

Biztonság és innováció az intelligens épületek energiaellátásában ^[1]

Sztankó József/VÁV UNION Kft.

1. Bevezetés

Manapság egyre gyakrabban fordul elő, hogy egy létesítmény számára igen speciális energiaellátási infrastruktúrát kell kiépíteni. Az ilyen létesítmények többnyire magas fokon integrált információtechnológiai rendszerekkel dolgoznak. E létesítményeknél a tervezés és kivitelezés nyilvánvaló célja az, hogy az alaptevékenységet kiszolgáló hírközlési és informatikai rendszerek, valamint számos, speciális irányító funkciót ellátó munkahely villamos-energiaellátása a lehető legnagyobb ellátásbiztonságot garantálja.

A számítóközpontok és az információtechnológiai létesítmények infrastruktúrájával foglalkozó TIA 942 jelű globális szabvány [2] az igényszinteket négy kategóriába sorolja be (az ún. Tier I-IV. kategóriák), ahol a legmagasabb, a Tier IV-es igényszint, melyet feltétlen alkalmaznunk kell. Szóban forgó kategória a rendszerelemekre és a hálózatra nézve teljes redundanciát, ennél fogva nagyfokú hibatűrő képességet ír le. A hibatűrő képesség azt jelenti, hogy bármely hiba, vagy előre nem tervezett esemény nem vezethet rendszerleálláshoz. Ez a képesség természetesen azt is jelenti, hogy a fellépett hiba elhárítása, vagy szélesebb összefüggésben a javítási és a normál karbantartási tevékenységek végrehajtása a rendszer folyamatos üzeme mellett lehetséges.

Az üzembiztonság növelésének egyik másik lehetősége olyan műszaki megoldás(ok) alkalmazása, mely esetleges hiba (zárlat) esetén a berendezések károsodását igen hatékonyan minimalizálja, mellyel a kiesés, a javítási időszükséglet a lehető legrövidebb.

2. Technológiai áramellátás

A kiefeszültségű technológiai áramellátás alapvetően két részből áll:

- 400/230 V, 50 Hz hálózati feszültségű, vagy hálózatpótló berendezés [generátor(ok)] által táplált, több betáplálású főelosztó berendezés a kapcsolódó fővezeteki hálózattal és alelosztókkal;
- Legalább két egymástól független, 3x230V, 50 Hz feszültségű, akár 100-200 kW teljesítményű, többórás áthidalási idejű online szünetmentes áramellátó berendezés, mely a szünetmentes főelosztó(ka)t táplálja, továbbá a kapcsolódó fővezeteki hálózat és alelosztók;

Az alelosztók – rendeltetéstől függetlenül – egységesen kettős betáplálásúak. Egy adott alelosztó betápláló kábele a főelosztó különböző gyűjtősín-feleiről indulnak, így a főelosztó leágazási képe jellemzően szimmetrikus. Az alelosztók többnyire tűzálló betápláló kábeleire rendre eltérő nyomvonalon kerültek lefektetésre.

A kapcsolási kép kialakítását gyakorlati (Üzemeltetői) igények is befolyásolhatják. Pl. dízel aggregátor rendszerbe állítása esetén követelmény e gépek rendszeres üresjárású és terheléses próbáinak elvégzése. Utóbbi általában problémát jelent, aminek például úgy lehet „elébe menni”, hogy egy ún. generátor-gyűjtősínre csoportosítjuk azokat a fogyasztókat, melyek rövididejű (1-2 perc) kiesése a rendszer számára (és magának a fogyasztónak) elviselhető, ugyanakkor e fogyasztói kör képezheti a gép „természetes” terhelését a próbák alatt.

A generátor hálózatra kapcsolása egy sor feladatot ró a tervezőre. Elsőként az tisztázandó, hogy szükség van-e szinkron üzemmódra, ami „világos” visszakapcsolást, vagy több gép párhuzamos üzemét teszi lehetővé.

A generátoros üzem másik problematikája a gép lehetőség szerinti fokozatos leterhelése. Ez elsősorban a gép teljesítményének és az ún. dízeljogos fogyasztói kör összteljesítményének viszonyától függ. Intelligens épületek dízeles üzeme esetén a (nagy)fogyasztók lépcsőzetes hálózatra kapcsolása sok esetben magánál a fogyasztónál teljesül. Pl. hűtőgépek esetében a kivárási idő beállítható, ugyanígy az UPS-k egyenirányítói is fokozatos, egymástól időben eltolt áramfuttatással kapcsolhatók vissza. Vannak esetek viszont, amikor az üzemviteli automatika egy külön szolgáltatásával kell megoldani a lépcsőzetes bekapcsolást.

A generátoros üzem tervezésénél további fontos elem az üzemanyag ellátás, az automatikus utántöltés körülmények közötti gépész-villamos kialakítása. Külön mérlegelésre ajánlható egy mobil dízelcsatlakozás kiépítése, mely valamely jól elérhető terepponton telepített csatlakozó szekrény és a főelosztó között teremt fix, előre kiépített kapcsolatot.

A szünetmentes áramellátás fókuszba helyezése az intelligens épületeknél természetes dolog. Itt sajátos módon éppen arra kell felhívni a figyelmet, hogy szünetmentes energiát felhasználó létesítmények, pl. számítógépközpontok hűtése (a rendszer tehetetlenségétől eltekintve) és más gépészeti ellátása ugyanolyan biztonságot igényel, mint maga a

szünetmentes áramellátás. A biztonságos hűtés viszont egyfelől a számítógépklimák biztonságos villamos tápellátását, másfelől a gépészeti rendszer hasonló elvekre épülő (megfelelően tartalékolt) kialakítását igényli. („a klimatizálás redundanciája”) A TIA-942 szabvány ezt a kérdést is – ahogy sok más, egyéb szakágakra kiterjedő kérdést is – komplex keretszabályozás formájában kezeli.

3. Az áramellátás fokozott biztonságát szolgáló konstrukciós megoldások

A tervezett rendszer nagyfokú biztonságát –immár adott hálózatkép mellett– az alábbi megoldások együttes használata garantálja:

- A kapcsoló berendezések (mint az áramellátás súlyponti berendezései) kettős betáplálásúak és hosszanti bontással (sínbontó-kapcsolóval) rendelkeznek. Ez a berendezések oldaláról értelmezhető redundancia, mely a tervszerű karbantartás és az esetleges hibaelhárítás céljait szolgálja úgy, hogy e műveletek folyamatos üzem mellett hajthatók végre. A vázolt hálózatkép a legáltalánosabb, de szóba jöhet természetesen más kapcsolási diszpozíció is, mint pl. két-gyűjtősínes, sőt három-gyűjtősínes kapcsolás, az ún. kerülősín alkalmazása, vagy ezek valamilyen kombinációja, stb.. A kapcsolási kép meghatározása mindig a biztonsági igényszint, a konkrét hálózati adottságok (pl. áramszolgáltatói betáplálások száma, feszültségintéje, stb.) és a beruházási költségek együttes mérlegelésével történik.
- A kapcsoló berendezések konstrukciós kialakítása maradéktalanul feleljen meg az MSZ EN 60 439 jelű szabvány [3] által definiált "Típusbevizsgált kapcsoló berendezések"-kel szemben támasztott követelményeknek.
 - A kisműködésű kapcsolókészülék kombinációkat $I_n > 630$ A esetén (praktikusan a berendezés betáplálásaiban és nagyáramú leágazásaiban) válaszfalakkal, vagy burkolatokkal lehet elkülönített részekre, védett rekeszekre felosztani. A kapcsoló berendezés szerkezeti kialakítása az IEC/EN 60439-1 szabvány szerinti „4b” formájú, azaz a legnagyobb biztonságot adó belső elhatárolási rendszerrel bír.
 - A kisműködésű kapcsolókészülék kombinációkat $I_n < 630$ A esetén (praktikusan a leágazások túlnyomó része) válaszfalakkal, vagy burkolatokkal lehet elkülönített részekre, védett rekeszekre felosztani. A kapcsoló berendezés szerkezeti kialakítása ez esetben az IEC/EN 60439-1 „szabvány szerint 3b” formájú belső elhatárolási rendszernek felel meg.
 - A fiókos és kocsizható modultechnika alkalmazásával a funkcióblokkok a berendezés feszültség-mentesítése nélkül, a berendezés folyamatos rendelkezésre állása mellett,

segédeszköz igénybevétele nélkül cserélhetők és karbantarthatók. A berendezések e tulajdonsága Üzemeltető számára egyfelől rendkívül nagy rendelkezésre állást biztosít, másfelől a szükséges készülékcseré, vagy akár a komplett leágazást magában foglaló fiókcseré igen gyorsan végrehajtható.

- Bizonyos gyártók jelentős erőfeszítéseket tesznek berendezéseik ívállóságának javítására. E ponton azonban gyorsan meg kell jegyezni, hogy a kisműködésű kapcsoló berendezések szabványa – az MSZ EN 60 439 – nem foglalkozik az ívállósággal (ahogy a szabvány nemzetközi változata sem). Az ívállóság értelmezése, az ívállóság szintjének, hatékonyságának ellenőrzése, stb. tehát ma még szabványon kívül álló kérdéskör. E tekintetben csupán egy európai szintű műszaki ajánlás létezik. [4] Az ívállóság értelmezése a hivatkozott ajánlás alapján, de főképpen az ívállósági vizsgálatok értékelése fényében elsősorban személyvédelmi kérdés. Az ívállónak az a berendezés tekinthető, mely
 - képes megakadályozni a villamos ív egy jól definiált zónából történő kilépését
 - az ívzárlattal sújtott berendezés rövid javítás-karbantartást követően korlátozásokkal ugyan, de ideiglenesen üzembe helyezhető.

Az íválló konstrukció alkalmazása tehát biztonsági energiaellátás irányába tett egyik igen jelentős lépés.

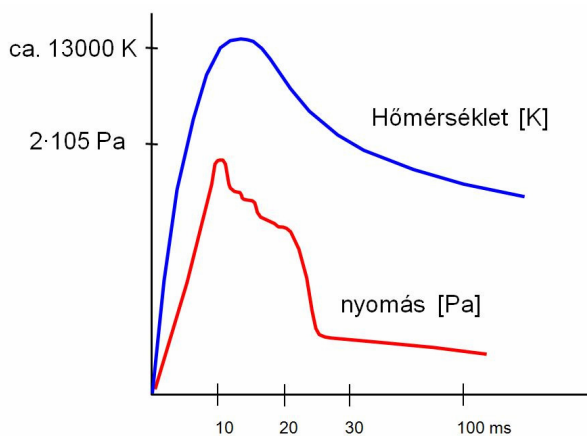
A fentiekben tárgyalt konstrukciós megoldások – a megállapítás legszélesebb értelmében is – a kapcsoló berendezés minőségére mutatnak rá.

- Az üzembiztonság növelésének egy másik, jóllehet egészen más közelítésmóddal bíró új útja az, melynél a bekövetkezett hiba kártételét egy aktív eszközzel minimalizáljuk. Ez az ARCON[®] típusú ívzárlat-védelem, mellyel a következő fejezetben külön foglalkozunk.
- A szünetmentes energiaellátás a teljesítményelektronikai berendezések vonatkozásában teljes készülék-redundanciát igényel
- Villamos felügyeleti (SCADA) rendszer létesítése, mely biztosítja Kezelő számára a mindenkor aktuális üzemi és üzemzavari információkat, lehetőséget teremt a gyors és célirányos beavatkozásra, u.m. (táv)működtetések, automatika elrendelések, kapcsolási szekvenciák indítása (pl. világos áttérés, vagy gyors –sötét– áttérés, stb.). Fontos szerepe van a hálózatképfüggő át- és visszakapcsoló automatikák kialakításának. A SCADA rendszer szinte minden esetben rendelkezik egy komplett mérési alrendszerrel. Az intelligens épületek villamos irányítástechnikáját

ehelyütt „csak” mint a szóban forgó, nagy ellátásbiztonságot igénylő létesítmények energia-ellátásának egy nélkülözhetetlen és megfelelő kezelési komfortot biztosító kellékeként érintjük.

4. Ívzárlat-védelem

Az előzőekben szó volt a kapcsoló berendezések belső elhatárolási, rekeszelési megoldásairól. A rekeszelés eredményeképpen – többek közt – a gyűjtősín is önálló lehatárolást kap, mely hatékonyan csökkenti, ám teljesen kizárni nem képes a zárlat kialakulásának veszélyét. Köztudott, hogy valamely korlátos, zárt térben keletkező ívelő zárlat igen jelentős pusztítást von maga után. Ez egyszerű következménye annak, hogy a zárlat során a zárlati ív közvetlen környezetében a hőmérséklet és az ott uralkodó nyomás igen gyorsan (kb. 10-12 msec alatt) eléri a maximumát. Lásd 1. ábra

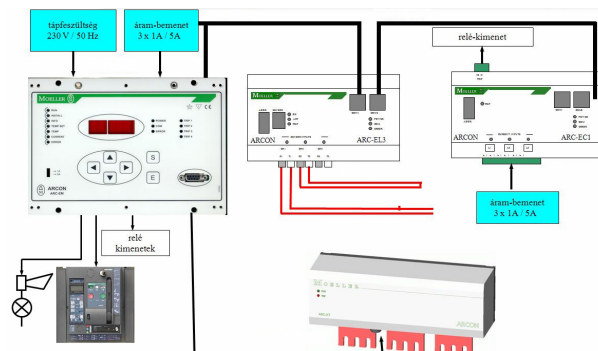


1. ábra: Az ívzárlat lefolyása

Hatásos, jól és megbízhatóan működő ívzárlat-védelmet fejlesztett ki a Moeller cég, melyet **ARCON**[®] [5] név alatt kínálja a piacon. Az ARCON ívzárlat-védelem lényege abban áll, hogy páratlanul gyors (2...5 msec) működésével elérhető, hogy az ívelő zárlat romboló hatása nem teljesedik ki, így nem veszélyezteti a kezelőszemélyzetet, valamint a berendezés a zárlati esemény lefolyását követően rövid időn belül visszakapcsolható és funkcióját továbbiakban is el tudja látni. Látható, hogy az ARCON típusú védelem működési ideje összehasonlíthatatlanul rövidebb, mint bármely korszerű kisfeszültségű megszakító működési ideje (30...50 msec), azaz itt egy egészen új védelmi módról van szó.

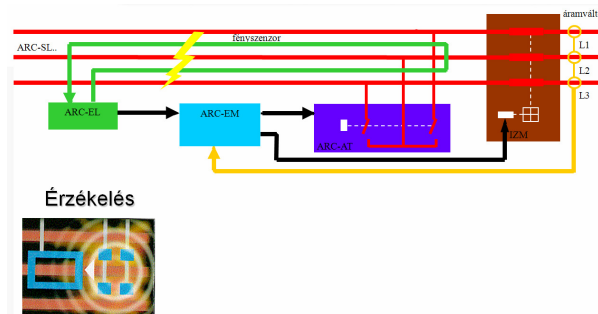
Röviden az ARCON működésmódjáról. A berendezés az ívzárlatot két bemeneti jellemző alapján érzékeli, mégpedig az ívfény és a túláram(ok) egyidejű fellépése által. Az ívfény érzékelését speciális optikai vezetékezés biztosítja, mely a horizontális és a vertikális sínezés minden szakaszát „látja”. A zárlati áram érzékelése hagyományos áramváltók segítségével történik. Az

áramérzékelés a kapcsolási diszpozíció függvényeként akár több ponton is történhet. Lásd 2. ábra.

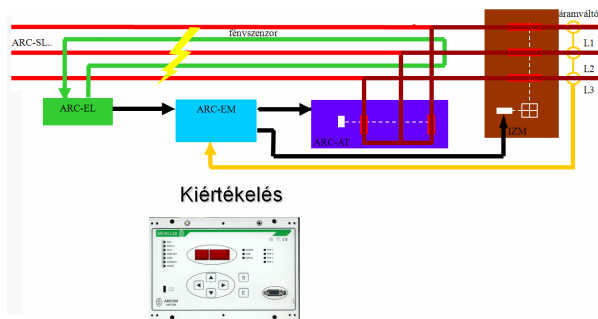


2. ábra: Az ARCON rendszer felépítése

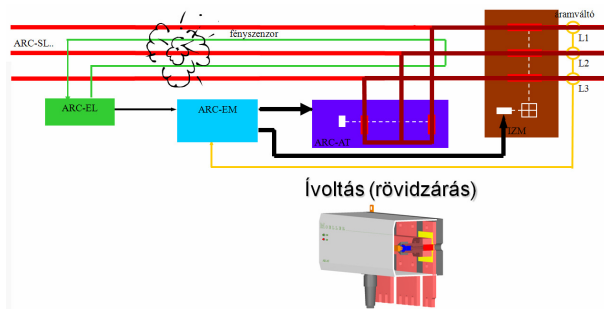
Az ARCON mikroprocesszoros kiértékelő egysége a bemeneti információk alapján meghatározza az ívzárlat helyét és a szelektív működés követelményeinek megfelelően parancsot ad a kiválasztott beavatkozó szerv számára. Ez utóbbin egy háromfázisú rövidzáró, söntölő szerkezetet kell érteni, mely a betápláló megszakító fogyasztói oldalán kerül felszerelésre. A rövidzárót ugyanolyan pirotechnikai töltet működteti, mint a személygépkocsik ütközésvédelmére szolgáló légszakókat. A háromfázisú fémcsap rövidzár söntölő az ívet, mely így azonnal kialszik. A rövidzáró szerkezet mellett egyidejűleg a megszakító is kioldóparancsot kap. A 3 - 6. ábra az ARCON rendszer működésének egyes fázisait mutatja.



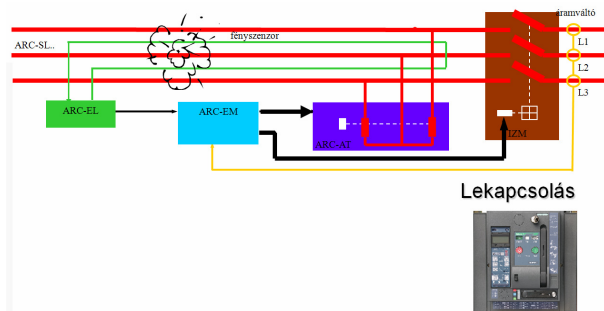
3. ábra



4. ábra



5. ábra



6. ábra

Az ívzárlat kioltása után, a hiba okának feltárását és megszüntetését követően az oltókészülék eltávolítása (cseréje), majd szigetelésvizsgálat elvégzése után a berendezés újra üzembe vehető.

Az ívzárlatból adódó leállás minél gyorsabb elhárítása érdekében a védelmi rendszer információt szolgáltat a kialakult ív helyéről, mellyel a hibafeltárás idejét a lehető legrövidebbre lehet csökkenteni. Ívzárlati esemény bekövetkezéséről a felügyeleti rendszer potenciálmentes kontaktuson keresztül kap információt.

Jegyzetek:

- [1] A MEE Vándorgyűlés ez évi rendezvényén elhangzott előadás szerkesztett változata
- [2] TIA/ANSI 942:2005 Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers
- [3] MSZ EN 60439-1:2000 Kisfeszültségű kapcsoló és vezérlőberendezések
- [4] IEC-TR 61641 Enclosed low-voltage switchgear and controlgear assemblies, Guide for testing under conditions of arcing due to internal fault
- [5] ARCON®: Ábrák a Moeller cég

Önfelügyelő és önellenőrző védelmi rendszerről van szó, mely biztosítja – külön üzemeltetői ellenőrzési eljárások nélkül –, hogy a rendszer hibája esetén a diszpécser azonnal értesítést kaphasson a védelmi szint csökkenéséről. További előny, hogy a rendszer MABISZ engedéllyel rendelkezik.

Ívzárlat-védelemmel – ma még – csak a súlyponti szerepű főelosztó került felszerelésre. Az ívzárlat-védelem alkalmazása tehát különösen a nagyáramú és nagy zárlati teljesítménnyel bíró (egyidejűleg nagyértékű) berendezéseknél, másfelől a nagy ellátásbiztonságot igénylő létesítmények esetében jelent komoly mértékű kockázatsökkentést.

Az ívzárlat-védelem feladata a személyvédelem és az üzembiztonság legmagasabb szinten tartása. Ennek érdekében tehát nem elegendő egy esetleges ívzárlat kialakulási valószínűségét (valamely passzív védelmi móddal – lásd előző pontok!) csökkenteni, hanem a cél egyenesen az, hogy a berendezésben egy esetlegesen kialakuló ívzárlat következményeit a műszakilag lehetséges minimumra szorítsuk le.

Összegzés:

Az intelligens épületek energiaellátásának biztonságát egy sor, régóta alkalmazott hálózat- és berendezés építési mód alapozza meg. Mint láttuk, a biztonság szintjét hatásosan növeli a hazánkban még újnak számító innovatív védelmi megoldás az ARCON ívzárlat-védelem. Egy adott energiaellátó rendszer felépítésénél igazán körültekintően akkor járunk el, ha az ismert védelmi megoldások egy ésszerű, műszaki-gazdaságossági mérlegelésen alapuló kombinációját alkalmazzuk.