

5. TELJESÍTMÉNYTÉNYEZŐ JAVÍTÁS

A villamosenergia-fogyasztás általában meddőenergia-felhasználásával jár. A váltakozó áramú fogyasztók jelentős része induktív jellegű, ami annyit jelent, hogy teljesítményigényük egy részét mágnesezésre fordítják. Motorjaink zöme a mágneses mező létesítéséhez szükséges teljesítményt a hálózathoz veszi. Ez a teljesítményszükséglet a gép munkájához szükséges teljesítményen felül - amelyet éppen ezért hatásos teljesítménynek nevezünk - többletként jelentkezik. Munkavégzésben nem vesz részt, mégis terheli a hálózatot, éppen ezért ezt a teljesítményt meddő teljesítménynek nevezzük. Meddő fogyasztó berendezések: motorok, transzformátorok, hálózat (fojtótekercek, feszültségszabályozók), gázkisüléssel fényforrások, kohászati kemencék.

A feszültségesés és a vezeték melegedése a vezetéken folyó áram függvénye, tehát a vezetéken szállított meddő teljesítmény (meddő áram) járulékos veszteséget okoz a hálózatban, amit az áramszolgáltatónak vastagabb keresztmetszetű vezeték beépítésével és nagyobb teljesítmény biztosításával kell pótolni. E többletköltségek ellenértékéül a nagy meddő fogyasztást mutató üzemek részére ártöbbletet, büntetőtarifát számítanak fel.

A fogyasztó meddő teljesítmény vételezésére jellemző a teljesítménytényező, azaz a $\cos\varphi$. A fogyasztónak $\cos\varphi$ felárat kell fizetnie $\cos\varphi = 0,9$ alatt, ill. kapacitív $\cos\varphi$ esetén. Nem fizet felárat, ill. visszatérítésben részesül $\cos\varphi = 0,9...1$ között.

5.1 A fázisjavítás módszerei

Gazdasági és üzemi érdek, hogy a hálózatot terhelő meddő teljesítményt megszüntessük, vagy legalábbis erősen csökkentjük. Üzemi jelentőségét az alábbi példával világítjuk meg. Egy üzem a rendelkezésére álló energiát teljes egészében igénybe veszi. További fogyasztókat kíván üzembe helyezni. Ehhez hálózatának megerősítésére (fővezeték cseréje) és a lekötött teljesítmény növelésére lenne szükség. Megfelelő fázisjavító berendezés beépítése után esetleg a többlet teljesítményigény nagyságától függően a fogyasztók számát adott mértékig növelheti anélkül, hogy a fentiekre szükség lenne. A meddőigények szabályozásának két fő irányt kell követnie. Egyik a meddőigények korlátozása már fellépésük helyén, ez a természetes fázisjavítás. A másik a feltétlenül szükséges meddő teljesítménynek a műszakilag leghelyesebb és leggazdaságosabb fejlesztése és elosztása a mesterséges fázisjavítás. Tehát, a meddőfogyasztás csökkentésének két módját ismerjük:

- a természetes fázisjavítás, amivel a meddőteljesítmény-felvételt csökkentjük,
- a mesterséges fázisjavítást, vagyis meddőteljesítmény-források beiktatása.

5.1.1 A természetes fázisjavítás

A motorok és a transzformátorok helyes megválasztása és üzemeltetése.

A túlméretezett vagy kevésbé kihasznált motorok rossz teljesítménytényezővel járnak. Amíg a teljes 100%-os terhelés mellett a teljesítménytényező pl. $\cos\varphi = 0,88$, 40%-os terheléssel már a $\cos\varphi = 0,7$. A túlméretezésen legegyszerűbben motor cserével segíthetünk.

Üresjárás-korlátozás. Üresjárásban igen rossz a teljesítménytényező, ezért hosszabb ideig tartó üresjárás helyett inkább válasszuk a kikapcsolást és az újraindítást. Ugyanezen elgondolás alapján nem engedhető meg, hogy a transzformátor teljesítőképessége többszörösen felülmúlja a fellépő maximális teljesítményt.

5.1.2 A mesterséges fázisjavítás

A teljesítménytényező javításának ez a módja különösen ipari fogyasztóknál elterjedt, hogy a hálózatra az induktív jellegű fogyasztóval párhuzamosan kapacitív jellegű fogyasztót (meddőenergia-forrást) kapcsolunk. A legegyszerűbb kapacitív fogyasztó a kondenzátor. Teljesítményeit var-ban vagy kvar-ban adják meg. Használhatunk még túlgerjesztett szinkrongépet, vagy szinkronkompenzátort is a meddő energia előállítására.

A fázisjavításhoz szükséges meddő teljesítmény meghatározása

A szükséges meddő teljesítményt két szempont szerint határozhatjuk meg:

- a hatásos teljesítmény állandósága, vagy
- a látszólagos teljesítmény állandósága mellett.

5.2 A hatásos teljesítmény állandósága melletti fázisjavítás

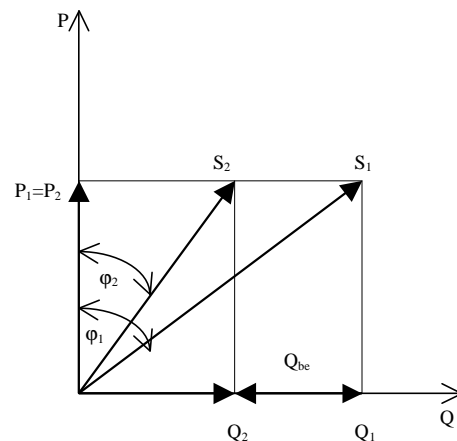
Ezen szempont szerint javítjuk a teljesítménytényezőt, ha

- a vezetékek, kábelek, transzformátorok túlterhelését akarjuk elkerülni, vagy megszüntetni;
- a villamosenergia-árszabás büntető jellegű ($\cos\varphi$ felár) felárának fizetése alól mentesülni akarunk,
- a villamos berendezések beruházási költségeit akarjuk csökkenteni,
- a veszteségeket akarjuk csökkenteni.

Az ábra figyelembevételével a teljesítménytényező javításához szükséges meddőteljesítményt a következőképpen határozhatjuk meg.

Az ábrában

- Q_1 – az eredeti meddő teljesítmény,
- P_1 – az eredeti hatásos teljesítmény,
- S_1 – az eredeti látszólagos teljesítmény,
- φ_1 – eredeti fázisszög,
- Q_2 – a fázisjavítás utáni meddő teljesítmény,
- P_2 – a fázisjavítás utáni hatásos teljesítmény,
- S_2 – a fázisjavítás utáni látszólagos teljesítmény,
- φ_2 – a fázisjavítás utáni fázisszög,
- Q_{be} – a betáplálendő meddő teljesítmény.



$$Q_{be} = Q_1 - Q_2 = P_1 \operatorname{tg} \varphi_1 - P_2 \operatorname{tg} \varphi_2$$

$$\text{mivel } P_1 = P_2$$

$$Q_{be} = P(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2)$$

A kondenzátoros fázisjavítás esetén a szükséges kondenzátorkapacitás meghatározható három fázis esetén a:

$$Q = 3 \frac{U^2}{X_c} \text{ összegfüggésből.}$$

Háromszög kapcsolású kondenzátortelep esetén:

$$C_{\Delta} = \frac{Q_{be}}{3U_v^2 \omega},$$

csillagkapcsolású kondenzátortelep esetén:

$$C_Y = \frac{Q_{be}}{3U_f^2 \omega}.$$

5.2 A látszólagos teljesítmény állandósága melletti fázisjavítás

Ezen szempont szerint végezzük a fázisjavítást, ha

- a villamos hálózat egy megépített részén a transzformátor terhelését, szabadvezeték vagy kábel keresztmetszetét a túlterhelés veszélye nélkül nagyobb hatásos teljesítmény átvitelére akarjuk alkalmassá tenni,
- egy üzemben a termelés növekedéséhez újabb villamos motorok alkalmazására van szükség.

Az ábra figyelembevételével a teljesítménytényező javításához szükséges meddőteljesítményt a következőképpen határozhatjuk meg.

Az ábrában

Q_1 – az eredeti meddő teljesítmény,

P_1 – az eredeti hatásos teljesítmény,

S_1 – az eredeti látszólagos teljesítmény,

φ_1 – eredeti fázisszög,

Q_2 – a fázisjavítás utáni meddő teljesítmény,

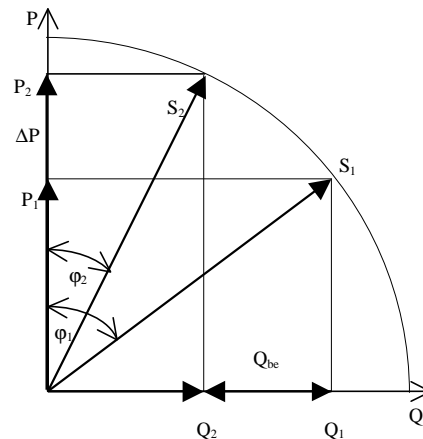
P_2 – a fázisjavítás utáni hatásos teljesítmény,

S_2 – a fázisjavítás utáni látszólagos teljesítmény,

φ_2 – a fázisjavítás utáni fázisszög,

ΔP – a hatásos teljesítmények különbsége,

Q_{be} – a betáplálendő meddő teljesítmény.



$$Q_{be} = Q_1 - Q_2 = S_1 \sin \varphi_1 - S_2 \sin \varphi_2$$

$$\text{mivel } S_1 = S_2$$

$$Q_{be} = S(\sin \varphi_1 - \sin \varphi_2)$$

A kondenzátorkapacitás az előző fejezetben leírtak alapján határozhatók meg.

5.3 Kondenzátorok szerelése

A kondenzátoregységeket száraz, szellős helyen kell elhelyezni. A környezet hőmérséklete ne legyen több, mint 35°C.

5.3.1 Egyedi kompenzáció

Egyedi kompenzáció esetén minden géphez teljesítményének megfelelő kondenzátoregységet szerelünk, amely a géppel együtt kapcsolódik a hálózatra. Ez a módszer akkor felel meg a legjobban, ha az évi kihasználás legalább 1000 h. Az egyedi fázisjavító berendezést a fogyasztó mellett helyezik el. Az egyedi kompenzálás a hálózatot egészen a fogyasztóig tehermentesíti, tehát a fogyasztótól az elosztópontig a vezeték keresztmetszetét már csak a csökkentett áramerősségre kell méretezni. A motorvédő hőkioldóját is a csökkentett áramértékre állítjuk be.

5.3.2 Motorok egyedi kompenzációja

A motor egyedi kompenzációjára kiválasztott kondenzátorokat a motorok közelében szereljük fel. A legegyszerűbb, ha a kondenzátorokat falra erősített vastartóval a motor főkapcsolója fölé helyezzük.

A kondenzátort elvben mindig a motor kapcsolódeszkáján levő betápláló csatlakozókra kell kötni, tehát a motor tekercsei és a kondenzátor vezetőileg mindig közvetlen összeköttetésben maradnak, függetlenül attól, hogy a motor üzemben van-e vagy áll. A motor kikapcsolása után a kondenzátorban marad töltés, a motor tekercsein át sül ki. A motor kapcsai és a kondenzátor közé biztosítóaljzatból és túlméretezett lassú kioldású betétből álló bontható kötést szerelünk. A kondenzátort a motor főkapcsolójának elmenő - vagyis a motor felé csatlakozó - kapcsaira is köthetjük. Csillag-háromszög indítású motorok egyedi kompenzálásakor olyan motorindító kapcsolót kell alkalmazni, amely a hálózat és kondenzátor közötti kapcsolatot átkapcsoláskor nem szakítja meg és biztosítja a motor kikapcsolása után a kondenzátor kisülését.

A motorvédő-kapcsolón át kisebb áram folyik, mert éppen a kompenzáció révén a betápláló szakasz a meddő áramok egy részétől mentesül. A kapcsoló védelmi berendezéseit (relé, bimetall) a csökkentett áramerősségre kell beállítani.

5.3.3 Csoportos kompenzáció

Csoportos kompenzációról akkor beszélünk, ha egy üzemszám vagy egy gépcsoport rész meddő áramát kompenzáljuk, s ezzel az üzemszám tápláló vezetőket vagy kábelt is mentesítjük a meddő szállításától. A kondenzátorokat rendszerint egy kihelyezett üzemi alelosztó közelében szereljük fel. A legcélszerűbb a meglévő elosztót egy külön szekrényvel kiegészíteni. Ebbe a szekrénybe helyezzük a biztosítóaljzatot a megfelelő betétekkel, és erről csatlakozunk az elosztó gyűjtősínére.

5.3.4 Központos kompenzáció

A központos kompenzáció a fázisjavításnak az a módja, amellyel az egész üzem meddő teljesítményének nagyobb részét úgy kompenzáljuk, hogy a kondenzátorokat az üzem központi elosztóberendezésének főgyűjtősínére külön megszakító közbeiktatásával kapcsoljuk rá. Ha a teljesítmény nagy, külön gyűjtősínrendszert tervezünk és szerelünk a kondenzátorok

részére. A villamos berendezések csak a gyűjtősínig, a kondenzátorok beépítési helyéig mentesülnek a meddő áramtól. Az elosztóvezetéseket, valamint az elosztóktól a fogyasztókig terjedő bekötővezetéseket már a hatásos és a meddő áramok eredője veszi igénybe. A túlkompenzálás veszélyének elkerülése érdekében célszerű a kondenzátorteletet több, külön kapcsolható egységre bontani. Ilyen központosított elrendezés esetén a terhelés értékeinek megfelelő kondenzátoregységek ki- és bekapcsolására vagy automatikus berendezés, vagy állandó felügyelet kell. Az automatikus szabályozás érzékelőszervét az egész berendezést betápláló csatlakozás áramváltójára kell kapcsolni. A berendezések csatlakozó vezetéseinek leszabásakor, ill. a kábelek kibontásakor figyelemmel kell lennünk arra, hogy a vezetékekből kb. 20...25 cm átmérőjű - esetleg ovális alakú - és 2-3 menetből álló hurkokat kell kialakítani. A hurkokat a berendezések mögött helyezük el. Ezt a kialakítást villamos üzemviteli ok, kondenzátorok üzem közbeni egymáshoz kapcsolásával járó tranziens áramlökések csökkentése indokolja.

Központos vagy csoportos fázisjavítás alkalmával kevesebb kondenzátorra van szükség, mert figyelembe lehet venni, hogy nem minden gép jár egyszerre (egyidejűség). Hátránya viszont, hogy a motorokhoz menő vezetékek a meddő áramoktól nincsenek mentesítve.

5.4 Kondenzátorok üzembe helyezése

Az előírások szerint telepített és szerelt kondenzátorok, ill. berendezések üzembehelyezése előtt általában a következőket kell megvizsgálnunk:

1. Egyezik-e a kondenzátorok, ill. berendezések feszültsége és periódusa a hálózat feszültségével, ill. periódusával?
2. A biztosítók késleltetett kioldásúak-e, a biztosítók és a vezetékek megfelelnek-e a kondenzátorok teljesítményének?
3. Bekötötték-e a kondenzátorokat az érintésvédelmi rendszerbe?
4. A kötőelemeket jól meghúzták-e?
5. Folyadék (olaj) kondenzátorok esetében nincs-e szivárgás a kondenzátorok tetején vagy alján?
6. Az adattábla fel van-e szerelve és jól látható-e?

Ha az ellenőrző vizsgálat során nem találunk hibát, a kondenzátorokat, ill. berendezéseket bekapcsoljuk.

Motorok egyedi kompenzációjánál a motort kikapcsoljuk, megvárjuk, amíg teljesen megáll, ezután a bontható kötésként alkalmazott késleltetett biztosítóbetéteket az aljzatokba helyezük, majd a motort ismét bekapcsoljuk.

Csoportos és központos kompenzáció esetén a berendezéseket háromszor egymás után 1-2 percre bekapcsoljuk, figyeljük, hogy az automatikus késleltetés jól működik-e, a kapcsoló nem zúg-e és a jelzőlámpák egyenlő fénnel égnek-e? A kondenzátorokból zúgásnak vagy pattogásnak nem szabad hallatszania. Méréssel ellenőrizzük a kondenzátorok áramait. A kapacitív áramoknak szimmetrikusnak kell lenniük, és nem lehetnek nagyobbak, mint a felvett névleges meddő teljesítményből, a névleges feszültségből és a névleges frekvenciából számolt érték 1,3-szerese.

Az üzembentartási utasítást ki kell függeszteni és benne fel kell tüntetni, hogy az üzemmenetének megfelelően mikor, milyen teljesítményt kell bekapcsolni (ha a szabályozás még nem automatikus).

A kondenzátoregységekre vagy berendezésekre szilárdan felerősített, üzem közben is jól olvasható tartós kivitelű táblát kell elhelyezni a következő szöveggel:

"A vezeték érintése életveszélyes! A kondenzátoron és a hozzá kapcsolt berendezésen csak a kondenzátor kikapcsolása és kisütése után szabad dolgozni! A kondenzátor áramvezető kapcsait a munka tartamára le kell földelni!"

Motorok egyedi kompenzációja esetén minden motorra, annak kapcsolójára, ill. a kapcsolót tartalmazó elosztószakaszra a következő szövegű figyelmeztető táblát kell elhelyezni:

"Vigyázat! A motorra fázisjavító kondenzátor van kapcsolva! A motorhoz és a kapcsoló csatlakozóihoz csak a motor kikapcsolása és teljes megállása után szabad hozzányúlni!"