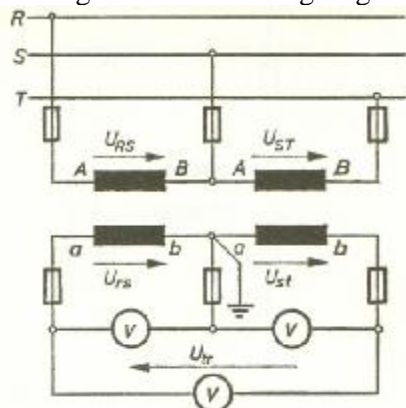
A névleges teher a névleges teljesítményből

$$Y_n = \frac{S_n}{U_{2n}^2}$$

A feszültségváltó túlterhelődik, ha a párhuzamosan kapcsolt műszertekercsek eredő admittanciája a névlegesnél nagyobb. A túlterhelt feszültségváltó hibái a névlegesnél nagyobbak.

A feszültségváltó adattáblája a primer és szekunder névleges feszültséget, a pontossági osztályt és a névleges teljesítményt adja meg. Ebből a névleges admittancia kiszámítható. A primer névleges feszültség általában a szabványos feszültségeknek felel meg, a szekunder névleges feszültség 100, vagy esetleg 110 V. A névleges teljesítmény 10...500 VA.

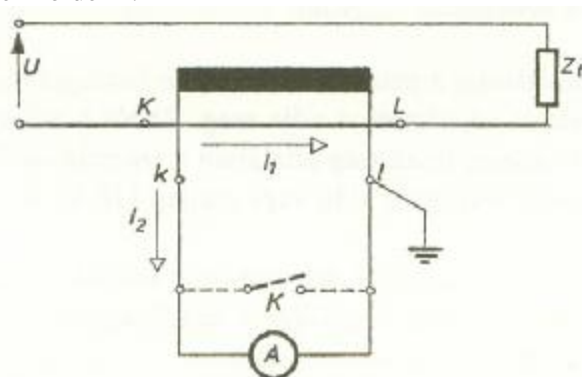
Három fázis esetén alkalmazhatunk háromfázisú feszültségváltót Yy0 kapcsolásban, három db egysarkúlag szigetelt egyfázisú feszültségváltót, vagy - ha a fázisfeszültség mérésére nincs szükség - 2 db kétsarkúlag szigetelt egyfázisú feszültségváltót úgynevezett „V” kapcsolásban.



„V” kapcsolású feszültségváltó

Ez utóbbi tulajdonképpen olyan háromszög kapcsolás, melynek az egyik ága hiányzik. Az egyik feszültségváltót az R (L1) és S (L2), a másikat az S (L2) és T (L3) fázisokra kapcsoljuk. Hiányzik a T (L3) és R (L1) fázisokra kapcsolt feszültségváltó, de ez nem baj, mert a szekunder tekercsek a és b pontjai között így is mérhető a primer U_{TR} feszültségnek megfelelő U_{tr} szekunder feszültség.

Áramváltó. Ez a mérőtranszformátor az áramerősség csökkentésére használható. Működési elve a transzformátorétól és a feszültségváltótól különbözik. Előbbieket közel állandó feszültségre kapcsoljuk a hálózattal párhuzamosan. Az áramváltó primer tekercsét viszont a hálózattal sorba kell kötni úgy, hogy a mérendő áram folyjon át rajta. Kapcsainak jelölése K és L. A szekunder tekercsre kötjük az ampermérőt. Kapcsai: k és l. A szekunder tekercs egyik kapcsát le kell földelni.



Áramváltó kapcsolása

A transzformátor-és a feszültségváltó primer árama a szekunder terheléstől függ. Az áramváltó primer áramát (I_1) viszont kizárólag a fogyasztó szabja meg (az ábrán Z_t a fogyasztó impedanciája). Primer tekercsének impedanciája oly kicsi, hogy ez gyakorlatilag az I_1 áramot nem befolyásolja.

Mint minden transzformátorban, az áramváltóban is a primer és a szekunder gerjesztések különbsége az üresjárás gerjesztés, mely a fluxust létesíti. Áramváltókban a fluxust létesítő gerjesztés elhanyagolható, tehát

$$I_1 N_1 - I_2 N_2 \approx 0$$

Ebből

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} = a$$

Ez az áramátvitel. Ebből $I_1 = aI_2$.

Ha tehát az ampermérővel megmért szekunder áramot megszorozzuk az áramátvitellel, akkor megkapjuk a primer áramot. Az áramátvitel a névleges áramok hányadosaként számítható ki:

$$a = \frac{I_{1n}}{I_{2n}}$$

Az $I_1 = aI_2$ összefüggés nem lehet pontos, mert a fluxust létesítő gerjesztést elhanyagoltuk. Az áramváltó relatív hibája:

$$h = \frac{aI_2 - I_1}{I_1} 100\%$$

ahol I_1 a tényleges, aI_2 a mért primer áram.

Wattmérő, fogyasztásmérő és $\cos \varphi$ -mérő áramtekercseinek táplálásánál fontos, hogy I_1 és I_2 fázisban legyen. A már előbb említett elhanyagolás miatt azonban fázishelyzetük nem pontosan azonos. Ez a fáziskülönbség a δ szöghiba.

A mérési célokat szolgáló áramváltók legnagyobb megengedett hibája az egyes pontossági osztályokban: 0,1; 0,2; 0,5; 7,0; 3,0 és 5,0%. Szöghibájuk $\pm 5,2 \dots 61,9$ perc. A relék táplálására szolgáló áramváltók legnagyobb relatív hibái: 1 és 3%. Szöghibájuk $\pm 61,9$ perc.

Az áramváltók terhelése az ampermérő vagy más műszer, ill. relé áramtekercse. Ezek impedanciája kicsi, az áramváltók gyakorlatilag rövidrezárásban üzemelnek. Ha egyszerre több műszerrel kell az áramot megmérni, akkor több műszert kell a szekunder oldalon sorba kapcsolni. Ezek impedanciája már jelentős lehet. A nagyobb impedancián csak nagyobb szekunder indukált feszültség képes az I_2 áramot áthajtani. A nagyobb indukált feszültséghez nagyobb fluxus szükséges, tehát nagyobb kell legyen a fluxus létesítéséhez szükséges gerjesztés. A terhelés növekedése tehát a hibák növekedését eredményezi.

Az áramváltók névleges teljesítménye

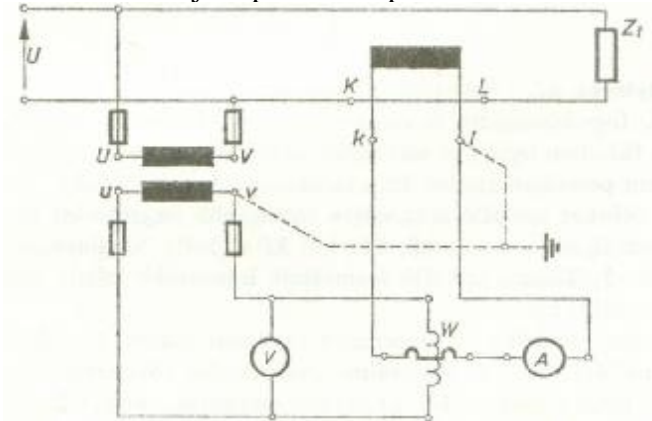
$$S_n = U_{2n} I_{2n} \text{ vagy } S_n = I_{2n}^2 Z_n$$

ahol Z_n a terhelő impedancia névleges értéke. Z_n szabványos elnevezése: névleges terhelés. A névleges terhelés a névleges teljesítményből

$$Z_n = \frac{S_n}{I_{2n}^2}$$

Az áramváltó túlterhelődik, ha a rákapcsolt műszerek és csatlakozó vezetékek eredő impedanciája a névlegesnél nagyobb. A túlterhelt áramváltó hibái nagyobbak a megengedettnél.

Az áramváltók szekunder áramkörét megszakítani nem szabad. Az I_2 áram megszüntetésével ugyanis megszűnik a szekunder gerjesztés, de a primer gerjesztés változatlan marad, hiszen az I_1 áramot csak a Z_1 fogyasztó befolyásolja. A változatlan primer gerjesztéssel most már nem tart egyensúlyt a szekunder gerjesztés. A primer gerjesztés igen nagy fluxust létesít. Ennek kettős következménye van. Egyrészt a szekunder tekercsben életveszélyes nagyságú feszültséget indukálhat, másrészt a nagy fluxus miatt megnövekvő vasvesztések károsan felmelegíthetik a vasmagot. Ez utóbbi következmény az áramváltó tönkremenését jelentheti. Mindezek alapján természetes, hogy a szekunder körben olvadó biztosítót alkalmazni nem szabad. Ha az ampermérőt üzem közben az áramkörből ki akarjuk iktatni, akkor előbb a k és l kapcsokat rövidre kell zárni. Ebből a célból vagy magán az áramváltón vagy a szekunder kör sorozatkapcsainál rövidzárási lehetőségről kell gondoskodni. Ezt jelképezi a K kapcsoló.



Egyfázisú fogyasztó feszültség, áram és teljesítmény mérése mérőváltók alkalmazásával

Villamos gépek tantárgy tételei

Az áramváltó adattáblája a primer és szekunder névleges áramot, a pontossági osztályt és a névleges teljesítményt adja meg. Ebből a névleges terhelő impedancia kiszámítható. A primer névleges áramok szabványosított kerek értékek. A szekunder névleges áram 5, vagy ritkábban 1 A. A névleges teljesítmény 2,5. . . 60 VA.

Egyfázisú fogyasztó feszültség, áram és teljesítmény mérésének kapcsolása látható az ábrán. A mérés mérőtranszformátorokon keresztül történik. Figyeljük meg, hogy a voltmérőt és a wattmérő feszültségtekercsét párhuzamosan, az ampermérőt és a wattmérő áramtekercsét sorba kell kapcsolni. Hordozható wattmérő kitérését meg kell szorozni a műszerállandóval, valamint a feszültségváltó áttételével, hogy megkapjuk a teljesítményt. A kapcsolótábla műszereket már ezek szorzatára skálázzák.