

# ÉPÜLETINFORMATIKA

Szerzők:

dr. Szandtner Károly

BME Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Tanszék

dr. Kovács Károly

BME Villamos Gépek és Hajtások Tanszék

Budapest, 2002.

## Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	77
1. Információ, informatika, épületinformatika.....	8
2. Villamos készülékek szerepe a villamos energia elosztó hálózatokban.....	9
2.1. Megszakítók.....	10
2.2. Szakaszoók.....	10
2.3. Túlfeszültség-levezetők.....	11
2.4. Biztosítók.....	11
2.5. Kapcsolók, kontaktorok.....	11
2.6. Készülék kombinációk.....	12
2.7. Relék és kioldók.....	12
3. Betáplálás, kiefeszültségű erősáramú hálózatok.....	14
3.1. Kiefépületek energia betáplálása.....	14
3.2. Nagyépületek energia betáplálása.....	15
3.2.1. Hálózati normál (vagy szükség) energiaellátás.....	15
3.2.2. Szünetmentes energiaellátás.....	15
3.3. A villamos fogyasztók ellátási osztályba sorolása.....	15
3.3.1. Szünetmentes energiaellátást igénylő fogyasztók (I).....	16
3.3.2. Szükség energiaellátást igénylő fogyasztók (II).....	16
3.3.3. Normál hálózati energiaellátást igénylő fogyasztók (III).....	16
3.4. Kiefeszültségű erősáramú hálózat.....	17
3.4.1. 0,4 kV-os kapcsolótér a főkapcsolóval.....	17
3.4.2. Talpponti elosztók.....	18
3.4.3. Szinti aleosztók.....	18
3.4.4. Segéd aleosztók.....	18
3.5. Egy- és kétgyűjtősínes, többszörös betáplálású rendszerek felépítése és átkapcsolási automatikája.....	18
3.5.1. Egygyűjtősínes villamos energia elosztó rendszer.....	19
3.5.2. Kétgyűjtősínes villamos energia elosztó rendszer.....	19
3.5.3. Átkapcsoló automatika rendszer egygyűjtősínes főelosztóval.....	20
3.5.4. Átkapcsoló automatika rendszer kétgyűjtősínes főelosztóval.....	22
3.6. Szünetmentes, nagy megbízhatóságú villamos energiaellátás.....	23
3.6.1. Statikus átkapcsolók (STS).....	24
3.6.2. Statikus váltakozó áramú szünetmentes tápegységek (statikus UPS).....	24
3.6.3. Dinamikus váltakozó áramú szünetmentes tápegységek (dinamikus UPS):.....	26
3.6.4. Szünetmentes áramellátó berendezés és diesel generátor beépítési szempontok.....	26
3.6.4.1. Az inverterek telepítésének főbb szempontjai.....	27
3.6.4.2. A diesel aggregát telepítésének néhány szempontja.....	27
3.6.5. A szünetmentes áramellátó rendszer akkumulátor telepei.....	29
3.7. A fogyasztók alkalmazási csoportjai.....	30
3.8. Feszültség szabályozás, kompenzálás.....	32

3.8.1. Kompenzáció állandó hatásos teljesítmény mellett .....	34	26
3.8.2. Kompenzáció állandó látszólagos teljesítmény mellett .....	35	0.
3.8.3. Kompenzáció a gyakorlatban, a kondenzátorok alkalmazásai.....	35	]
4. Az elosztóhálózatra kapcsolás .....	37	]
1.1. Teljesítményigény meghatározása .....	37	
4.2. Elosztóhálózatra kapcsolás feltételei .....	38	
4.3. A fogyasztásmérő berendezések .....	39	20
4.4. A villamos energia fogyasztás elszámolása .....	41	0:
4.5. Nullázásos érintésvédelem, egyenpotenciálú hálózat .....	42	
4.5.1. Érintésvédelem nullázása.....	42	
4.5.2. N illetve PEN vezető és szétválasztása.....	43	
4.5.3. EPH hálózat .....	44	]
5. Vagyonvédelmi berendezések és rendszerek, tűzjelző berendezések .....	46	]
5.1. Vagyonvédelmi berendezések és rendszerek .....	46	
5.1.1. Az elektronikus jelzőrendszerrel kapcsolatos követelmények.....	46	
5.1.2. Vagyonvédelmi jelzőrendszerek szünetmentes tápellátása.....	48	
5.1.2.1. Hálózati transzformátor .....	48	
5.1.2.2. Egyenirányító és feszültség stabilizátor .....	49	
5.1.2.3. Akkumulátorok .....	49	
5.1.3. A riasztás eszközei a helyszínen .....	51	
5.1.3.1. Villamos csengő.....	51	
5.1.3.2. Piezoelektromos sziréna .....	51	
5.1.3.3. Kombinált hang-fényjelző eszközök.....	51	
5.1.3.4. Hangszóró .....	52	
5.1.4. A riasztó rendszer érzékelői.....	52	
5.1.4.1. Mechanikus érintkezők és érzékelők .....	52	
5.1.4.2. Mágneses érintkezők.....	56	
5.1.4.3. Ultrahangos mozgásérzékelők .....	57	
5.1.4.4. Mikrohullámú mozgásérzékelők.....	57	
5.1.4.5. Kapacitív érzékelők .....	58	
5.1.4.6. Infrarorompók.....	58	
5.1.4.7. Passzív infraérzékelők .....	59	
5.1.4.8. Üvegtörés érzékelők .....	60	
5.1.4.9. Testhang érzékelők .....	61	
5.1.5. Vagyonvédelmi riasztó központ .....	62	
5.2. Tűzjelző rendszerek és alkalmazásuk .....	63	
5.2.1. „Nyugalmi” áramkörös tűzjelző rendszer .....	63	
5.2.2. „Intelligens” tűzjelző rendszer.....	65	]
6. Épületinformatikai rendszer felépítése.....	67	
6.1. Folyamatműszerezés az épületinformatika területén .....	67	
6.1.1. Hagyományos folyamatműszerezés .....	67	
6.1.2. Számítógépes folyamatműszerezés.....	68	
6.2. Épületinformatikai irányítási rendszer .....	68	
6.2.1. Irányított rendszer .....	68	
6.2.2. Irányító rendszer .....	69	
6.2.3. Az egységes irányító rendszer felépítése .....	69	
6.2.4. Az irányító berendezés egységei .....	70	

6.2.5.	Irányítástechnikai jelek csoportosítása, segédberendezések, célkitűzés .....	74
6.3.	Összekötések a hálózatban .....	75
6.4.	Jelzővonal és jelzőlánc .....	75
6.4.1.	Jelzővonal .....	76
6.4.2.	Jelzőlánc .....	78
6.5.	Hurokrendszer és intelligens rendszer felépítése .....	78
6.6.	Hurokközpont és intelligensközpont feladata, felépítése .....	80
6.6.1.	A központok fő feladatai .....	80
6.6.2.	A központok felépítése .....	81
6.6.3.	Hurokközpontok alkalmazása .....	81
6.6.4.	Intelligens központok alkalmazása .....	82
6.7.	Távfelügyeleti rendszer, diszpécserközpont .....	83
7.	Alkalmazási példák a kisfeszültségű villamos energia ellátásban .....	86
7.1.	Az épületinformatika feladata az erősáramú villamos energia ellátásban .....	86
7.2.	Épületfelügyeleti rendszer felépítése .....	88
7.3.	Túlfeszültségvédelemi eszközök beépítése a kisfeszültségű villamos energia elosztó hálózatba és az épületfelügyeleti rendszerbe .....	95
	Irodalom .....	98

#### A 8.-13. fejezet tartalomjegyzéke

8.	fejezet Buszrendszerek áttekintése 38368 .....	1
8.1	A busz szó jelentése .....	1
8.2	Buszrendszerek áttekintése .....	1
8.3	BACnet és az EIBnet .....	4
8.4	Powerline EIB .....	8
8.5	LON .....	9
8.1.1	Osztott intelligencia .....	9
8.1.2	Szabványok .....	9
8.1.3	Átviteli médiumok .....	10
8.1.4	Szervezet .....	10
8.1.5	Szabványok .....	11
8.1.6	Topológia .....	11
8.1.7	Készülékek .....	11
8.1.8	Szoftver .....	12
8.6	LCN .....	12
8.7	Rádiófrekvenciás busz (Funkbus) .....	14
8.1.1	Vezeték nélküli kapcsolások .....	14
8.1.2	Mobil vagy helyhez kötött alkalmazások .....	14
8.1.3	Rádiós mozgásérzékelő .....	14
8.8	PHC .....	15
9.	Az instabus EIB rendszer előnyei, alkalmazási területei 26078 .....	16
9.1	Az EIBA feladatai, céljai .....	16
9.2	A Konnex egyesület és a KNX buszszabvány .....	17
9.3	A villamos installációval szemben támasztott követelmények .....	18

9.5	Épületekben alkalmazott gyengeáramú rendszerek.....	21
9.6	Az <i>EIB</i> alkalmazási területei.....	27
10.	Az <i>EIB</i> rendszer működése 38689.....	31
10.1	Fogalmak.....	31
10.2	Átviteltechnikai alapok.....	32
10.2.1	Átviteli formátumok.....	32
10.2.2	Szinkronizálás.....	32
10.2.3	Az OSI refernciamodell.....	32
10.2.4	Átviteli médiumok.....	32
10.2.5	Zavarérzékenység kétvezetékes rendszerekben.....	33
10.3	Buszrészttvevők csoportosítása.....	34
10.4	Topológia.....	35
10.5	A busz energiaellátása, a tápegység és a fojtó működése.....	40
10.6	Fizikai cím.....	47
10.7	Logikai cím.....	49
10.8	A távirat felépítése, protokoll.....	51
10.8.1	A kontrollmező.....	52
10.8.2	Forráscím.....	53
10.8.3	Célcím.....	53
10.8.4	Routing számláló.....	54
10.8.5	Hossz.....	55
10.8.6	Hasznos információ.....	55
10.8.7	Ellenőrző mező.....	56
10.8.8	Nyugtázás.....	57
10.9	A buszhozzáférés, a CSMA/CA eljárás.....	58
10.10	<i>EIB</i> készülékek általános felépítése, kialakítási formái.....	59
10.11	A buszcsatoló és az alkalmazói modul felépítése.....	61
10.11.1	A buszcsatoló (BA - Busankoppler/BCU - Bus Coupling Unit).....	61
10.11.2	Alkalmazói interfész.....	64
10.11.3	Buszvégekészülék, alkalmazói modul.....	64
10.12	Flag-ek.....	64
11.	Az <i>EIB</i> rendszer készülékeinek ismertetése 53630.....	66
11.1	Taszterek, nyomógombos kezelőfelületek.....	67
11.1.1	Egyszeres nyomógombos kezelőfelület.....	67
11.1.2	Kétszeres nyomógombos kezelőfelület.....	70
11.1.3	Négyszeres nyomógombos kezelőfelület.....	70
11.2	Bináris bemenetek.....	72
11.3	Bináris kimenetek.....	75
11.4	Kapcsoló/dimmelő aktor.....	78
11.5	Tronic dimmelő aktor.....	79
11.6	Redőnyvezérlő aktor.....	80
11.7	Szobatermosztát.....	82
11.8	Elektromotoros szelep.....	84
11.9	Mozgásérzékelő.....	84
11.10	Kapcsolóóra.....	85
11.11	Fényérzékelő.....	85
11.12	Alkonykapcsoló.....	89
11.13	Infravörös távvezérlő (adó/vevő).....	90

11.14	Telefonos modem (analóg, digitális) .....	90
11.15	Analóg bemenet .....	92
11.16	Világítási képtároló .....	92
11.17	Logikai egység .....	92
11.18	Időzítő/szűrő egység.....	102
11.19	RS 232 interfész.....	103
12.	Alkalmazási példák 8829 .....	104
12.1	Komplex világításvezérlési példa .....	104
12.2	Fűtésvezérlési alkalmazások .....	106
12.3	Redőnyvezérlés .....	108
13.	Az ETS tervező és beüzemelő szoftver 3066.....	110
13.1	Tervezés .....	110
13.2	Üzembe helyezés.....	110
13.3	Diagnosztizálás .....	111

## Bevezetés

Ez a könyv (kibővített előadásvázlat) a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Tanszék „Épületinformatika” című tárgyára, valamint a BME Természet és Társadalomtudományi Kar által gondozott műszaki menedzserasszisztens iskolarendszerű akkreditált felsőfokú szakképzés tananyagaira alapozva készült. Ez utóbbi esetben felhasználja a Phare HU-94.05 támogatásával készült „A felsőoktatás sokoldalúbbá tétele” című program keretében készült és a jelenlegivel megegyező című jegyzet anyagát is.

A természettudományos és műszaki diplomával rendelkező, energetikai szakterületen dolgozó szakterülete a műszaki menedzserment, amely a vállalat működési feltételeit hivatott biztosítani vagy a vállalat tevékenységének középpontjában áll. Saját munkaterületén - integrált információ-kezelési szemléletben - gondoskodik arról, hogy a megkívánt információ, a megfelelő időben, a megfelelő helyen rendelkezésre álljon. E cél érdekében a vállalatok vállalati informatikai folyamatait adatokkal látja el, az adatok feldolgozásával, értékelésével és szintetizálásával újabb adatokat állít elő és az ehhez szükséges informatikai eszközöket kezeli.

Az elmondottak értelmében a végzett hallgatóknak egyik kiemelkedő feladata a vállalatok, nagyépületek (pl. irodaépületek), épületegyüttesek és kisépületek (pl. családi házak) épületinformatikai rendszerének kiépítése. Ennek az épületinformatikai rendszernek a kiépítése magában foglalja a villamos energia ellátó rendszer, az épületgépészeti rendszer, a vagyonvédelmi rendszer, a betörésvédelmi rendszer, a tűzvédelmi rendszer stb. folyamatos figyelését, az egyes területeken a számítógépes adatgyűjtést és feldolgozást, a kívánalmaknak megfelelő számítógépes folyamatirányító és automatikus működtető rendszer telepítését, működtetését. Kiemelt feladatuk az energiaellátás - illetve energiafogyasztási maximum - felügyelete, a világítás, a fűtés, a hűtés, a szellőzés, a klíma és a redőnyök vezérlése, amely döntő fontosságú az energiatakarékosság szempontjából, az épület vagy épületegyüttesek üzemeltetés során.

A szakembereknek műszaki döntéseik gazdasági kihatásaival is tisztában kell lenniük, ez pedig elképzelhetetlen megfelelő épület-rendszertechnikai és műszaki-gazdasági elemzések nélkül. A korszerű, ún. integrált épületinformatikai rendszer létesítése napjainkban - az épületek vonatkozásában - kialakuló új műszaki irányzatot jelenti. A teljesség igénye nélkül ebben a könyvben foglaltuk össze - az említett műszaki irányzattal kapcsolatos - lényeges fogalmakat, módszereket és kiviteli szempontokat, néhány alkalmazási példával kiegészítve.

A továbbiakban bemutatjuk napjaink egyik legkorszerűbb épületinformatikai rendszerét, az instabus EIB rendszert, amely fejlett technológiával gazdaságosan képes ellátni az épület-üzemeltetési és felügyeleti funkciókat.

A könyv 1.-7. fejezeteit Szandtner Károly, míg a 8.-12. fejezeteket Kovács Károly írta.

Budapest, 2002. május

a Szerzők

## 1. Információ, informatika, épületinformatika

A mai világunkba beleszülető embert a környezetéből sokféle hatás éri, amelyek befolyásolják a viselkedését és gyakran meghatározzák a tevékenységét. Ezeket a környezeti hatásokat más megfogalmazásban információnak nevezzük. Az információt mindig valamilyen információhordozó (fény, hang, szag stb.) közvetíti az ember számára. Az emberhez eljutó információ vagy közlemény általában valamilyen új ismeretet tartalmaz, amely közleményt illetve jelsorozatot értelmezni kell, azaz érteni kell a közlemény nyelvét. Ha az ember megérti a közleményt, akkor az őt ért hatások tudatos vagy nem tudatos (ösztönös) értékelése után dönt a válaszáról (pl. nyugtázza a történeteket, nemtetszésének ad hangot, rögtön beavatkozik) úgy is mondhatjuk, hogy döntést hoz.

Az információ vagy közlemény tartalmi részét és megjelenési formáját mindig külön kell választanunk, mert ugyanaz a jelsorozat egy másik környezetben, egy másik döntési helyzetben egészen más információt jeleníthet meg. Így például a csengő hangjelzése az épületbe belépésre váró érkezését, a munkaidő végét vagy a tűzoltóság riasztását is jelentheti. Hasonlóképpen egy számjegy sorozat, pl. a 32-es szám, egyik környezetben a dolgozó életkorát, a másikban az épület szinti alelosztójának a számát jelentheti.

Az ember számára hasznos jelsorozatok a környezetből indulnak ki, valamilyen közegen keresztül eljutnak az emberhez, aki azt értelmezi, felhasználja. Eközben az információ többször is átalakulhat, egyrészt formailag, másrészt tartalmilag. Az utóbbi átalakulás azt jelenti, hogy új információ keletkezett a régeből.

Az informatika az a tudományág, amely az információk keletkezésével, továbbításával, feldolgozásával, hasznosításával foglalkozik a legtágabb értelemben. Az informatika tárgyköre tehát nem szűkül le kizárólag pl. a számítógépes adatfeldolgozásra, hanem ennél szélesebb körben értelmezhető.

Az épületinformatika az előbb megfogalmazott tudományági besoroláshoz képest már szűkebb területet ölel fel. Itt elsősorban az épület vagy épületegyüttes és az ember kapcsolatában előforduló információk gyűjtésével, továbbításával, feldolgozásával és hasznosításával foglalkozunk.

A korszerű kiépítettségű épületekben az épület vagy épületegyüttes üzemeltetését, a napi üzemvitelt néhány szakképzett ember irányítja nagyszámú érzékelővel, mérőműszerrel és lát jelzővel, többségükben ma még kézi vezérléssel, kisebb részben önműködő irányító berendezéssel. Az épületfelügyeleti és üzemeltetési munka hatékonyságának növelése, a nehéz fizikai munka részarányának csökkentése, a nagy kiterjedésű és bonyolult rendszer(ek) gazdaságos, valamint biztonságos üzemvitele érdekében szükséges az épület üzemeltetési folyamatainak automatizálása.

A kitűzött cél eléréséhez először az épületüzemeltetési folyamatot a megkívánt szintnek megfelelően gépesíteni kell, ezután készülhet el a folyamat műszerezés és a lát jelzés, majd az automatizálás. Az adott épületüzemeltetés technológiai folyamatainak lényeges jellemzőit mérnünk kell, így a megbízható és reprodukálható üzemi mérés technika a folyamatműszerezés, a lát jelzés vagy kijelzés az önműködő irányítás előfeltétele.

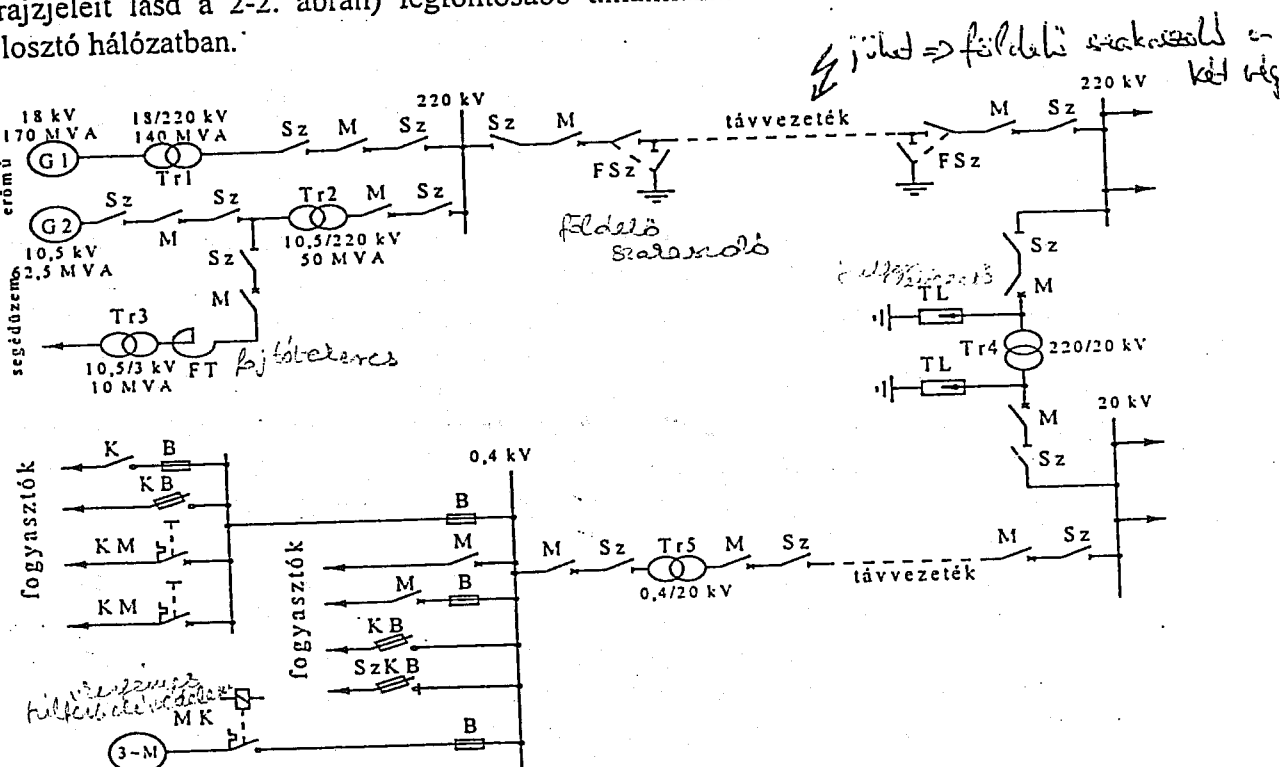
A következő fejezetekben röviden összefoglaljuk a villamos készülékek szerepét a villamos hálózatokban, a kiefeszültségű energialeosztó hálózat felépítését, a hálózatra kapcsolás feltételeit, a rendszer kiépítés néhány szempontját, a fogyasztók osztályba sorolását, a többszörös betáplálású rendszerek átkapcsoló automatikáját és meddőkompenzációját, végül az épületinformatikai rendszer kiépítési szempontjait.



## 2. Villamos készülékek szerepe a villamos energia elosztó hálózatokban

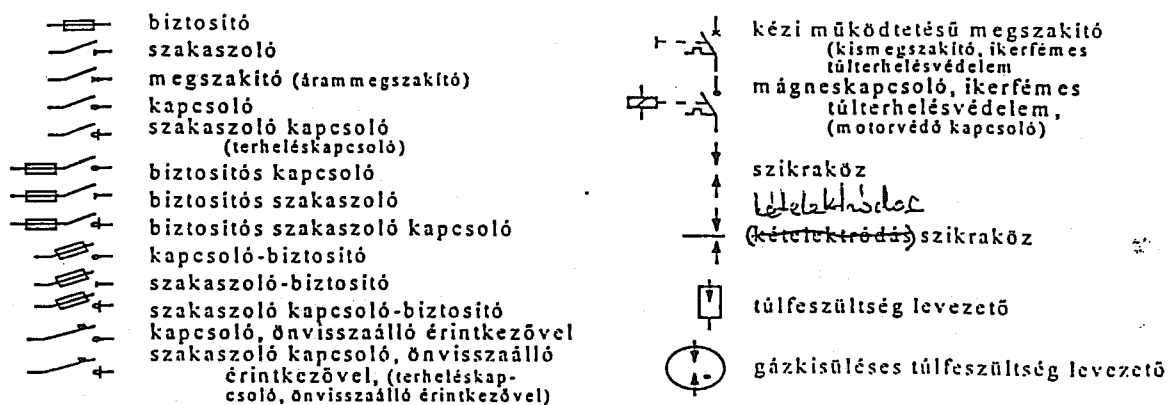
A villamos készülékek szerepe az energiaellátásban, a villamos energiaszállításban és általában a villamos jelek továbbításában van. Mindamellett szerepük a fő energia átalakító és szállító egységek, transzformátorok, villamos gépek, távvezetékek stb. mellett másodlagosnak tűnik. Ez azonban nem csökkenti fontosságukat. Jellemző, hogy az elektrotechnika minden területén alkalmazzák és meghibásodásuk esetén saját értékük sokszorosát is elérheti a kár, amely az energiaellátás kiesése, több berendezés meghibásodása és üzemképtelensége miatt következik be.

A villamos energia útját az erőműtől a fogyasztókig a 2-1. ábra egyvonalas kapcsolási vázlatán követhetjük nyomon, amely egyúttal bemutatja a villamos készülékek (rajzjeleit lásd a 2-2. ábrán) legfontosabb alkalmazási területeit a villamos energia elosztó hálózatban.



2-1. ábra A villamos energia útja az erőműtől a fogyasztókig

A generátorok az erőművekben a villamos energiát 50 illetve néhány országban 60 Hz-es váltakozó feszültség formájában állítják elő, amelynek értéke: 6 ... 18 kV. A gazdaságos energiaszállítás érdekében ezt a feszültséget nagyobb feszültségre (120, 220, 400 vagy 750 kV) kell feltranszformálni. A feszültség szint a szállítandó villamos energia nagyságával és a szállítási távolság növekedésével emelkedik. Váltakozó feszültség esetében 1 kV-ig, egyen feszültség esetében 1,5 kV-ig terjed a kisfeszültségű tartomány. E feletti feszültség a nagyfeszültség, amelyet szokás közép- (100 kV alatt), nagy- (100 és 400 kV között) és igen nagy (400 kV felett) feszültségű tartományra osztani.



2-2. ábra Villamos készülékek rajzjelei

A vezetékek csatlakozási pontjai a kapcsolóállomások, ahol a bejövő és elmenő vezetékek az ún. gyűjtősínre vagy gyűjtősínekre csatlakoznak. A nagyfeszültségű kapcsolókészülékek (szakaszolók, megszakítók, áram- és feszültségváltók, túlfeszültséglevezetők stb.) és transzformátorok az állomásokban helyezkednek el.

### 2.1. Megszakítók

A 2-1. ábrán látható M-jelű megszakítók elsődleges feladata a zárlatok esetén fellépő igen nagy áramok (a névleges üzemi áram 10 ... 50-szerese) kikapcsolása vagy az ilyen zárlatos körre való rákapcsolás és kikapcsolás. A zárlati áram nagyságát az ábrán látható FT-jelű fojtótékercs korlátozhatja, amelynek impedanciája az üzemi terhelés impedanciája mellett elhanyagolható nagyságú.

Külön kell említenünk a kismegszakító hálózatban, 0,4 kV-on üzemelő megszakítókat, amelyek felépítése jelentősen eltér a nagyfeszültségű megszakítókétól. A hajtó szerkezet rendszerint mechanikus rugóerő tárolás megoldású motorikus vagy kézi felhúzással, amely egy egységet képez a háromfázisú érintkező és ívöltő szerkezettel illetve a védelem céljait szolgáló kioldókkal (túlterhelés és zárlatvédelmi, feszültségcsökkenési, munkaáramú). Speciális kismegszakító fajta az erősáramú kismegszakító (KM-jelű), amely főleg kismegszakító hálózatok egyedi leágazásaiban lévő vezetékek vagy készülékek túlterhelés- és zárlatvédelmére szolgál. Háztartásokban, kommunális létesítményekben és egyéb egyedi felhasználási területen az olvadóbiztosítókat helyettesítik. Ma már - az épületfelügyeleti rendszer kiépítésekor kiválóan használható - segédérintkező egységekkel kiegészítve, külön szabvány előírásoknak megfelelően tömeggyártásban készülnek, 1,5-30 kA zárlati megszakítóképeségi értékekkel.

### 2.2. Szakaszolók

A távvezetéken a villámcsapás következtében túlfeszültség keletkezhet, amely a szigetelők átütéséhez vezethet, vagy a berendezések szigetelésének tönkremenetelét eredményezheti. A megszakítók méreteit nagyon megnövelné, ha úgy kellene méretezni őket, hogy érintkezőik között ne jöhessen létre átütés. E célra - a 2-1. ábra alapján - egy másik készülék az Sz-jelű szakaszoló szolgál, amely a megszakítóval sorba van kötve és nyitott állapotban biztonságosan szigetel. Szükség esetén a transzformátort, a megszakítót és a gyűjtősínt is javítani illetve cserélni kell, ezért a szakaszolókat úgy helyezük el és annyit belőlük, hogy bármelyik hálózati elem a távvezeték mindkét oldaláról jól látható módon feszültségmentesíthető legyen. Általában a szakaszolótól nem várjuk el a terhelés alatti működést, azaz nem kell tudnia áramot megszakítania.

Ezért kikapcsolni csak árammentes állapotban szabad, amelyet úgy érünk el, hogy működtetésére lehetőség csak a megszakító kikapcsolt állapotában van (mechanikus vagy villamos retesz, illetve ezek egyidejű alkalmazása).

Lekapcsolt távvezetéken villámcsapás, töltésmegoszlás, átindukálás stb. következtében töltés halmozódhat fel, amely feszültségemelkedés formájában veszélyezteti a távvezetéken dolgozó személyzetet. Ennek megakadályozására a feszültségmentesített távvezetékot az FSz-jelű földelőképes-szakaszolóval kell leföldelni. A földelőképes-szakaszoló általában reteszeli a vonali szakaszolót úgy, hogy ne lehessen feszültséget adni a leföldelt vezetékszakra.

### 2.3. Túlfeszültség-levezetők

A 2-1. ábrán látható transzformátorok szigetelése általában gyengébb, mint a hálózat többi elemének a szigetelése, ezért külön védik TL-jelű túlfeszültség levezetőkkel, amely levezetők a méretezéstől függően egy adott feszültség elérésekor megszólalnak és csak egy meghatározott értékű túlfeszültség hullámot engednek tovább haladni. Túlfeszültség levezetés céljára szolgálhat a koordináló szikraköz, az oltócső, a nemlineáris levezető ellenállást (SiC) tartalmazó túlfeszültség-levezető, a fénoxid (pl. ZnO) túlfeszültség korlátozó, a kisfeszültségű varisztor, a lavina dióda (szupreszor dióda) vagy az egyedileg méretezett R-C csillapító tag. Ez utóbbiakat nem tüntettük fel az egyvonalas kapcsolási vázlatban.

### 2.4. Biztosítók

A 2.1 fejezetben megismert megszakítók mellett a B-jelű olvadóbiztosítók feladata még a zárlatvédelem. A biztosítóban lévő olvadószál a hálózat "tudatosan meggyengített" része, amely szál keresztmetszetét adott határáramra és zárlati áramra történő méretezéssel határozzuk meg. Rendellenes üzemi körülmények közben a nagy túlterhelési illetve zárlati áramok hatására a szál megolvad és elszakad. Működésük jellemzésére a kiolvadási idő-áram, az áramkorlátozó és az olvadási illetve működési  $i^2 \cdot t$  jelleggörbe szolgál.

A kisfeszültségű biztosítókat motorok, készülékek, háztartási eszközök és berendezések vagy hálózatok zárlatvédelmére használják. A biztosító fő szerkezeti részei: az olvadóbetét (olvadószál+ ivoltó közeg+burkolat), valamint a csatlakozó elemek (aljzat, fedél stb.). Az olvadóbetét és a csatlakozóelemek alapján az alábbi biztosító fajtákat alkalmazzuk: csöves készülék-biztosítók, D-rendszerű ("Diazed") biztosítók és nagyteljesítményű kések biztosítók.

Külön érdemes megemlíteni a nagyobb szigetelési távolsággal készülő, 3 ... 40,5 kV feszültségű ún. középfeszültségű hálózatokba beépített biztosítókat, amelyeket kis áramerősségű berendezésekben, transzformátor-, kondenzátor-, kábel- és feszültségváltó-leágazásban zárlatvédelemre alkalmazzák és elsődleges feladata a fellépő zárlati áram korlátozása.

### 2.5. Kapcsolók, kontaktorok

Az üzemi áram gyakori ki-bekapcsolására külön készülék, az ún. K-jelű kapcsoló szolgál (régebbi elnevezés szerint terheléskapcsoló). Erre a kapcsolóra azért van szükség, mert a megszakító élettartama műszaki és gazdasági okok miatt korlátozott, a biztosító pedig általában nem alkalmas az áramkörök ki-be kapcsolására.

A kapcsolótól megköveteljük az üzemi- és túlterhelési áram ki-be kapcsolását és vezetését, valamint a védelem megszólalásáig a zárlati áramok károsodás nélküli elviselését. Szerkezeti felépítését tekintve a főbb típusok: nyomócsapos kapcsolók (nyomógombok, segédérintkezők, végállás kapcsolók stb.), forgókapcsolók (bütykös és görgős kapcsolók, hengeres kapcsolók, kapcsoló hengerek, mesterkapcsolók, kontrollerek stb.), billenőkaros- és billenőpályás kapcsolók (pl. világítási installációs kapcsolók, nyomáskapcsolók), általában kézi működtetésűek.

Külön érdemes megemlíteni a kontaktort, amelynek az a jellemzője, hogy egy nyugalmi helyzete van és gépi működtetésű. Leggyakrabban a kontaktor működtetésére elektromágnes szolgál, amelyet ebben az esetben mágnescapcsolónak nevezünk (MK-jelű készülék a 2-1. ábrán). A kontaktor vagy mágnescapcsoló rendszerint motorok kapcsolására szolgál, gyakran 6.I<sub>c</sub> indítási áram be-ki kapcsolása mellett.

A nagy értékű, a technológiailag jelentősebb és a jobb kihasználtságot megkövetelő motorokat túlterhelés védelemmel is el kell látnunk. Erre szolgálnak a motorvédő kapcsolók, amelyek mágnescapcsolót és túláramvédelmi elemet tartalmaznak. Ez a túláramvédelmi elem lehet ikerfém (áramvédelem), termisztoros (PTC-s hőmérsékletvédelem) vagy analóg elektronikus szimulátor illetve mikroprocesszor.

## 2.6. Készülék kombinációk

Ha a szakaszoló illetve a kapcsoló biztosítót ivoltó szerkezettel látjuk el, akkor alkalmassá tehető az üzemi áramok megszakítására. Az ilyen készülékek az ún. szakaszoló-kapcsoló és szakaszolókapcsoló-biztosító (SzKB-jelű) illetve a kapcsoló-biztosító (KB-jelű).

Újabban olyan megoldásokkal is találkozunk, hogy a biztosítót összeépítik a szakaszolóval, a kapcsolóval vagy a szakaszoló-kapcsolóval (biztosító szakaszoló, biztosító kapcsoló, szakaszolókapcsoló-biztosító) és így a feszültségmentesítés, a kapcsolás, a zárlatvédelem egy készülékkel olcsóbban megoldható, mintha funkcionálisan külön készülékeket építettünk volna be.

Hasonló törekvés figyelhető meg a megszakítási és szakaszolási funkció összevonásával kialakított ún. kiszakaszolható, kihúzható vagy kikocsizható megszakítók alkalmazása során, amikor is a megszakító kikapcsolását szakaszolási művelet követ (a dugaszolható vagy újjas érintkezők között az előírt szakaszolási távolságot biztosítják).

Készülék kombinációk alatt értjük azokat a leggyakrabban használt kontaktor-kombinációkat is, amelyek a háromfázisú motorok forgásirány váltására, önműködő csillag-háromszög átkapcsolására vagy a háromfázisú csúszógyűrűs motorok indító ellenállásainak lépcsőzetes rövidzárására szolgálnak.

## 2.7. Relék és kioldók

A 2-1. ábrán látható hálózatban fellépő zárlati áramokat veszélyességük miatt a lehető leggyorsabban le kell kapcsolni. Ezt a feladatot a védelem látja el, amely érzékeli a zárlati áram nagyságát, jellegét, távolságát és fennállásának idejét, majd ezután parancsot ad a zárlathoz legközelebb eső megszakító működésére. Amennyiben a működtetett megszakító meghibásodik, akkor a védelem gondoskodik a fedővédelemről is, azaz a hozzá legközelebbi megszakító működtetéséről.

A túlterhelési áramok a nagyságuktól függően rövidebb vagy hosszabb ideig fenntarthatók, ezért kikapcsolásuk nem feltétlenül indokolt. Például a rövidrezárt forgórészű aszinkron motorok indítási áramlökése az üzemi áram 6 ... 8-szorosa is lehet,

amely a motor megindulása után fokozatosan csökken. Ezt az áramot nyilván ebben az esetben nem szabad zárlati áramnak tekinteni.

Ugyanakkor más fogyasztók pl. egy vezeték, vagy egy kábel védelme esetén ilyen nagy áram csak zárlat hatására jönne létre. A védelem feladata a két eset megkülönböztetése. A védelem elemei a relék és a kioldók.

A relé érzékeli valamilyen villamos vagy nem villamos mennyiség megváltozását és hatására - amennyiben az egy bizonyos értéket elér - megszólal, azaz érintkezőket zár vagy nyit, s ez által villamos jeleket továbbít.

A kioldó hasonló módon érzékeli a mért, pl. villamos jel megváltozását, azonban megszólalásakor többnyire mechanikai jellet ad, azaz önzáró vagy reteszelő szerkezetet működtet, amely közvetlenül a főáramköri kapcsoló nyitását eredményezi.

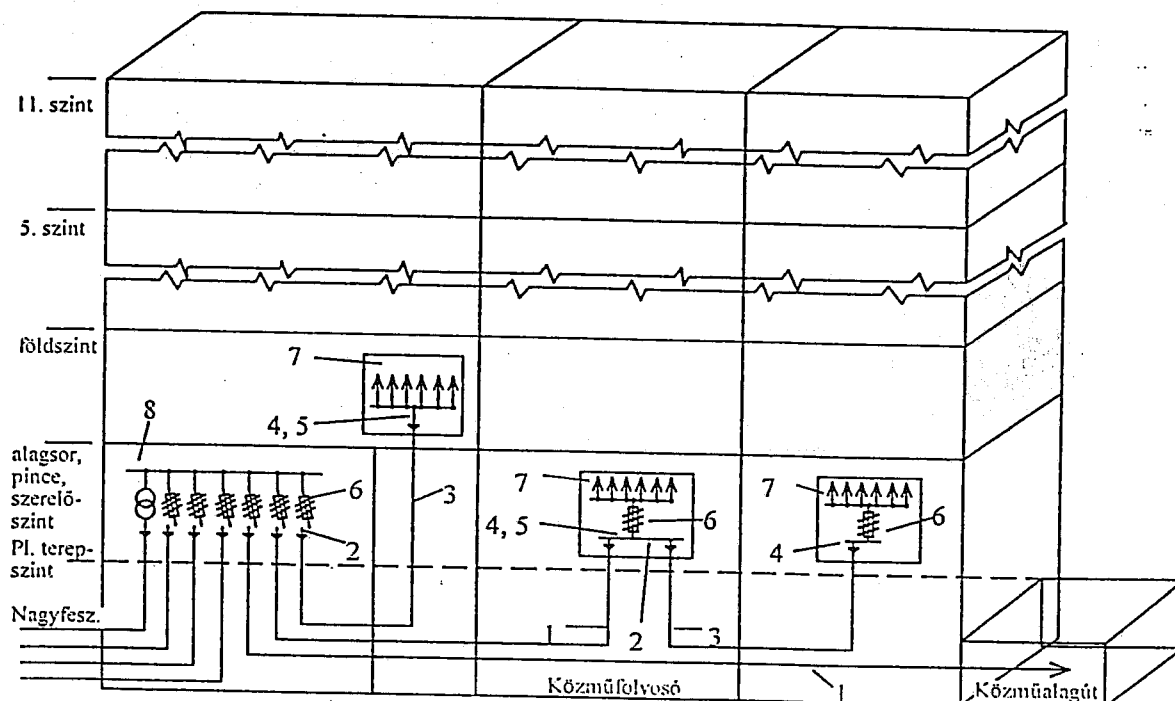
A relék kombinációjával bonyolult védelmi feladatok valósíthatók meg. Ezzel szemben a kioldók többnyire a kapcsolókészülékekkel összeépítve egyszerűbb védelmi feladatokat látnak el, vagy közvetlen beavatkozó elemként működnek. A kioldó lényeges tulajdonsága a gyors működés.

### 3. Betáplálás, kiefeszültségű erősáramú hálózatok

Az épületek kiefeszültségű energiaellátása jelentős mértékben eltér egymástól attól függően, hogy vidéki vagy városi betáplálási rendszert építünk ki.

A szabadvezetékes külterületi és községi hálózatoknál 20/0,4 kV-os oszlop-transzformátorállomás építése tekinthető a legolcsóbb megoldásnak.

A városokban többlakásos épületeknél, nagyépületeknél és közcélú épületeknél - nagy csatlakozási teljesítmény igények esetén - az épület közvetlen közelében 10/0,4 kV-os épített házas vagy vasházas transzformátorállomást telepítenek, de az épületen belüli transzformátorállomás elhelyezés is kivitelezhető (3-1. ábra).



3-1. ábra Többszintes vagy középmagas lakóépület hálózatra kapcsolása, az épületbe telepített transzformátor-állomással, az épületen belül, vezetett közcélú elosztóvezeték és csatlakozóvezeték hálózattal.

1 közcélú elosztóvezeték hálózat, 2 hálózati leágazó pont, 3 csatlakozópont, 4 csatlakozási pont, 5 fogyasztói vezeték hálózat kezdőpontja, 6 első túláramvédelmi készülék, 7 házi főelosztó berendezés, 8 elosztó hálózati transzformátorállomás

#### 3.1. Kisépületek energia betáplálása

A kisépületek fogalmkörébe általában a lakóépületek tartoznak, amely épületek villamos hálózatra kapcsolásának műszaki feltételeit az MSZ 447 szabvány írja elő. E szabvány előírásai alapján közcélú hálózatra csak olyan - a létesítési szabványoknak megfelelő - fogyasztói vezeték hálózat, illetve fogyasztó berendezés kapcsolható rá, amely egységesség és kezelhetőség tekintetében az áramszolgáltatói előírásoknak megfelel, továbbá nem zavarja más fogyasztó berendezés(ek) működését.

Az épület betáplálási csatlakozása készülhet szigetelt szabadvezetékekkel vagy földkábellel.

Szigetelt szabadvezeték csak akkor használható, ha a közcélú hálózat is szabadvezetékkel készült és az épület maximum hatlakásos, továbbá nem magasabb kétszintesnél. Ettől eltérő esetekben az épületek, ezen belül a lakóépületek villamos energia ellátása kábelsatlakozással (földkábel) nagyfokú üzembiztossággal valósítható meg. A kábel években mért élettartama lényegesen meghaladja a teljesítménynövekedés miatt később szükségessé váló kábelsere, illetve az ezzel járó szerelvények cseréjének idejét. Létesítési költsége napjainkban 3-8-szorosa a szabadvezetékes megoldásnak.

Ma már általában háromfázisú, négyvezetős rendszert építünk ki, ettől való eltérést csak a maximum két fogyasztási helyet ellátó szabadvezeték csetében enged meg a szabvány.

### 3.2. Nagyépületek energia betáplálása

Korábban már említettük, hogy a lehetőségekhez mérten a betápláló transzformátort az épületben helyezik el. A főelosztó berendezést a transzformátorral gyűjtősínrel (szigetelt vagy burkolt) vagy kábellel kötjük össze. A nagyépületek biztonságos betápláló rendszerében alapvetően kétféle energiaellátó rendszert különböztetünk meg (3-2. ábra):

#### 3.2.1. Hálózati normál (vagy szükség) energiaellátás

A fogyasztók általános célú vagy szükség ellátása esetén alkalmazzuk. Ebben az energiaellátó rendszerben háromféle betáplálást különböztetünk meg:

- 10/0,4 kV-os hálózati normál vagy üzemi betáplálás,
- 10/0,4 kV-os hálózati tartalék betáplálás (lehetőséghez mérten független kábelserekről),
- diesel aggregátoros illetve generátoros betáplálás.

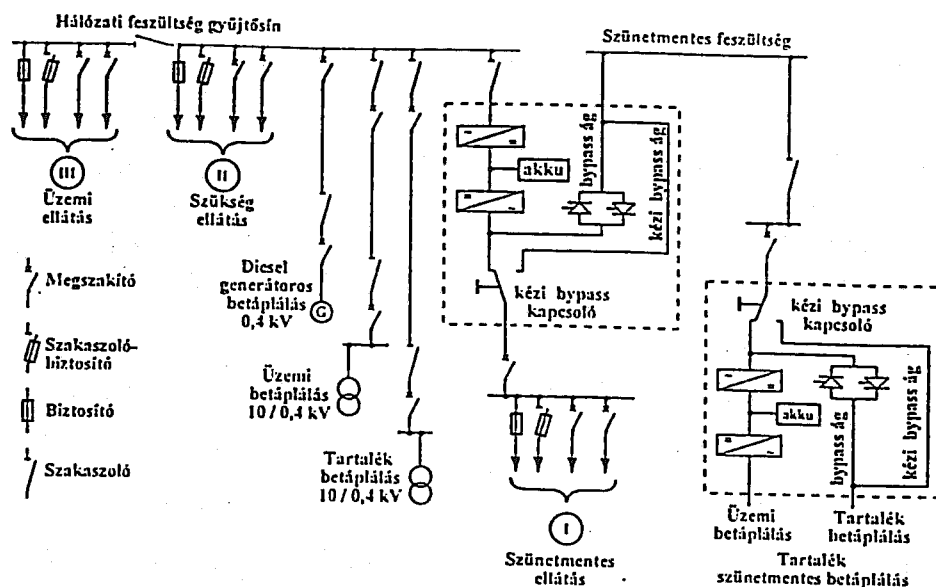
#### 3.2.2. Szünetmentes energiaellátás

Ez a rendszer a teljes kifeszültségű külső hálózat összeomlásakor is képes villamos energiával ellátni a fontosabb fogyasztókat. A nagy üzembiztonságra törekedve, itt már ötféle betáplálást különböztetünk meg (csak a szünetmentes gyűjtősínre vonatkoztatva):

- 10/0,4 kV-os hálózati normál vagy üzemi betáplálás,
- 10/0,4 kV-os hálózati tartalék betáplálás (lehetőséghez mérten független kábelserekről),
- diesel aggregátoros illetve generátoros betáplálás,
- szünetmentes tartalék betáplálás (egy másik épületből),
- a saját szünetmentes tápegység akkumulátor telepéről, 10-60 perces áthidalási idővel.

### 3.3. A villamos fogyasztók ellátási osztályba sorolása

A 3-2. ábrán feltüntettük a fogyasztóknak illetve a leágazásoknak az energiaellátási folyamatossága iránti igényét, amely egyben az energiavételezés prioritási sorrendjét is jelenti. Ennek megfelelően a fogyasztókat három csoportba lehet sorolni. Ez az épületen belül legalább két, néha három részben vagy egészében független hálózat kiépítését teszi szükségessé. Nézzük a három csoportot, a hozzárendelt főbb fogyasztók körével.



3-2. Nagyépület kiefeszültségű villamos energia betáplálási vázlata

### 3.3.1. Szünetmentes energiaellátást igénylő fogyasztók (I)

Ezeknek a készülékeknek és berendezéseknek a villamos energia ellátásában kiesés nem engedhető meg, az ún. kiesési idő nulla (10-15 ms). Ide tartoznak a következő hálózatok, fogyasztók és berendezések:

- folyamatos szolgáltatást nyújtó központi számítógépek, beleértve az épületfelügyeleti számítógépeket is,
- kiemelt fontosságú számítástechnikai adatátviteli hálózatok,
- telefonok és faxok, erősítő hálózatok és berendezések,
- biztonságtechnikai központok gépei és a biztonsági hálózat,
- tűzjelző készülékek és a tűzjelző hálózat.

### 3.3.2. Szükség energiaellátást igénylő fogyasztók (II)

Ebbe a fogyasztói csoportba tartozó készülékeknél és berendezéseknél rövididejű feszültség kimaradást megengedünk. A kiesési idő általában 1 perc körüli érték, amely a diesel aggregátor automatikus indításával és fokozatos terhelhetőségével van összefüggésben. A következő fogyasztók sorolhatók ebbe a csoportba:

- az egyedi igényeket kielégítő számítógépek,
- kiemelt szerverek vagy adatbázis központok,
- hűtőszekrények, mélyhűtő ládák,
- szükség vagy biztonsági világítás,
- személy- és teherfelvonók,
- kazánvezérlő automatikák,
- egyéb - egyedi technológiai igény alapján besorolt - fogyasztók.

### 3.3.3. Normál hálózati energiaellátást igénylő fogyasztók (III)

Ebben a fogyasztói csoportban az energiaellátás kiesésére vonatkozó időbeli korlátozás nincs. Az áramszolgáltató vállalat célja az, hogy a kiesési idő a lehető legkisebb legyen. A szünetmentes és a szükség ellátást nem igénylő fogyasztók mind ebbe a csoportba tartoznak.

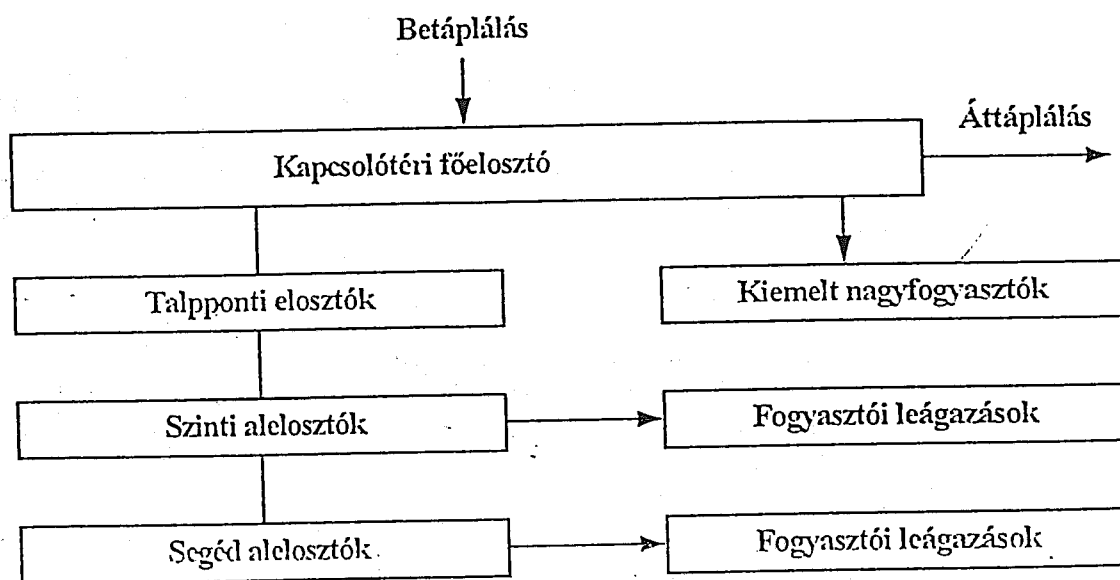


### 3.4. Kisfeszültségű erősáramú hálózat

Az épületek, ezen belül a lakóépületek kisfeszültségű erősáramú betáplálási csatlakozása és a villamos fogyasztó berendezések ellátásáig, az MSZ 447 szabvány a következő hálózat felosztást adja meg:

- méretlen fogyasztói hálózatot beleértve a méretlen fővezetékét, a házi főelosztó-berendezést illetve csatlakozó szekrényt, a felszálló- és leágazó fővezetékét, a vezérlő vezetékét és fogyasztásmérő berendezést;
- a mért fogyasztói hálózatot, beleértve a mért fővezetékét, a fogyasztói főelosztó táblát és a leágazó fogyasztói áramköröket;
- érintésvédelem, PEN és EPH rendszer.

A nagyépületek kisfeszültségű erősáramú betáplálási csatlakozásától a villamos fogyasztó berendezések ellátásáig a következő hálózatrészeket különböztetjük meg a 3-3. ábra alapján:



3-3. ábra Nagyépület villamos energia elosztó rendszer vázlata

#### 3.4.1. 0,4 kV-os kapcsolótér a főkapcsolóval

Az épületben elhelyezett transzformátor-állomástól bejövő betápláló sínek illetve kábelek fogadására kiépített főelosztó berendezést értjük ezalatt, amely a leggyakrabban egygyűjtősínes rendszerű. A cellákból felépített főelosztó berendezésben vannak elhelyezve:

- a normál illetve az üzemi betáplálás főkapcsolója, amely általában túláramvédelmi és zárlati lekapcsolásra alkalmas megszakító,
- a hálózat szigetelt leválasztását biztosító szakaszoló és a mérési célt szolgáló áramváltók, plombálható cellában elhelyezve,
- a fázis sínek a megkívánt számú áramköri leágazással és készülékezéssel,
- a PEN sín a szükséges leágazásokkal és az EPH csatlakozás,
- a tartalék betáplálások (hálózati, diesel generátor) összekötéseinek fogadása, a szükséges mérő és kapcsolókészülékekkel együtt,
- a külön kiépített szünetmentes betáplálás fogadása, a szükséges kapcsolókészülékekkel,
- a fázisjavító berendezések mérő és kapcsolókészülékei,

- a túlfeszültségvédelem I. fokozatának készülékei a szükséges előtét biztosítókkal együtt,
- működtető és vezérlőszekrény, a megkívánt átkapcsolások és fogyasztói korlátozások végrehajtására.

### 3.4.2. Talpponti elosztók

A többszintes nagyépületeknél, a nagy alapterületi kiterjedés miatt több felszálló fővezeték kiépítése is szükséges lehet, amely felszálló fővezetékek a tokozott talpponti elosztóktól indíthatók külön-külön a megfelelő szintekre. A fogyasztók ellátási fontosságát figyelembe véve célszerű normál, szükség és szünetmentes hálózat egyidejű kiépítése. Ha a gerincvezetők tokozott sínes megoldással készülnek, akkor a talpponti elosztók elmaradhatnak, sőt arra is van lehetőség, hogy a normál és a szükség hálózat egy rendszerben valósuljon meg és a kapcsolást ebben az esetben épületautomatika berendezés végezze.

### 3.4.3. Szinti alelosztók

A szinti alelosztók tokozott kivitelűek, feladatuk az adott szint vagy szint részlet számára szükséges villamos energia elosztása és továbbítása a fogyasztókhoz. Az energiafogadási és -továbbítási tagoltságuk hasonló a talpponti elosztókéhoz, azaz normál, szükség és szünetmentes alelosztók készülnek. Ezekben az alelosztókban helyezik el:

- a normál és szükség hálózat főkapcsolóit,
- a PEN vezető szétválasztását (külön PE és N vezető sín készül, a védővezető és nullavezető későbbi egyesítése már tiltott),
- normál világítási és dugaszolóaljzat hálózat illetve áramköri leágazásokat,
- szükség világítási és dugaszolóaljzat hálózat illetve áramköri leágazásokat,
- szünetmentes világítási és dugaszolóaljzat hálózat illetve áramköri leágazásokat,
- különböző hálózatra csatlakoztatható egyedi fogyasztói leágazásokat (segéd alelosztók),
- a túlfeszültségvédelem II. fokozatának készülékeit,
- a vagyonvédelmi és tűzjelző hálózat egyedi igény szerinti táplálását.

### 3.4.4. Segéd alelosztók

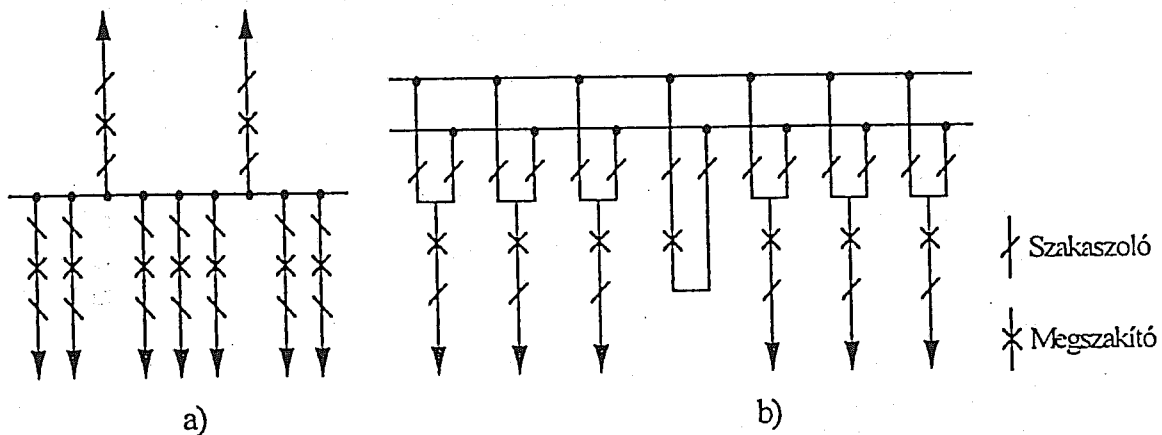
A szinti alelosztókhoz hasonló felépítésű tokozott elosztók, amelyek egyedi fogyasztók, vagy technológiailag összefüggő fogyasztói csoportok ellátására szolgálnak.

### 3.5. Egy- és kétgyűjtősínes, többszörös betáplálású rendszerek felépítése és átkapcsolási automatikája.

A kapcsolótérbe a transzformátor állomástól bejövő betápláló vezeték(ek) és a fogyasztókhoz elmenő leágazó vezeték(ek) nem közvetlenül egymáshoz, hanem általában a gyűjtősín(ek)hez csatlakoznak. A gyűjtősín(ek) kapcsolása és a vezeték(ek) csatlakozási módja a kapcsolótér (főelosztó vagy főelosztó állomás) felépítésének meghatározó tényezője, ezért a villamos energia elosztás biztonsági követelményeinek kielégítésére különböző gyűjtősín rendszerek alakultak ki: egygyűjtősínes, kétgyűjtősínes, kétgyűjtősínes segédsínnel, kettős transzformátorsínes és másfél megszakító gyűjtősínes berendezés. A kiefeszültségű energiaellátás területén alapvetően két rendszer alakult ki, nevezetesen az egy- és kétgyűjtősínes rendszer.

### 3.5.1. Egygyűjtősínes villamos energia elosztó rendszer

A legegyszerűbb gyűjtősín rendszer az egygyűjtősínes rendszer, amelynek vázlata a 3-4. a) ábrán látható. A gyűjtősínhez mindegyik leágazás szakaszolóval csatlakozik és ezzel szükség esetén, teljesen le is választható róla. Mivel a szakaszolót terhelés alatt sem nyitni, sem zárni nem szabad, mindegyik leágazásban egy megszakítónak is kell lennie. A megszakító időszakosan karbantartást igénylő készülék és ebből a célból nemcsak a gyűjtősínről, hanem a csatlakozó vezetékről is biztonságosan le kell választani. Erre akkor is szükség van, ha a vezeték más tápponthoz nem csatlakozik, tehát üzemszerűen a másik végéről nem kerülhet rá feszültség. Légtörési túlfeszültség vagy más vezeték üzemszerűen a másik végéről nem kerülhet rá feszültség. Légtörési túlfeszültség vagy más vezeték üzemszerűen a másik végéről nem kerülhet rá feszültség. Légtörési túlfeszültség vagy más vezeték üzemszerűen a másik végéről nem kerülhet rá feszültség. Légtörési túlfeszültség vagy más vezeték üzemszerűen a másik végéről nem kerülhet rá feszültség.



3-4. ábra Egygyűjtősínes a) és kétgyűjtősínes b) elosztórendszer vázlata

Az egygyűjtősínes rendszer legnagyobb hátránya, hogy magán a sínen csak az egész főelosztó berendezés feszültség-mentesítésével lehet bármilyen munkát végezni. Más megfogalmazásban, nemcsak az összes fogyasztót kell lekapcsolni, hanem a vezetékek közötti kapcsolat is megszakad. A megismert hátrány ellenére kisméretűen majdnem kizárólag ezt a rendszert használják, míg középfeszültségen csak a kisebb jelentőségű állomásokban.

### 3.5.2. Kétgyűjtősínes villamos energia elosztó rendszer

A kétgyűjtősínes rendszerben gyakorlatilag 100 %-os tartalék van, de más kapcsolástechnikai előnyei is vannak. Elvi elrendezési vázlatát a 3-4. b) ábra mutatja. Ezen az ábrán látható, hogy mindegyik leágazás egy-egy szakaszolóval mindkét gyűjtősínre csatlakoztatható. Főleg gazdasági okból kifolyólag többnyire csak egy megszakítót építenek be leágazásonként, de fontosabb helyen kettő is elképzelhető. A két gyűjtősínt (külső- és belső gyűjtősín) áthidaló megszakító köti össze egymással, amelynek fontos szerepe van a rendszer üzemeltetésében. A megszakító előtt és után szakaszoló található.

Rendes üzemben az áthidaló zárva van és összeköti a két gyűjtősínt, a leágazásokat pedig - a terhelés figyelembevételével - közel egyenletesen elosztják a két sín között. Ilyen üzemi állapotot mutat a 3-4. b) ábra. Amikor az áthidaló összeköti a két sínt, akkor a leágazásokat a gyűjtősín szakaszolókkal át lehet kapcsolni. Ehhez először a leágazás mindkét szakaszolóját zárni kell, majd az egyiket kinyitva a leágazás a másikra

kapcsolódik. Például a külső gyűjtősínen végzendő karbantartási munka alkalmával mindegyik leágazást a belső gyűjtősínre teszik át és az áthidaló megszakítóval szétválasztják a két gyűjtősínt. Ilyenkor a feszültségmentes, esetünkben a külső gyűjtősínhez kapcsolódó valamennyi szakaszolónak nyitva kell lennie.

Az áthidaló megszakítóval egy leágazás hibás megszakítója is helyettesíthető. Ez különben akkor fontos, ha a hibás megszakító beragad és nem tudja lekapcsolni a leágazást még zárlat alkalmával sem. Ebben az esetben az összes többi leágazást az előbb leírt módon a másik sínre teszik át és így a hibás leágazás csak az áthidalón keresztül kapcsolódik a többihez. Az áthidaló megszakítójának kikapcsolásával a hibás leágazás is lekapcsolódik és a szakaszolók kikapcsolásával teljesen leválasztható a gyűjtősínről. Ezután mindkét gyűjtősínt újra üzembe lehet helyezni.

Az áthidaló megszakító csak üzemszervi esetben használható fel a leágazási megszakító átmeneti helyettesítésére. Üzemszerűen nem alkalmas a feladat ellátására, mert az áthidaló megszakító védelme sokkal nagyobb terhelőáramra van beállítva.

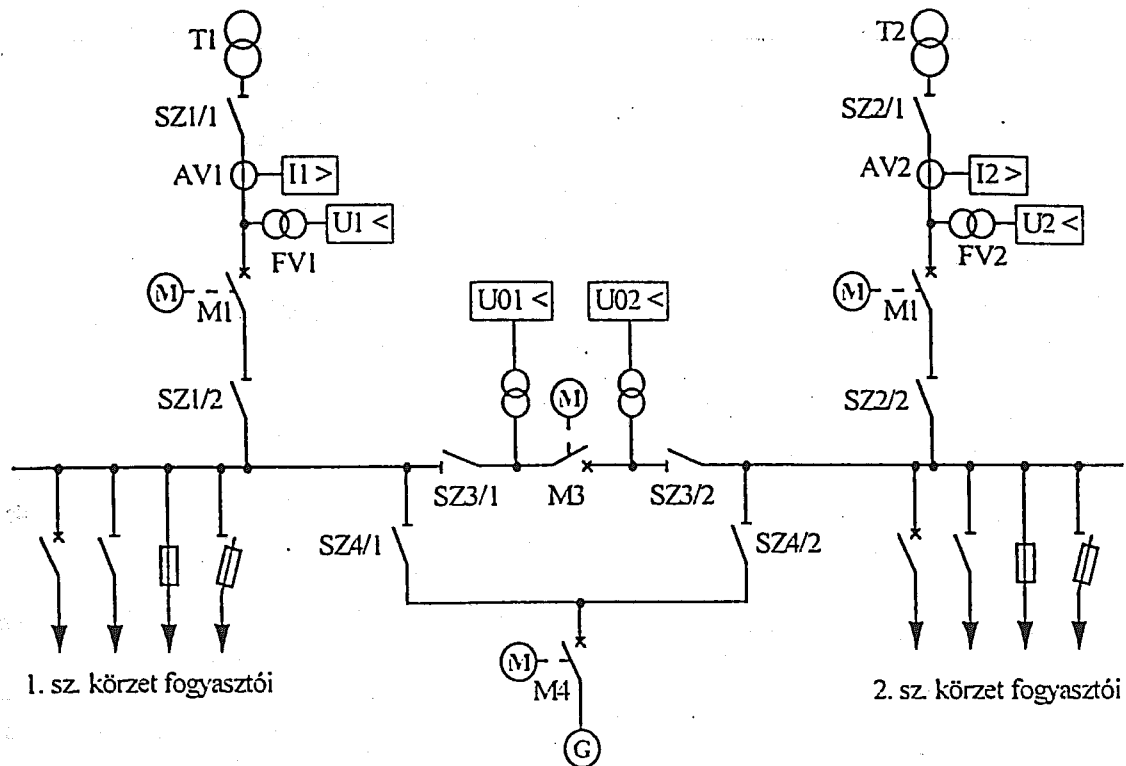
Fontosabb kapcsolóterekben, főelosztókban segédsínt alkalmaznak vagy a leágazási megszakítók duplázásával alakítják ki a teljes tartalékot.

### *3.5.3. Átkapcsoló automatika rendszer egygyűjtősínes főelosztóval*

Különböző rendeltetésű épületek és épületegyüttesek nagy megbízhatóságú szolgáltató funkciói illetve az egyedi technológiai folyamatai az üzemeltetés során csak rövididejű feszültségkimaradást viselnek el. Ezeket a helyeken legalább kettős energiabetáplálást építenek ki (hálózati normál illetve tartalék betáplálás), továbbá ezzel egy időben szükség áramforrás (diesel aggregátor illetve generátor) telepítésével biztosítják az energiaellátás folyamatosságát.

Az osztott, egygyűjtősínes villamos energia elosztó rendszer egyszerűsített egyvonalas kapcsolási vázlatát a 3-5. ábrán látható. Az 1. betáplálás az SZ1/1 és az SZ1/2 szakaszolókon, valamint az M1 jelű megszakítón keresztül, míg a 2. betáplálás az SZ2/1 és az SZ2/2 szakaszolókon, valamint az M2 jelű megszakítón keresztül csatlakozik a hosszában bontott egygyűjtősínes főelosztó berendezéshez. Az M3 jelű sínbontó megszakító két oldalán található az SZ3/1 és az SZ3/2 jelű szakaszoló. A diesel aggregátor az M4 jelű megszakítóval és az SZ4/1 illetve az SZ4/2 szakaszolókkal kapcsolható rá az előre kiválasztott gyűjtősín szakaszra.

Az I1> és I2> elektronikus túlterhelés érzékelők az átkapcsoló automatika bénítását végzik, ha üzem közben túlterhelés vagy zárlat alakulna ki. Az U01<, U02<, U1< és U2< háromfázisú feszültségfigyelők az energiaszolgáltatási feltételek illetve lehetőségek döntés előkészítő elemei. Az M jelű megszakítók minden esetben motorikus hajtásúak, az automatikus kapcsolási igény végrehajthatósága miatt, a szakaszolók ezzel szemben kézi működtetéssel is megfelelnek. Amennyiben ez utóbbi készülékek is motorikus hajtással készülnek, úgy a kézi előkészítő kapcsolások elmaradnak.



3-5. ábra Egygyűjtősínes, kettős betáplálású, szükség áramforrással ellátott villamos energia elosztó rendszer átkapcsoló automatika vázlatja

Az automatika rendszer működésének előfeltételei kézi működtetésű szakaszolókkal:

- A T1 jelű transzformátor feladata a normál üzemi ellátás, azaz a hálózati betáplálás.
- A T2 jelű transzformátor feladata a tartalék hálózati betáplálás biztosítása.
- A T1 és T2 jelű transzformátorok egyenként képesek ellátni a hálózat fogyasztóit energiával.
- A G jelű generátor csak szükség betáplálás céljára használható, teljesítménye kisebb az egyidejűleg üzemelő fogyasztók teljesítményénél.
- Az automatikus működtetés feltétele a kézi működtetésű SZ1/1, SZ1/2, SZ2/1, SZ2/2, SZ3/1, SZ3/2, SZ4/1 és SZ4/2 szakaszolók zárt állapota.
- Normál üzemben az M3 jelű sínbontó megszakító zárt állapotban van.
- Az üzemvitel az automatikus átkapcsolás kezdeményezése előtt túlterhelés és zárlatmentes volt.

Normál üzem, hálózati betáplálás mellett:

- Az M3 jelű sínbontó megszakító zárva van.
- Az üzemi betáplálás a T1 jelű transzformátorról történik.
- Az M1 jelű megszakító (mint üzemi főkapcsoló) bekapcsolásának feltétele az, hogy legyen üzemi feszültség, a tartalék főkapcsoló (M2) és az aggregát főkapcsoló (M4) nyitva legyen, továbbá a bekapcsolás előtt a gyűjtősín feszültségmentes legyen. A felsoroltak teljesülése esetén az üzemi főkapcsoló - az előírt programnak megfelelően - pl. 7 sec késleltetéssel bekapcsol.
- Amennyiben az üzemi feszültség nincs meg, úgy az előírt programnak megfelelően pl. 10 sec múlva kapcsoljon ki.

Üzemzavar, az átkapcsoló automatika rendszer lép működésbe:

- A tartalék hálózati betáplálás a T2 transzformátorról történik.

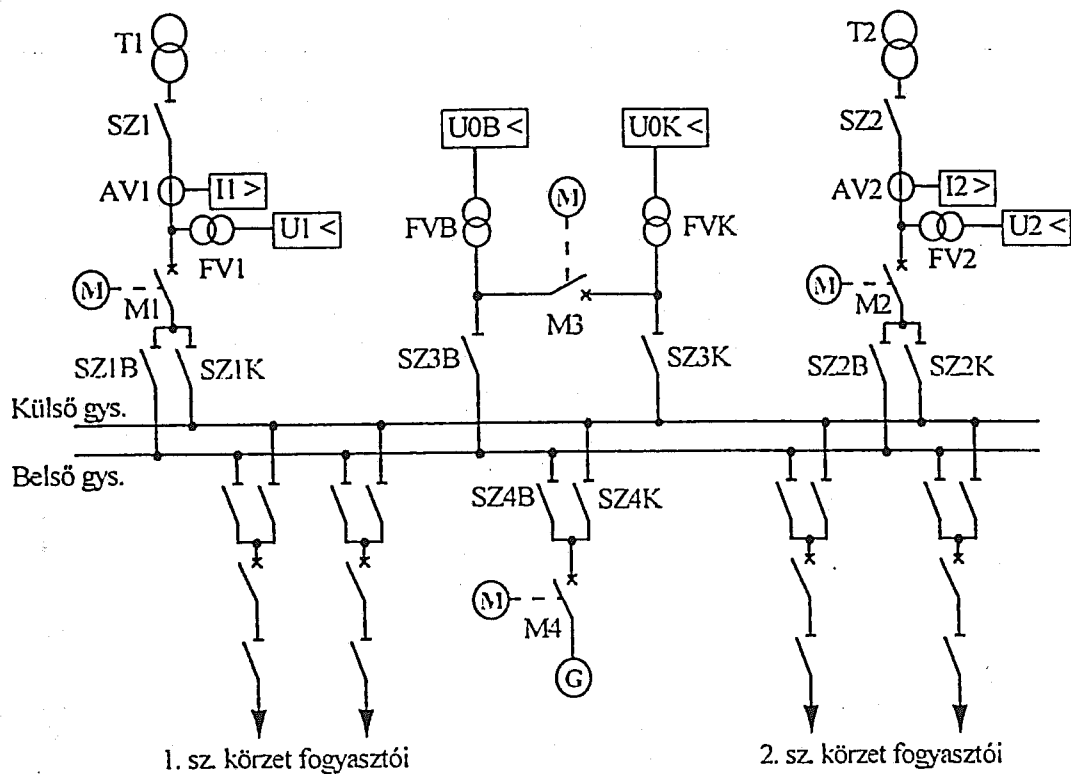
- Az M2 jelű megszakító (mint tartalék főkapcsoló) bekapcsolásának feltétele az, hogy legyen tartalék hálózati feszültség, az üzemi főkapcsoló (M1) és az aggregát főkapcsoló (M4) nyitva legyen, továbbá a bekapcsolás előtt a gyűjtősín feszültségmentes legyen. A felsoroltak teljesülése esetén a tartalék főkapcsoló - az előírt programnak megfelelően - pl. 15 sec késleltetéssel bekapcsol.
- Amennyiben a tartalék betáplálás hálózati feszültsége nincs meg, úgy az előírt programnak megfelelően pl. 10 sec múlva kapcsoljon ki.
- A tartalék hálózati feszültség nem áll rendelkezésre vagy megszűnik és a normál üzemi feszültség nem jön vissza, akkor a szükség hálózati betáplálás a diesel aggregátorról illetve generátorról történik. Az aggregátor automatikus indítással ellátva kb. 60 sec múlva éri el a felfutott, terhelhető állapotot.
- Az M4 jelű megszakító (mint generátor megszakító) bekapcsolásának feltétele az, hogy legyen generátor feszültség, az üzemi főkapcsoló (M1) és a tartalék főkapcsoló (M2) nyitva legyen, továbbá a bekapcsolás előtt a gyűjtősín feszültségmentes legyen. A felsoroltak teljesülése esetén a tartalék főkapcsoló - az előírt programnak megfelelően - pl. 20 sec késleltetéssel bekapcsol.
- A generátoros táplálás esetén fogyasztói korlátozás bevezetéséről is kell gondoskodni, ugyanis a fogyasztói teljesítmény igény meghaladja a generátor által szolgáltatott teljesítményt. Ezt a korlátozást külön erre a célra készített automatikus átkapcsolással lehet biztosítani úgy, hogy üzemzavar esetében az összes fogyasztót lekapcsolja a hálózatról (a gyűjtősínről), majd a generátorra való kapcsolást követően fokozatosan kapcsolja vissza az ellátási körbe bevont - ún. szükség ellátást igénylő - fogyasztókat.
- Az M4 jelű megszakító 120 sec késleltetéssel nyisson, ha visszajön a tartalék, illetve az üzemi feszültség. Ezt követően - az előzőekben ismertetett módon - automatikus átkapcsolással a korlátozás nélküli tartalék vagy normál üzemre áll át a rendszer.

Az átkapcsoló automatika rendszer mellett a kézi üzemre való átállási lehetőség is ki van építve azért, hogy az automatika rendszer hibája, a zárlat fellépése vagy az egyéb részleges rendszer hiba esetén a folyamatos üzem biztosítható legyen. Ma még gyakori megoldás a diesel aggregátor kézi indítása, amely biztonsági szempontból több ember összehangolt munkáját és felügyeletét kívánja meg.

#### *3.5.4. Átkapcsoló automatika rendszer kétgyűjtősínes főelosztóval*

A kétgyűjtősínes villamos energia elosztó rendszer egyszerűsített egyvonalas kapcsolási vázlata a 3-6. ábrán látható. Az 1. betáplálás az SZ1, az SZ1B és az SZ1K szakaszolókon, valamint az M1 jelű megszakítón keresztül, míg a 2. betáplálás az SZ2, az SZ2B és az SZ2K szakaszolókon, valamint az M2 jelű megszakítón keresztül csatlakozik a kétgyűjtősínes (belső és külső gyűjtősín) főelosztó berendezéshez. Az M3 jelű sínáthidaló megszakító két oldalán található az SZ3B és az SZ3K jelű szakaszoló. A diesel aggregátor az M4 jelű megszakítóval és az SZ4B illetve az SZ4K szakaszolókkal kapcsolható rá az előre kiválasztott belső vagy külső gyűjtősínre.

Az I1> és I2> elektronikus túláram érzékelők az átkapcsoló automatika bénítását végzik, ha üzem közben túlterhelés vagy zárlat alakulna ki. Az UB<, UK<, U1< és U2< háromfázisú feszültségfigyelők az energiaszolgáltatási feltételek illetve lehetőségek döntés előkészítő elemei. Az M jelű megszakítók minden esetben motorikus hajtásúak, az automatikus kapcsolási igény végrehajthatósága miatt, a szakaszolók ezzel szemben kézi működtetéssel is megfelelnek. Amennyiben ez utóbbi készülékek is motorikus hajtással készülnek, úgy a kézi előkészítő kapcsolások elmaradnak.



3-6. ábra Kétgyűjtősínes, kettős betáplálású, szükség áramforrással ellátott villamos energia elosztó rendszer átkapcsoló automatika vázlata

Normál üzemben a sínáthidaló megszakító (M3) és az SZ3B illetve az SZ3K szakaszoló zárva van, továbbá az üzemi betáplálás a T1 transzformátorról történik.

Üzemzavar esetén a T2 transzformátorról vagy a diesel aggregátorról történik a betáplálás a 3.5.3 fejezetben leírt automatikus átkapcsolási lehetőségekkel. A fogyasztók nagyobb biztonságú ellátása a 3.5.2 fejezetben ismertetett kapcsolási lehetőségekkel valósítható meg, amelyre az ismertetett rendszer alkalmas (pl. külön-külön betáplálásról üzemel a belső és külső gyűjtősín illetve az ezekre kapcsolt fogyasztók).

Az egygyűjtősínes és a kétgyűjtősínes kapcsoló berendezést összehasonlítva megállapítható, hogy a gyakorlati igényeket figyelembe véve elégséges egygyűjtősínes rendszert kiépíteni, nem beszélve a két rendszer közötti hely- és költségigényről, amely nem elhanyagolandó szempont. A tartalék és a szükség betáplálás ideje alatti fogyasztói korlátozások, külön készített automatikus kapcsoló vagy átkapcsoló berendezésekkel (relés automatikákkal) minden igényt kielégítő módon készíthetők el, így a kétgyűjtősínes rendszer alkalmazási előnyei tovább csökkenthetők.

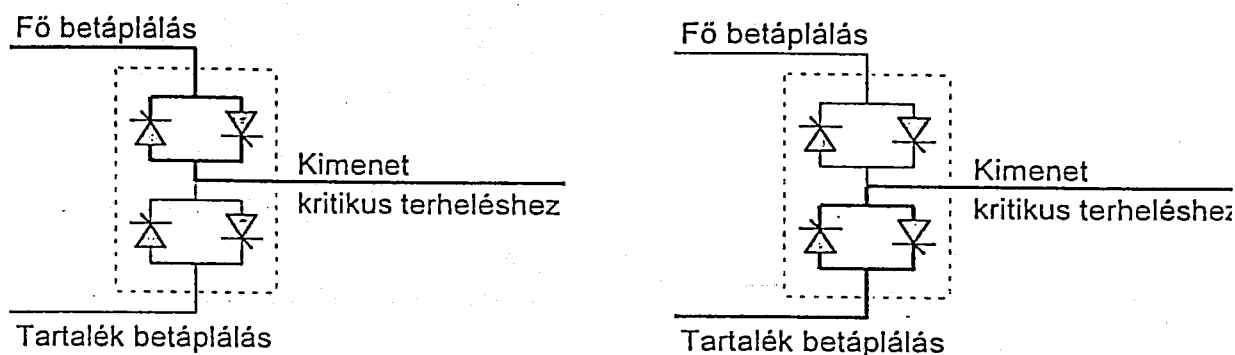
### 3.6. Szünetmentes, nagy megbízhatóságú villamos energiaellátás

Az előző fejezetekben megismertük a nagy megbízhatóságú villamos energia betáplálás áramszolgáltatói (üzemi és tartalék), valamint helyi (diesel generátor) betáplálási és automatikus átkapcsolási lehetőségeit. Ha mindkét betáplálás és a generátor is meghibásodna, vagy karbantartás miatt üzemen kívüli állapotba kerülne, akkor a szünetmentes áramforrás(oka)t lehetne használni a fogyasztói gyűjtősínek független táplálására. Ilyenkor tovább terheléskorlátozás alkalmazható a táplálás időtartamának meghosszabbítására, figyelembe véve az akkumulátorok korlátozott villamos energia tároló kapacitását ( $t_{\text{át.}}=10$  perc ... 1 óra, névleges terhelés mellett). Nézzük meg ezek után, hogy milyen

eszközökkel építhető ki a szünetmentes áramellátás, milyen járulékos elemek beépítésével lehet fokozni a megbízhatóságot.

### 3.6.1. Statikus átkapcsolók (STS)

Az ún. statikus átkapcsolók (STS) elsődleges célja az, hogy lehetővé tegye a kritikus (feszültség kiesésre érzékeny és fontos) fogyasztók (terhelések) látszólag szünetmentes átkapcsolását, az egyik váltakozó-áramú táplálásról a másikra. Az egyes betáplálások közötti átkapcsolást ellenpárhuzamos kapcsolású tirisztorokkal érik el (3-7. ábra). Ha a főbetáplálás feszültsége kimarad vagy tartósan "letörik", akkor a felügyeleti mikroprocesszor érzékeli ezt az állapotot, letiltja a fő betáplálás tirisztorainak vezérlőáramát és a terhelőáram nulla átmenetét követően vezérlő áramot biztosít a tartalék betáplálás oldali tirisztoroknak. Az áttérés általában kevesebb, mint 1/4 villamos periódus. Ma ezt a feladatot tranzisztoros statikus UPS modulok látják el, digitális szabályzóval.



3-7. ábra Statikus átkapcsoló normál- és tartalék üzemi állapotban

### 3.6.2. Statikus váltakozó áramú szünetmentes tápegységek (statikus UPS)

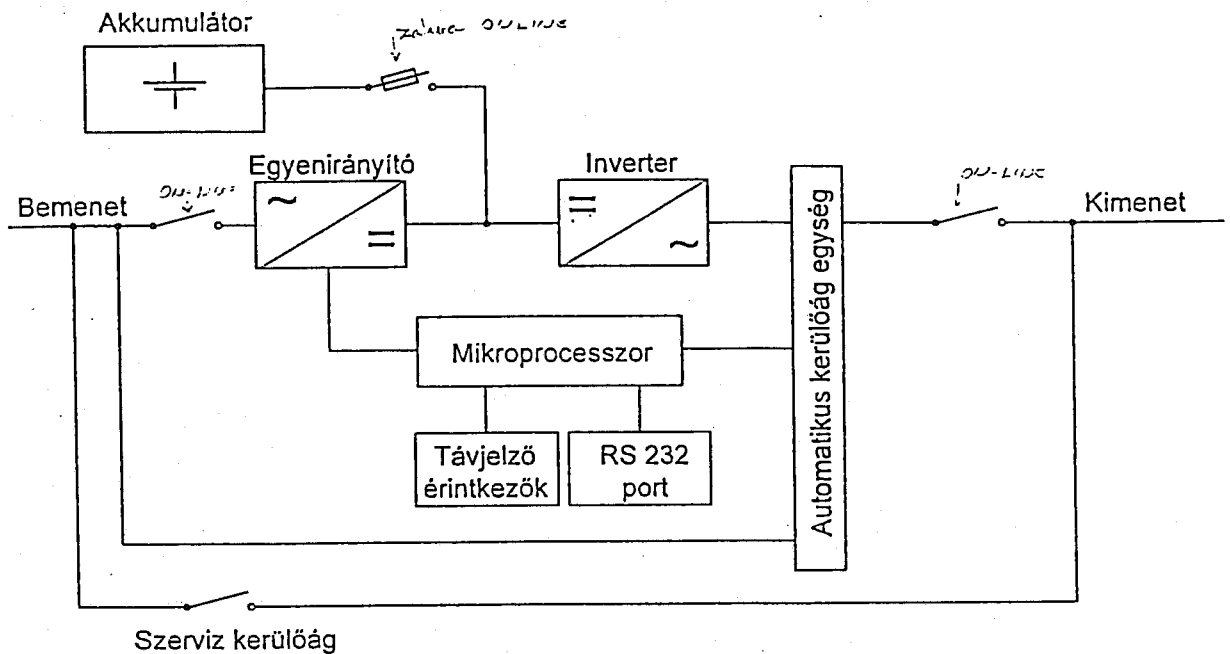
Az utóbbi 20 évben az ún. statikus UPS-ek (lásd a 3-2. ábra szünetmentes hálózati tápegységét) terjedtek el, amelyek gyártása összeteljesítményben, minőségben és darabszámban a legdinamikusabb fejlődést mutatták. A főáramkörü megoldások szempontjából általában három generációt különböztetünk meg: a tirisztor-technikán-, a bipoláris tirisztor-technikán és az IGBT-technikán alapuló megoldásokat.

Az 1980-as évek végéig gyártott tirisztoros UPS-ek minden egysége analóg elemekből épült fel. Az 1990-es évek elejétől tértek át a vegyes rendszerekre, amelyekben a főáramkörü teljesítmény félvezetők vezérlése analóg elemekből épült fel, míg a felügyelő- és jelzőrendszerek már digitális elemekből készültek. A vegyes vezérlő-, felügyelő-, jelzőrendszereket elsősorban a bipoláris tranzisztoros főáramkörü megoldásoknál alkalmazták.

A teljesen digitális információelektronikát főként az újabb IGBT-s főáramkörü UPS-eknél alkalmazták először. Az UPS gyártók az általánosan felhasználható, on-line üzemi szünetmentes tápegységek kimeneti jellemzőit ma már úgy állítják be, hogy azok kielégítsék a számítógépeknél és számítógépes rendszereknél előírt zavarhatárookra vonatkozó előírást (lásd az 1. fejezetet). Egység teljesítményük a tized kVA-tól néhány száz kVA-ig terjed. Párhuzamos üzemeltetésük megoldott. Túlterhelhetőségük: 125 %-nál 10-15 perc, 150 %-nál 10-60 sec. A zárlatvédelemre vonatkozóan:  $I_{rz} < 3I_{névl.}$



Mit jelent az on-line UPS? Ez az UPS a váltakozó áramú teljesítményt egyenárammá alakítja át, amivel feltöltve tart egy akkumulátor telep sort, majd a váltóirányító alakítja vissza az akkumulátor teljesítményét váltakozó feszültséggé. A fogyasztók folyamatosan az akkumulátor energiájából kapják a táplálást, a szünetmentes áramellátó rendszer betáplálási feltételeitől függetlenül (3-8. ábra), ezért a kimeneten nincs átkapcsolás. Mivel az átvitt teljesítményt kétszer alakítjuk át, ez a fajta UPS viszonylag rosszabb hatásfokú és főként kis teljesítményű fogyasztók ellátására célszerű alkalmazni.



3-8. ábra On-line szünetmentes áramforrás (UPS) felépítése

Egy off-line UPS ezzel szemben a fogyasztókat a normál üzemviteli hálózatról táplálja mind addig, amíg az előírt feszültség jellemzők azt megengedik. Ha az 1. fejezet szerinti túréren kívül esik a betápláló feszültség, akkor működésbe lép az egyen/váltó irányító (azaz inverterre kapcsolunk át) és az előbbihez hasonlóan a fogyasztók az akkumulátor állandó teljesítményéről kapnak táplálást. Ha a hálózati betáplálás helyreáll, akkor visszakapcsolás történik. Ennek a szünetmentes áramellátó rendszernek a hibája az, hogy a hálózatról az akkumulátorra való átálláshoz szükséges idő, illetve ellátási kiesés problémát jelenthet néhány érzékeny berendezés, mint például számítógépek és szerverek esetében. Ennél a fajta UPS-nél teljesítmény átalakítás csak az ún. üzemzavari állapotban történik.

A hálózatvezérelt UPS egyesíti az on-line és off-line megoldások tulajdonságait. A szünetmentes tápellátó berendezésnek kettős feladata van. Normál üzemvitel során feltöltve tartja az akkumulátor telep sort. Normálistól eltérő esetben, amikor a betáplálás figyelő rendszer hibát észlel, átkapcsol inverter üzemmódra és az akkumulátorokból teljesítményt szolgáltat a fogyasztók részére. A hálózat vezérelt UPS az off-line UPS-hez hasonlóan jó hatásfokú, mert normál üzemállapotban a fogyasztók közvetlenül a hálózatról kapják a táplálást. Az áramellátó rendszerben keletkező hő veszteség és inverter igénybevétele minimális, mivel a hálózatvezérelt UPS csak a különbözeti teljesítményt szolgáltatja, ami a hálózati feszültség letöréseket egyenlíti ki, a kimeneti transzformátoron keresztül. Az on-line UPS-hez hasonlóan folyamatos teljesítmény

ellátást biztosít, azonban nem szigeteli el teljesen a hálózatot a fogyasztóktól, mint az on-line UPS.

Néhány jó tanács a tervezéshez és az üzemvitelhez:

- a normál üzemi működés során az off-line és a hálózat vezérelt kivitelű UPS viszonylag kis - az akkumulátor feltöltött állapotának fenntartásához szükséges - áramot vesz fel, de a rendszer tervezésekor a teljes terhelési áramot kell figyelembe venni, ami a kiesésből való visszatéréskor fog folyni;
- az UPS kimenetén a terhelés jelentős része információtechnikai berendezésekből áll, ezért nemlineáris és alacsony rendszámú felharmonikusok fellépésére számíthatunk, amely a kimeneti transzformátor többlet melegedését idézheti elő, így erre megfelelően méretezni kell a transzformátort.

### 3.6.3. Dinamikus váltakozó áramú szünetmentes tápegységek (dinamikus UPS):

A váltakozó áramú szünetmentes tápegységek dinamikus tulajdonságainak javítása céljából az utóbbi években megjelentek az ún. dinamikus UPS-ek illetve később a komplex energia-kondicionáló egységek. A feszültség stabilizálását egy villamos meghajtó-motor, egy szinkron generátor és kiegészítésként egy lendítőkerék összeépítésével érik el. Meghajtó-motorként aszinkron-, szinkron- vagy egyenáramú motort alkalmaznak.

A dinamikus UPS-ek 150 ... 1100 kVA, a komplex energia-kondicionáló berendezések 150-1670 kVA teljesítményűek. Az utóbbi berendezés kinetikus energiatárolóval (lendkerékkel), akkumulátor nélkül 122-12 sec közötti áthidalási időre képes, a növekvő teljesítménytől függően. Túlterhelhetőségük: 110 %-nál 1 óra, 125 %-nál 10 perc, 150 %-nál 2 perc,  $3xI_{névl.}$ -nél 5 sec,  $14xI_{névl.}$ -nél 10 ms. Megbízhatóságuk, azaz a meghibásodások közötti átlagos idő (MTBF): a dinamikus UPS-eknél >600.000 óra, a komplex energia-kondicionálónál >1.380.000 óra.

UPS diesel motorral: a részletek mellőzésével csak megemlítjük, hogy az UPS-ek diesel-generátoros betáplálással is kiegészíthetők. A dinamikus UPS-eknél a diesel-motor közvetlenül a lendkerekes tengelyhez kapcsolható. Az erre a célra kifejlesztett tengelykapcsoló lehetővé teszi a diesel-motor terhelés nélküli indítását, sőt az indítómotor hibája esetén megoldható a lendkerékről való indítás is. A súrlódási veszteségek csökkentésére ma már olyan kivitel is készült, amelynél a lendítő tömeg hélium töltetű közegben forog. Így a levegőhöz viszonyítva 80 %-os veszteség csökkenést értek el.

Szupravezetős mágneses energiatároló (SMES): az energia tulajdonképpen egy niobium-titán (NbTi) szupravezető tekercsben (mágnesben) halmozódik fel. A szupravezető állapot létesítéséhez és fenntartásához a mágnes folyékony héliumba merül, vákuum- és hőszigetelt rozsdamentes acél edényben, kb. 4,2 K hőmérsékleten. A szupravezető tekercset egyenfeszültségű tápforrás „tölti fel”. Egy nagy tekercsből álló egység ma kb. 3 MW teljesítményt képes szolgáltatni, az összetett rendszerek pedig 1 ... 10 MVA-t.

### 3.6.4. Szünetmentes áramellátó berendezés és diesel generátor beépítési szempontok

Az előző fejezetekben megismertük a nagy megbízhatóságú villamos energia ellátás szempontjait és elsősorban a szünetmentes áramellátás eszközeit. Néhány jó tanács a szünetmentes áramellátás (inverterek) és diesel-generátoros ún. szükség betáplálás kiépítéséhez.

#### 3.6.4.1. Az inverterek telepítésének főbb szempontjai

- Az egy gyűjtősínre dolgozó inverterek azonos típusúak legyenek és képesek legyenek az egy rendszeren belüli együttműködésre.
- Az inverterek segédüzemi berendezéseinek (klíma, szellőztetés, stb.) folyamatos működését biztosítani kell a szünetmentes energiaellátó hálózat üzemvitelével párhuzamosan.
- A villamos energia minőség fokozott követelményeinek megfelelően a fogyasztók felharmonikus termelő hatását is célszerű figyelembe venni a tervezéskor. Szükség esetén az elkészült berendezésen felharmonikus elemző mérést végezve és a mérési eredményekre támaszkodva megfelelő (méretezett) szűrést készíttünk. A szűrés lehet passzív - egy adott hangolási frekvenciával -, vagy aktív szűrés, amely a fogyasztói áram „színuszosítása” elektronikus módon. Ez utóbbi aktív szűrő alkalmazható ott is, ahol a passzív szűrés nem; például változó frekvenciájú közbenső harmonikusok szűrésére a változtatható fordulatszámú hajtásoknál.
- A statikus inverterek folyamatos terhelhetősége a névleges teljesítményre vonatkoztatva, csak kb. 80 %-os mértékben használható ki, figyelembe véve az egyes fogyasztók felharmonikus áramigényét és a bekapcsoláskor fellépő tranzienseket.
- Az invertereket többlépcsős túlfeszültség védelemmel kell ellátni függetlenül attól, hogy a berendezés szállítója mit mond (az általa szállított berendezés gátat szab a túlfeszültség tovább terjedésének).
- Az áthidalási idő, azaz az akkumulátorról történő ellátás jelentős mértékben és nemlineárisan függ a terhelés nagyságától.
- A folyamatos üzemállapot figyelés - az épületfelügyeleti rendszerben - megoldható legyen.

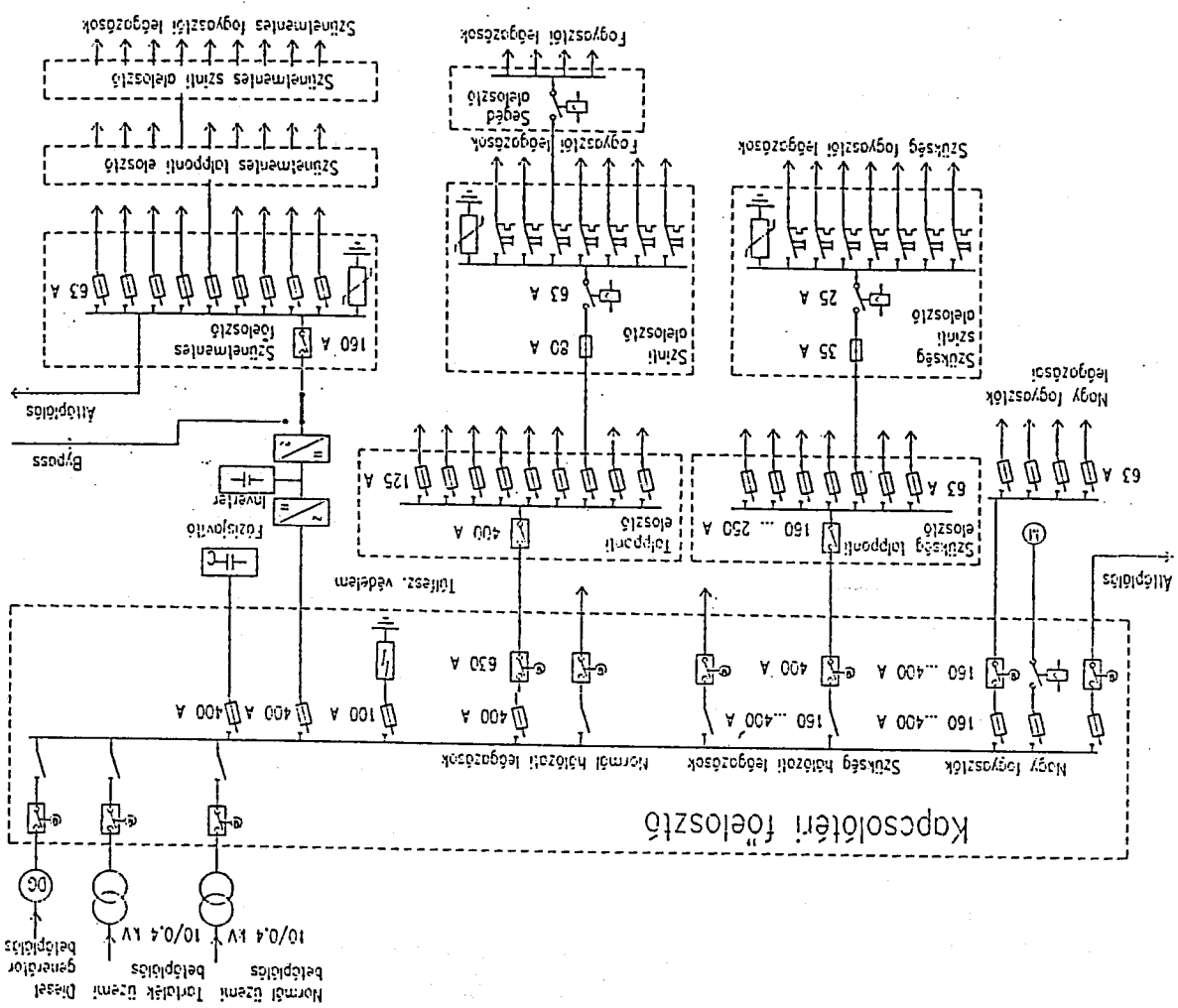
#### 3.6.4.2. A diesel aggregát telepítésének néhány szempontja

- A teljesítmény meghatározását az ellátandó fogyasztók körének kijelölésével kell elvégezni (nem minden esetben célszerű a kis teljesítményre való törekvés).
- A fogyasztók osztályba sorolása alapján lehet az ellátás fontossági sorrendjét megadni, illetve a kapcsolások prioritási sorrendjét meghatározni.
- A teljesítmény tartalék ésszerű megválasztására vonatkozó javaslat: 90 %-nál nagyobb tartós teljesítmény kihasználást nem célszerű betervezni.
- A gépegység terhelhetősége nem javul fázisjavítás alkalmazásával, hanem csak a hálózati veszteségek csökkennek. A wattos terhelhetőséget a hajtógép tengelyteljesítménye szabja meg, a generátor ennél nagyobb látszólagos teljesítménye csak a fogyasztók meddőteljesítmény igényének kielégíthetőségére utal. Például egy 450 kVA névleges teljesítményű diesel-generátor gépcsoport  $\cos\varphi = 0,8$  mellett 360 kW teljesítmény leadására képes. Így hiába javítjuk a fázistényezőt  $\cos\varphi = 1,0$  értékre, a generátor nem képes 450 kW teljesítményt szolgáltatni.
- A gépcsoport működését biztosító egyéb tervezési feladatot is meg kell oldani. Gondolunk itt elsősorban a hűtésre (zárt vagy átfolyó rendszerű hűtés), a hűtővíz ellátásra (vezetékes víz, kútvíz, fagyállóval kezelt víz), a szellőztetésre, a frisslevegő biztosítására, a füstgáz elvezetésre, az üzemanyag utánpótlásra, a zaj- és rezgésvédelemre.
- Az energia ellátáshoz szükséges további járulékos berendezések üzemvitelét is meg kell tervezni, többek között: az üzemzavari átkapcsoló automatikát, az együttműködő

rendszerek összehangolását, az energia elosztó hálózat üzemeltetését, a közös gyjtősínekre dolgozó gépek esetén a szinkronizálást, stb.

- A folyamatos üzemi állapot figyelés - az épületfelügyeleti rendszerben - megoldható legyen.

Az elmondottak szemléltetésére a 4. ábrán mutatjuk be egy nagy épület villamos energia betáplálási és elosztási rendszerét. Az ábrán látható az áramszolgáltatói normál, és tartalék hálózati betáplálási lehetőség, valamint a saját dízel-generátoros betáplálás. A normál üzemi hálózati és a szükség ellátást biztosító hálózat igény szerint kapcsolható össze és választható szét. Emellett teljesen független szünetmentes hálózat van készíthető, amelynek táplálása mindenkor elsődleges feladatunk. Ez a hálózat látja el az épület kiemelt fontosságú fogyasztói csoportját (I. fogyasztói csoport). A megbízható villamos energia ellátás követelményeihez tartozik ma már a hálózat többlépcsős túlfeszültségvédelmi rendszer is, amelynek első két védelmi szinthez tartozó elemek szintén megtalálhatók a kapcsolási vázlatban (villámáram levezető a kapcsolóterületi föelosztóban és a közepes túlfeszültségvédelmi fokozat a szintű alelosztókban).

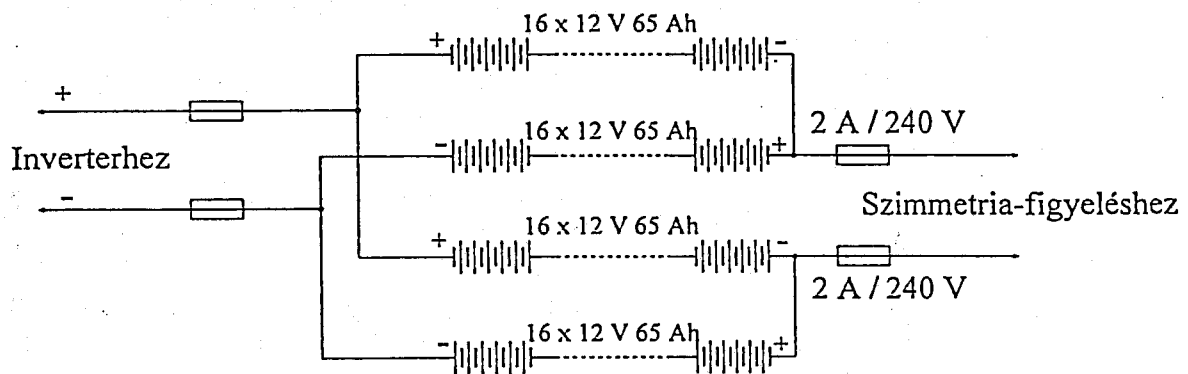


3-9. ábra Nagy épület villamos energia betáplálása és elosztása független szünetmentes hálózat kiépítése mellett

### 3.6.5. A szünetmentes áramellátó rendszer akkumulátor telepei

A 3.6.2. fejezetben megismert statikus UPS-ek egyik legfontosabb és gyakran különálló részegysége az akkumulátor telepsor, amely a hálózat kimaradásakor jut szerephez. Ezeket a telepeket az MSZ 1600/11 szabvány előírásainak megfelelően lehetőleg külön szellőztetett és klímatisztált helyiség(ek)ben helyezik el (kivéve, ha a berendezésbe van beépítve a telepsor).

Példaképpen egy 120 kVA-es inverter berendezés mellett található külön helyiségben elhelyezett akkumulátor telepsort mutatunk be (3-10. ábra). Egy-egy akkumulátor blokkban 2x2 db tálcán, tálcánként 16 db NPL65-12 típusú akkumulátort kötöttek sorba. A gondozásmentes, Pb (ólom) zselés akkumulátorok típusjelében szereplő számok értelmezése: 65 Ah akkumulátor kapacitás és 12 V névleges akkumulátor feszültség.



3-10. ábra 120 kVA-es inverter berendezés egy sorban elhelyezett akkumulátor telepeinek kapcsolási vázлата

Az akkumulátor telepsor jellemző tulajdonságai, a 3-10. ábra szerinti kapcsolás alapján:

- Az inverterek áram igénye és az akkumulátorok áramterhelhetősége miatt két párhuzamos telepsor van kiépítve.
- A kapcsolási vázлата alapján közös biztosítással látják el a telepek az invertert (pozitív és negatív ág). Megbízhatóbb villamos energia ellátási igénynél célszerű csoportonként külön biztosítást alkalmazni, a belső túlzott mértékű kiegyenlítő áramok káros hatásainak kiküszöbölése miatt.
- A telepsornál alkalmazott olvadóbiztosító betétek kiolvadási karakterisztikája a leggyakrabban gR, azaz teljes tartományú különlegesen gyors kiolvadású, hálózati érintésvédelmi célú. Ezek helyett ma már célszerűbb speciális ún. akkumulátor telep biztosítókat alkalmazni (pl. EFEN gyártmányú, 1B típusú, 145 A névleges áramú betétet).
- A párhuzamos telepsorok terhelésének szimmetria figyelése igen fontos, nehogy az aszimmetrikus terhelések miatt az egyik telepsor huzamosabb ideig túlterhelődjön a másikhoz képest.
- Az akkumulátor helyiség szellőztetését (légcserre a keletkező kismértékű hidrogéngáz elvezetésére) és a klímatisztálását (kb. 20 °C beltéri hőmérséklet tartását) mindenkor kötelező jelleggel meg kell oldani. Ennek hiánya a durranógáz keletkezése miatt életveszélyt jelenthet és a magasabb helyiség hőmérséklet az akkumulátor telepek jelentős élettartam csökkenését eredményezi.

### 3.7. A fogyasztók alkalmazási csoportjai

A villamos fogyasztói berendezések - fűtőberendezések, világítási berendezések, motorok stb. - bekapcsolásakor és kikapcsolásakor az áramerősség egymástól eltérő lehet. Nézzük konkrétan mekkora értékekkel számolhatunk a kapcsolások során:

#### a.) Villamos fűtőberendezések.

A villamos fűtőberendezésekhez soroljuk: a hőtárolós fűtést, a közvetlen villamos fűtést, a különböző technológiai berendezések illetve szárítók villamos fűtését. A villamos ellenállás fűtésű berendezések bekapcsolásakor maximálisan  $1,4 I_c$  áramértékre számíthatunk. A tartós áramterhelés szempontjából azt vesszük figyelembe, hogy a fűtőberendezés árama gyakorlatilag a feszültséggel egyenes arányban lineárisan változik, így célszerű 10 %-kal nagyobb névleges áramú ( $I_c$ ) kapcsolókészüléket választani. Ha tokozott készülékkel oldjuk meg a kapcsolási feladatot, akkor 10-15 %-os névleges áram csökkentéssel kell számolnunk a készüléknél.

#### b.) Világítási berendezések.

A különböző világítóberendezések bekapcsolási árama, valamint tartós üzemi árama egymástól igen eltérő lehet attól függően, hogy milyen fajtájú és típusú fényforrásról van szó. A tartós üzemi áram gyakorlatilag az üzemi feszültséggel arányosan változik, ezért a hálózat várható feszültség-ingadozásait is számításba véve a biztonságos üzem érdekében a kapcsoló  $I_c$  névleges üzemi árama a világítóberendezés névleges feszültségére ( $U_c$ ) vonatkozó tartós üzemi áram 90 %-a lehet.

Bekapcsolási áram szempontjából a kompenzálatlan nagynyomású higany és nátrium lámpánál valamint a halogénlámpáknál  $(1,4-1,6)I_c$  áramlökésre számíthatunk. Ugyanakkor a kompenzált egyedi és duó kapcsolású fénycsöveknél, a kompenzált nagynyomású higany-és nátriumlámpáknál, a kisnyomású nátriumlámpánál és a halogénlámpánál  $20I_c$  bekapcsolási áramlökés képezi a kapcsoló kiválasztásának alapját, azaz bekapcsolóképesség szempontjából megfelelő készüléket kell választani. Ha a készülékkel kapcsolható fényforrások - pl. lámpák - számát vizsgáljuk, akkor tételesen meg kell határozni a tartós üzemi áramot és a bekapcsolási áramot, amelyeknek az összege nem lehet kisebb a kapcsoló névleges üzemi áramánál és a bekapcsolóképességnél.

Izzólámpáknál az izzószálnak az ellenállása hideg üzemállapotban viszonylag kicsi, így a bekapcsolás pillanatában (az első fél periódusban) a bekapcsolási áram az üzemi áram 16-szorosát is elérheti. Kikapcsoláskor azonban csak az üzemi áramot kell figyelembe venni a kapcsoló kiválasztásakor.

#### c.) Villamos motorok.

A villamos motorok üzemében bekapcsoláskor az ún. indítási áramerősség ( $I_{mbe}$ ) sokkal nagyobb (akár 8...10-szeres), mint a teljes fordulaton lévő motor névleges üzemi áramerőssége ( $I_{me}$ ). Ha a motor teljes fordulatszámra fut, kikapcsoláskor a kapcsolókészüléknek az  $I_{me}$  üzemi áramot kell kikapcsolnia. Más a helyzet akkor, ha a motor bekapcsolását követően - még mielőtt az teljes fordulatra felfutna - kikapcsoljuk, mert ekkor a kikapcsolási áram nagyobb, mint az  $I_{me}$  névleges üzemi áram. Sőt, ha a bekapcsolást kis időközzel a kikapcsolás követi, akkor  $I_{mbe} \approx I_{mki}$ .

A példaként felsorolt villamos fogyasztók alkalmazásai jól mutatják a különböző üzemi esetek változatait, amelyek azt igazolják, hogy a kapcsolókészülékek üzemében igen sokféle eset fordul elő. 1953-1993. években az MSZ 4835 és az MSZ 05-45.3152 kiefeszültségű készülékek illetve kontaktorok szabvány sorolta be a fogyasztókat és a kapcsolókészülékeket. Alapvetően különválasztva készült el a váltakozó- (AC) és az egyenáramra (DC) érvényes alkalmazási csoport (lásd a 3-1. és 3-2. táblázatokat).

3-1. táblázat: AC terhelőkör adatai villamos élettartam (folyamatos) és kapcsolóképesség vizsgálatnál (szaggatott vonal)


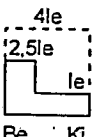
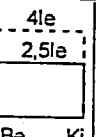
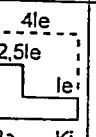
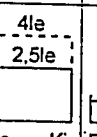


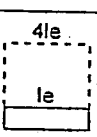
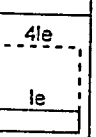










Váltakozó áramú	Ohmos terhelés	Csúszógyűrűs aszinkron motor		Rövidrezárt forgórésű aszinkron motor		Elektromágnesek	Szakaszoló jellegű alk.	Csoportos ohmos terhelés	Csoportos induktív terhelés	Csoportos motoros fogyasztók
Alkalmazási csoport	AC <sub>1</sub>	AC <sub>2</sub>	AC <sub>2</sub> '	AC <sub>3</sub>	AC <sub>4</sub>	AC <sub>11</sub>	AC <sub>20</sub>	AC <sub>21</sub>	AC <sub>22</sub>	AC <sub>23</sub>
Be - K <sub>i</sub> kapcsolási áram										
Be - K <sub>i</sub> kapcsolási feszültség										
cos φ	0,95	0,65	0,65	0,35(0,65)	0,35(0,65)	0,7(0,4)	-	0,95	0,65	0,35(0,65)

Időközben az új MSZ EN (euronormás) szabványok hazai megjelenésével a táblázatok besorolási terminológiájában valamint adataiban - az MSZ EN 60947: Kisfeszültségű kapcsoló- és vezérlőkészülékek szabvány bevezetésével - változás történt a következők szerint:

- Új alkalmazási kategóriákat vezettek be az izzólámpák kapcsolására (AC-5a és -5b), a transzformátorok és kondenzátorok kapcsolására (AC-6a és 6b), a háztartások csekély mértékben induktív illetve motorikus fogyasztói számára (AC-7a és -7b) és a hermetikus hűtőkompresszorok motorvezérlésére (AC-8a és -8b).
- Az AC-2' és az AC-11 alkalmazási csoportok megszűntek.
- Új alkalmazási csoporttal egészült ki az egyenáramú alkalmazási kategória, az izzólámpák kapcsolásával (DC-6).
- Megszűnt viszont a DC-2, DC-4 és DC-11 alkalmazási csoport.
- A vezérlőköri készülékek számára, azaz a segédáramköri kapcsolásokhoz a következő alkalmazási kategóriákat vezették be: ohmos terhelés kapcsolására és félvezetők optocsatolt vezérlésére (AC-12 illetve DC-12), félvezetők transzformátoros vezérlésére (AC-13), kis- és nagyteljesítményű elektromágnesek vezérlésére (AC-14 és AC-15 illetve DC-13 és DC-14).
- A csoportos alkalmazási kategóriák az AC és a DC területen változatlanul megmaradtak.

A beépíteni kívánt fogyasztók ismeretében a kapcsolókészülékek kiválasztásakor figyelembe kell venni: a névleges üzemi feszültséget ( $U_e$ ) és áramot ( $I_e$ ), a kapcsolni kívánt teljesítményt ( $P$ ), az alkalmazási csoportot vagy kategóriát és végül a kapcsolási gyakoriságot (kj/h), amely befolyásolja a kapcsoló érintkezőinek élettartamát.

3-2. táblázat: DC terhelőkör adatai villamos élettartam (folyamatos) és kapcsolóképesség vizsgálatnál (szaggatott vonal)

Egyen- áramú	Ohmos terhelés	Sönt gerjesztésű motor		Soros gerjesztésű motor		Elektro- mágnesek	Szakaszoló jellegű alkalmazás	Csoportos ohmos terhelés	Csoportos induktív terhelés	Csoportos motoros fogyasztók
Alkal- mazási csoport	DC <sub>1</sub>	DC <sub>2</sub>	DC <sub>3</sub>	DC <sub>4</sub>	DC <sub>5</sub>	DC <sub>11</sub>	DC <sub>20</sub>	DC <sub>21</sub>	DC <sub>22</sub>	DC <sub>23</sub>
Be - Ki kapcsolási áram							$I_e = 0$			
Be - Ki kapcsolási feszültség										
$T = \frac{L}{R}$	1 ms	2 ... 7,5 ms 2,5 ms	2 ms 2,5 ms	7,5...10 ms 15 ms	7,5 ms 15 ms	$6 \cdot T_{0,95}$ ms	-	1 ms	1 ms 2,5 ms	7,5 ms 15 ms

### 3.8. Feszültszabályozás, kompenzálás

A hálózat fogyasztói berendezései adott névleges feszültségre készülnek, és optimális működésük csak állandó feszültség mellett lehetséges. Ez egyaránt befolyásolja a hatásfokot, az élettartamot és az üzembiztonságot. Nézzük például a villamos izzólámpát, mint fogyasztót:

- Ha túl nagy a feszültség, akkor a fényáram ugyan nő, de jelentősen csökken az élettartam, azaz a névleges feszültség 1,1-szeres értéke az élettartamot 0,3 részére csökkenti, a fényáram pedig 1,4-szeresére nő az emelt feszültség idején.
- Ha kisebb a feszültség a névleges értéknél, akkor csökken a fényáram és nő az élettartam, azaz a névleges feszültség 0,9-szeresénél az élettartam 4-szeres lesz, ugyanakkor a fényáram 0,7 részére csökken.

Az első esetben jelentős élettartam csökkenésre számíthatunk, de a második eset sem tartható az élettartam növekedés ellenére, mert a látási viszonyok jelentős romlására kell felkészülnünk.

A fogyasztói terhelések egyik részét általában a forgó gépek adják, amely fogyasztóknál a névleges feszültség környezetében  $dP/dU \approx 1\%/%$ , azaz 1%-os feszültség változás 1 %-os teljesítmény változást eredményez.

Tisztán ohmos fogyasztók esetében pl. jó közelítéssel az izzólámpáknál az egységnyi feszültség változás hatására kétegységnyi teljesítmény változást figyelhetünk meg, mert:  $P = U^2/R$ , azaz  $dP/dU = 2 \cdot U/R = 2 \cdot U^2/U \cdot R = 2 \cdot P/U = 2\%/%$ .

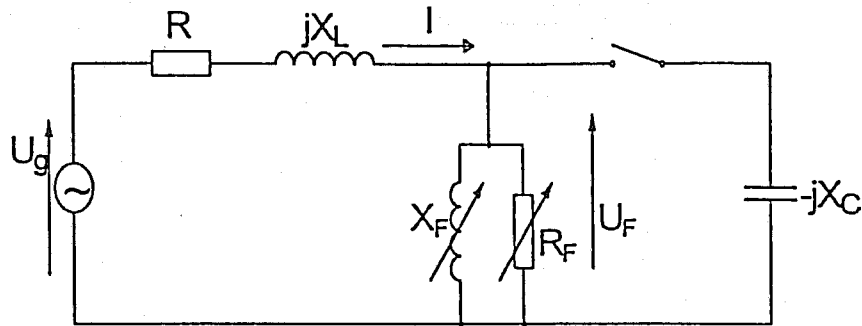
A feszültség ingadozást a terhelés ingadozása okozza, amelynek a terhelő árama végig folyik a vezetékek és a transzformátorok véges impedanciáin, feszültség esést illetve feszültség emelkedést előidézve ezzel a rendszerben. A teljesítmény az erőműből ingadozó terhelési körülmények között jut el a fogyasztóhoz.

Változó nagyságú terhelést feltételezve (3-11. ábra), hosszirányú feszültségeséssel ( $\Delta U_h$ ) és keresztirányú feszültségeséssel ( $\Delta U_k$ ) kell számolnunk:

$$\Delta U_h = I_w \cdot R - I_m \cdot X, \quad (3-1)$$

$$\Delta U_k = I_m \cdot R + I_w \cdot X. \quad (3-2)$$





3-11. ábra Változó nagyságú terhelés helyettesítő kapcsolása

A kisfeszültségű villamos energiaellátó rendszerben a feszültségesés közelítőleg megegyezik a hosszirányú feszültségeséssel, így írható:

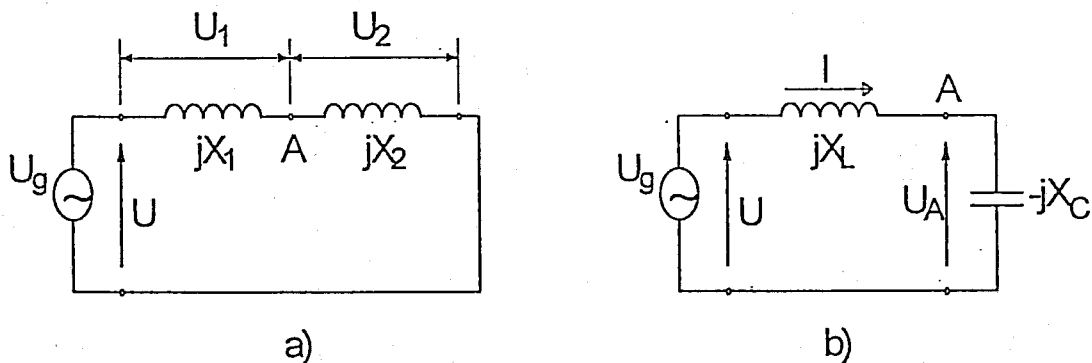
$$\Delta U \approx \Delta U_h = I_w \cdot R - I_m \cdot X, \quad (3-3)$$

amikor is feltételezzük, hogy az áram wattos és meddő komponensére igaz a következő:

$$I = I_w + jI_m, \quad (3-4)$$

ahol  $I_m$  akkor pozitív előjelű, ha kapacitív áramról van szó.

Arra kell törekednünk, hogy induktív meddő áramot ne szállítsunk, mert akkor hosszirányú feszültségesés növekedésre számíthatunk:  $-(-I_m) \cdot X = +I_m \cdot X$ . A megoldás kézenfekvő, a helyszínen állítsunk elő  $+I_m$  áramot, egy adott  $C$  kapacitás bekapcsolásával, így a feszültségesést csökkenteni tudjuk. A 3-11. ábra értelmében ha  $X_F$  és  $R_F$  változik, akkor a  $C$ -nek is változnia kell.



3-12. ábra Feszültségesés veszteségmentes hálózatban a) csak induktív reaktanciát, b) induktív és kapacitív reaktanciát tartalmazó hálózat esetén

Végezzünk hatáselemzést a 3-12. ábra alapján egy veszteségmentes hálózatban, felírva a hálózat áramát és az A pont feszültségét:

$$I = U / j(X_L - X_C), \quad (3-5)$$

$$U_A = U \cdot (-jC) / j(X_L - X_C) = U \cdot X_C / (X_C - X_L) = U / (1 - X_L / X_C). \quad (3-6)$$

Ha  $X_C > X_L$ , akkor  $(X_L / X_C) < 1$  és  $U_A > U$ , azaz a fogyasztó csatlakozási pontján a feszültség nagyobb, mint a generátor feszültsége. A vázolt jelenséggel találkozunk éjszaka a kis terhelések időszakában, amikor az üresen járó távvezeték kapacitív betáplálása jelentős

mértékűvé válhat, feszültség emelkedést okozva ezzel a fogyasztói csatlakozókapcsan. Itt védekezésül söntfójtókat építenek be.

### 3.8.1. Kompenzáció állandó hatásos teljesítmény mellett

A tervezési feladat leggyakrabban az, hogy a kedvezőtlen, a fogyasztót felár fizetésére kötelező teljesítménytényezőt ( $\cos \varphi$ ) - anélkül, hogy a fogyasztó hatásos teljesítmény igénye eközben megváltozna - a fogyasztó számára a leggazdaságosabban, felármentes (esetleg visszatérítést biztosító) értékre kívánjuk javítani.

A  $Q_C$  meddő teljesítmény beépítésével a látszólagos teljesítményt csökkentjük. A szükséges meddő teljesítmény kiszámításához vizsgáljuk meg a 3-13. ábrát. Az ábrán 1 indexszel jelöljük a kiindulási teljesítmény viszonyokat, 2 indexszel pedig az elérni kívánt teljesítményeket. A kiindulási teljesítmény-háromszögből:

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = Q_1 / P. \quad (3-7)$$

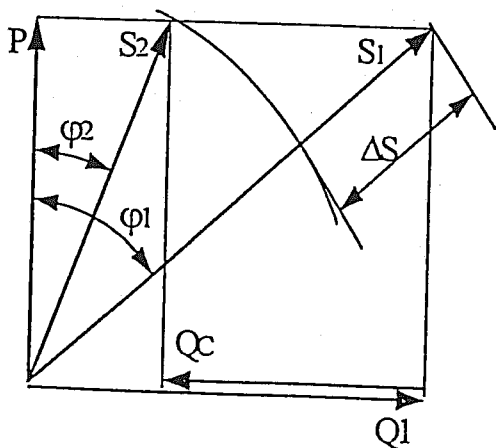
Az elérni kívánt teljesítmény-háromszögből:

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = (Q_1 - Q_C) / P. \quad (3-8)$$

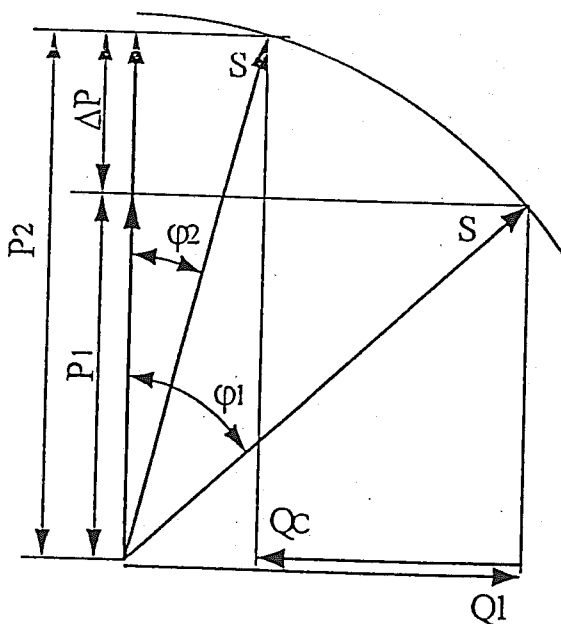
Rendezve és  $Q_C$ -re megoldva a következő végeredményt kapjuk:

$$Q_C = P \cdot (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2). \quad (3-9)$$

A gyakorlatban a számítást diagrammal vagy olyan táblázat segítségével végzik, amelyekből a szükséges meddő teljesítmény egyszerűen meghatározható (pl. a beépített hatásos teljesítmény 1 kW-jához szükséges meddő teljesítmény értékeit tartalmazza a táblázat a javítandó  $\cos \varphi_1$ , illetve az elérni kívánt  $\cos \varphi_2$  függvényében).



3-13. ábra Meddő teljesítmény szabályozása állandó hatásos teljesítmény esetén



3-14. ábra Meddő teljesítmény szabályozása állandó látszólagos teljesítmény esetén

### 3.8.2. Kompenzáció állandó látszólagos teljesítmény mellett

A tervezési feladat jelentkezhet úgy is, hogy  $Q_C$  kapacitív meddő teljesítmény beépítésével lehetővé kell tennünk, hogy a hatásos terhelhetőség - változatlan  $S$  látszólagos teljesítmény igénybevétele mellett  $\Delta P$ -vel legyen megnövelhető. A 3-14. ábra alapján a teljesítmény-háromszögekből mindkét esetre felírható, hogy:

$$S = P_1 / \cos\varphi_1 = P_2 / \cos\varphi_2 = (P_1 + \Delta P) / \cos\varphi_2, \quad (3-10)$$

$$\Delta P = P_1 \cdot / (\cos\varphi_2 / \cos\varphi_1) - 1 / . \quad (3-11)$$

A (3-11) szerinti  $\Delta P$ -hez szükséges meddő teljesítmény:

$$Q_C = P_1 \cdot \operatorname{tg}\varphi_1 - P_2 \cdot \operatorname{tg}\varphi_2 . \quad (3-12)$$

Legyen például 100 kVA-es látszólagos teljesítmény és  $\cos\varphi_1 = 0,6$  esetén a hatásos teljesítmény 60 kW. Ha még 20 kW-os  $\cos\varphi = 1$  teljesítménytényezőjű fogyasztót kívánunk hálózatbővítés nélkül bekapcsolni, akkor a szükséges  $\cos\varphi_2$  a (3-10) összefüggés alapján:  $\cos\varphi_1 \cdot / 1 + (\Delta P/P_1) / = 0,6 \cdot / 1 + (20/60) / = 0,8$ . A szükséges meddő teljesítmény a (3-12) összefüggés alapján:  $Q_C = 60 \cdot 1,333 - 80 \cdot 0,75 = 20$  kVAr.

### 3.8.3. Kompenzáció a gyakorlatban, a kondenzátorok alkalmazásai

A meddő energiát igénylő fogyasztók és fázisjavító kondenzátorok közötti kapcsolat szerint a fázisjavítás három fő gyakorlati kiviteli módja különböztethető meg: egyedi kompenzáció, csoportos kompenzáció és központi kompenzáció.

a.) Egyedi kompenzáció.

Ennél a kompenzációs módnál a fázisjavító kondenzátor csupán egyetlen fogyasztó meddő igényét fedezi, a fogyasztóval közös egységet képez. A világítási hálózatokban üzemelő gázkisülékes fényforrások előtétjeinek a kompenzálását a leggyakrabban így biztosítják, ugyanis a viszonylag kis teljesítményű kondenzátorok olcsók, az egyedi kompenzálás költségei gyorsan megtérülnek.

Motorok egyedi kompenzációjánál a kapcsolókra kötjük közvetlenül a kondenzátorokat, csökkentve ezzel a kapcsolón és a hőrelén átfolyó áramot. A hőrelét erre a kisebb áramra kell beállítani, ellenkező esetben a motor nem lesz védve kis túlterhelésre. A motor gerjedésének elkerülése miatt, a motor üresjárású meddő fogyasztásának 90 %-áig szabad kompenzálni, ennél nagyobb kondenzátor teljesítmény beépítése tilos!

b.) Csoportos kompenzáció.

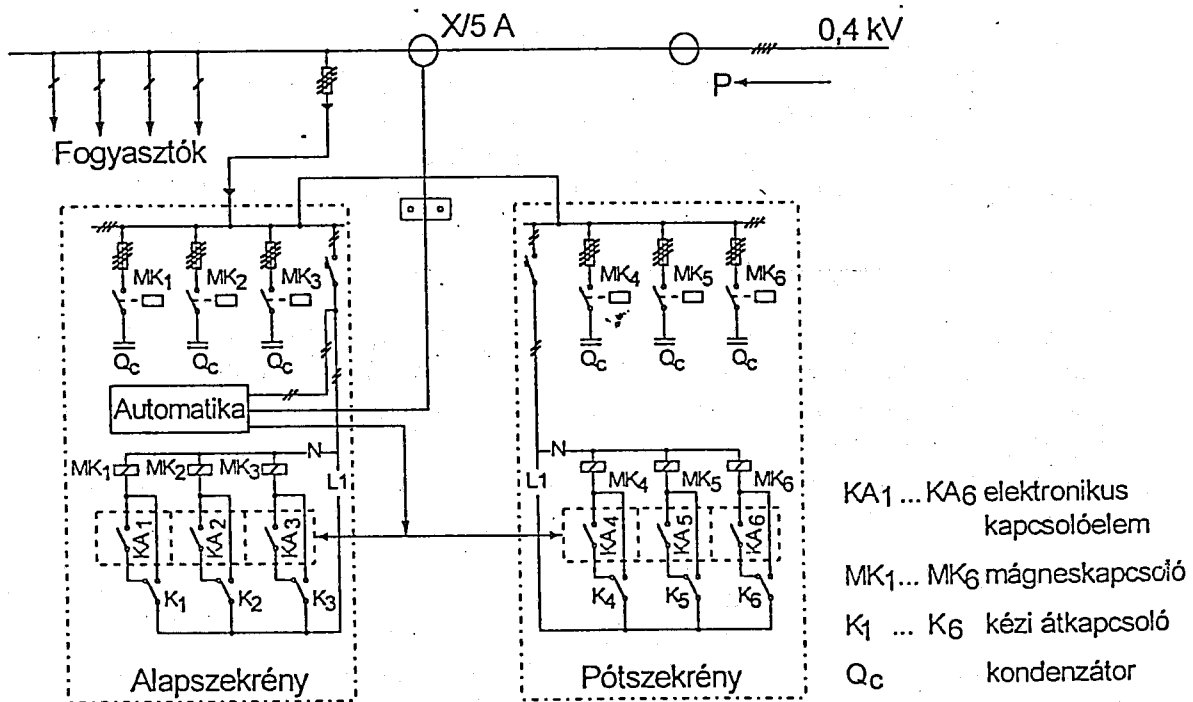
A fázisjavítás gyakori módja a csoportos kompenzálás. A fázisjavító kondenzátorokat egy-egy fogyasztói csoport (gépcsoport), üzemen rész vagy épületrész együttes meddő fogyasztásának kompenzálására építjük be. Az egyedi fogyasztóktól külön telepített kondenzátorok külön szekrényt és külön kapcsoló-, biztosító- valamint kisütő-elemeket igényelnek. Ennek ellenére gazdaságosan alkalmazhatók olyan esetekben, amikor az üzemi fogyasztó:

- nagy teljesítményű induktív fogyasztó, de kicsi az alkalmazás napi óraszám,
- sok kisteljesítményű motor üzemeltetését jelenti,
- az üzemi tápkábel túlterhelt, vagy ugyanazon a kábelon nagyobb hatásos teljesítményt kívánunk átvinni (3-14. ábra),
- kis területen sok gázkisülékes fényforrás van beépítve.

c.) Központi kompenzáció.

Központi kompenzációnak nevezzük a fázisjavításnak azt a módját, amellyel az egész elosztó rendszerhez (kapcsolótérhez) tartozó meddő teljesítménynek a legnagyobb részét úgy kompenzáljuk, hogy az általában több csoportra osztott kondenzátorokat össze és ezt az épület vagy üzem központi elosztó-, gyűjtősín rendszerére csatlakoztatjuk (3-15. ábra). A több kapcsolható csoportra való bontás lehetőséget nyújt az üzemi meddőenergia forgalom változásainak követésére, a villamos folyamat szabályozással történő automatizálására, az üzemvitel s egyben az áramszolgáltatói elvárásoknak legjobban megfelelő átlagos teljesítménytényező biztosítására.

E rendszer előnye a viszonylag kisebb kondenzátor szükséglet, a tarifális optimum biztosítása, a zárhatóság és csak a kezelő szakszemélyzet általi hozzáférésnek megfelelően a nagyobb üzembiztonság. Hátránya viszont, hogy a belső elosztórendszert nem mentesíti a meddő áramoktól, azaz nagyobb vezeték terhelés és veszteség mellett biztosítható csak a folyamatos üzem.



3-15. ábra AMKB-24 ... 150 típusú kondenzátor berendezés elvi kapcsolási rajza

## 4. Az elosztóhálózatra kapcsolás

### 4.1. Teljesítményigény meghatározása

Az épületek, ezen belül a lakóépületek villamosításakor elsődleges feladat egy-egy lakás csatlakozási teljesítményének, az ún. névleges csatlakozási teljesítménynek a meghatározása. Névleges csatlakozási teljesítménynek nevezzük azt a legnagyobb villamos teljesítményt, amit egy lakás egyszerre tud vételezni a villamos hálózatról. Ennek értéke függ a lakásban használt villamos energia fogyasztó berendezések és készülékek számától valamint teljesítményétől. A csatlakozási teljesítményt jelentősen befolyásolja továbbá a lakás fűtési és melegvíz szolgáltató rendszere, a klimatizáció kiépítése, és nem utolsósorban a kialakult fogyasztói szokás.

A 4-1. táblázatban láthatók a háztartásokban leggyakrabban használt villamos készülékek és berendezések teljesítménye. A háztartások jelentős részében egy időben csaknem valamennyi megtalálható. A lakás beépített teljesítményét ezen készülékek és berendezések teljesítményeinek az összege jelenti.

4-1. táblázat Néhány háztartási készülék teljesítménye és átlagos évi fogyasztása

Megnevezés	Beépített teljesítmény [kW]	Átlagos üzemidő [óra/év]	Átlagos éves fogyasztás [kWh/év]
Lakásvilágítás	1,1	220	242
Tűzhely	7,5	130	819
Fali vízmelegítő 10 l-ig	2,0	250	500
Vasaló, normál	0,5	60	30
automata	1,0	60	60
Mosógép, normál	0,25	60	15
automata	2,7	100	270
Porszívó	0,8	100	80
Hűtőszekrény	0,12	600	72
Fagyasztószekrény (350 l)	0,15	4000	600
Televízió	0,08	1000	80
Rádió	0,02	1400	28
Hőtárolós kályha	6,0	900	5400
Forróvítároló	2,0	1400	2800

A névleges csatlakozási teljesítményt fogyasztásmérő-rendszerenként külön-külön kell megállapítani. Ez a gyakorlatban úgy történik, hogy megadjuk:

- a külön mért ún. általános háztartási célú (pl. világítás, TV, rádió, mosógép, centrifuga, hűtőszekrény, vasaló, egyéb háztartási kisgépek) és díjazású készülékeink teljesítmény igényét,
- a külön mért, 1,5 kW-ot meghaladó teljesítményű fűtőkészülékek (pl. hőtároló kályhák) és hőtároló vízmelegítők (80 l-nél nagyobb) teljesítmény igényét, amelyeket csak időbeli korlátozással és éjszakai díjszabással üzemeltethetünk, továbbá
- ha van, akkor a külön mért, közösségi célú (pl. lépcsőház-világítás, felvonó, felcsengető, kaputelefon, közösségi antenna) névleges csatlakozási teljesítményét.

A háztartásunk valamennyi készülékét azonban soha sem használjuk egyszerre, tehát a csatlakozási teljesítményt úgy kell megválasztani, hogy az egyszerre használni kívánt készülékek teljesítmény felvétele megegyezzen az igényelt csatlakozási teljesítménnyel.

A névleges csatlakozási teljesítmény behatárolását a fogyasztásmérőhöz tartozó, áramkorlátozó kioldási jelleggörbével rendelkező kismegszakító vagy kismegszakítók biztosítják. A kismegszakítók áramkorlátozó hatását és a vételezhető teljesítmény nagyságát a 4-2. táblázat mutatja. A táblázatból látható, hogy kismegszakítóval egyfázison 10 kVA-ig, háromfázison 30 kVA-ig lehet a fogyasztói teljesítmény igényeket kielégíteni.

Az egylakásos épületekben (családi ház, üdülő) a lakás és az épület névleges csatlakozási teljesítménye egymással megegyezik. A többlakásos épületekben a névleges teljesítmények összegénél kisebb a házi csatlakozási teljesítmény, mert az egyes lakások teljesítmény szükséglete időben eltolódik. Az MSZ 447 szabvány szerint, a házi csatlakozási teljesítmény a következő korrekciós összefüggés figyelembevételével számítható:

$$e = c + \frac{1 - c}{\sqrt{n}}, \quad (4-1)$$

ahol  $e$  az egyidejűségi tényező,  $c = 0,2$  és  $n =$  a lakások száma az épületben (egy főbetáplálásra vonatkoztatva). Az egyidejűségi tényező pl. egy-, két-, hat-, tíz-, harminc- és százlakásos ház esetében sorrendben a következő: 1; 0,76; 0,53; 0,45; 0,35 és 0,28.

4-2. táblázat A fogyasztási helyek (lakások) névleges csatlakozási teljesítménye

A kismegszakító fokozatszám No.	A kismegszakító nem kioldó árama [A]	A kismegszakító névleges árama L jelleggörbe esetén, [A]	Vételezhető teljesítmény 220 V-on, [kW]	Vételezhető teljesítmény 3 x 380 V-on, [kW]
9	9	6	2,0	6,0
15	15	10	3,3	10
22	22,4	16	5,0	15,0
28	28	20	6,15	18,5
35	35	25	7,7	23,0
46	45,5	35	10,0	30,0

A lakóépület csatlakozási teljesítménye ( $P_{hcs}$ ), azaz a házi csatlakozási teljesítmény meghatározható az egyes fogyasztási helyek (lakások) általános háztartási célú névleges csatlakozási teljesítményeinek ( $P_n$ ) és a lakások egyidejű használatának (4-1) összefüggés szerinti egyidejűségi tényezővel ( $e_n$ ) figyelembevételével. Ehhez jön a külön mért hőfejlesztési célú névleges csatlakozási teljesítmények ( $P_{ej}$ ) összege, továbbá a közösségi célú fogyasztók beépített teljesítményeinek ( $P_k$ ) és az egyidejű terhelésüknek ( $e_k$ ) szorzatából adódó teljesítmény érték, a következők szerint:

$$P_{hcs} = (P_{n1} + P_{n2} + \dots + P_{nn}) \cdot e_n + (P_{ej1} + P_{ej2} + \dots + P_{ejn}) + P_k \cdot e_k. \quad (4-2)$$

#### 4.2. Elosztóhálózatra kapcsolás feltételei

A villamos energia termeléséről, szállításáról és szolgáltatásáról az 1994. évi XLVIII. törvény, a Villamos Energia Törvény (VET) rendelkezik. E törvény 53.§-a alapján adták ki a Villamos energia Közüzem Szabályzat-ot (VKSZ). A szabályzat a villamosenergia-szolgáltató (áramszolgáltató) és a villamos energiát vételezni kívánó (fogyasztó) között a villamos energia szolgáltatással illetve vételezéssel kapcsolatos kölcsönös jogokat és kötelezettségeket, továbbá a csatlakozás és a bekapcsolás egyes feltételeit szabályozza. Az új lakóépületek villamosításakor vagy a már meglévő villamos fogyasztó berendezések bővítésekor a szerelési munkák megkezdése, valamint a nagyobb

teljesítményű háztartási készülékek és berendezések (tűzhely, hőtárolós kályha, forróvíztároló, automata mosógép stb.) beszerzése előtt az áramszolgáltató vállalat területileg illetékes kirendeltségénél - a VKSZ értelmében a fogyasztónak - az erre a célra rendszeresített nyomtatványon igénybejelentést kell tennie. A bejelentés tartalmazza azokat a minőségi és mennyiségi mutatókat illetve paramétereket, amelyeket a fogyasztó igényel az áramszolgáltatótól.

A nem lakás céljára szolgáló épületek (irodaházak, szállodák, kórházak, kulturális- és sportlétesítmények, iskolák stb.) teljesítmény vételezési igénybejelentése, az előbb ismertetett eljáráshoz hasonlóan intézhető azzal az eltéréssel, hogy a fogyasztót itt az üzemeltetésért felelős személy képviseli.

A villamos energia vételezés igénybejelentése alapján a szolgáltató - a VKSZ előírásainak megfelelően, a saját Üzletszabályzata figyelembevételével - tájékoztatja a fogyasztót:

- a megbízhatóság figyelembevételével az igényelt villamos energiát a közcélú hálózat mely részéről tudja szolgáltatni,
- előírja a csatlakozó berendezés, ezen belül a méretlen fogyasztói hálózat létesítésének műszaki-gazdasági és minőségi feltételeit,
- megadja a mérőberendezés ajánlott elhelyezési módját és annak műszaki adatait (méreteit),
- előírja a fogyasztói tulajdonba kerülő hálózatrészek kivitelezésénél alkalmazott gyártmányokra vonatkozó hatósági engedélyeket és minőségi követelményeket,
- előírja az alkalmazható érintésvédelemi módot és az érintésvédelemi kioldó paramétereket,
- minőségügyi ajánlást ad a hálózati zavarok korlátozására vagy megelőzésére vonatkozóan,
- felsorolja a hálózatra kapcsoláshoz szükséges engedélyeket és nyilatkozatokat (pl. szerelési minőség igazolás, telekátvezetési nyilatkozat),
- közli a felszerelni kívánt fogyasztásmérő-berendezés adatait, pontosságát és a tarifákat.

Az áramszolgáltató a fogyasztók részére készített külön ismertető füzetben, a villamos hálózat kivitelezésére vonatkozó tájékoztatást is ad és összefoglalja a legfontosabb szerelési előírásokat (csatlakozás szabadvezetékekkel és kábellel, méretlen fogyasztói hálózat, első túláramvédelmi készülék elhelyezése, vezérlővezeték, fogyasztásmérő-berendezés, mért fővezeték és fogyasztói főelosztó tábla, érintésvédelem, építkezés céljára készíthető fogyasztásmérő-berendezés stb.), biztosítva ezzel a megkívánt minőségű hálózat kiépítést.

#### 4.3. A fogyasztásmérő berendezések

A fogyasztásmérő berendezés kiválasztásának alapja a fogyasztó és az áramszolgáltató közötti közszolgáltatási szerződés, illetve az áramszolgáltató mérési előírásai.

Elszámolási mérőberendezés. A szolgáltatott villamos energiát a jogszabályban meghatározott hatóság (pl. OMH) által hitelesített, áramszolgáltatói tulajdonú fogyasztásmérő berendezésekkel kell mérni, amelyek a következő eszközöket foglalják magukba:

- hatásos és meddő fogyasztásérő,
- legnagyobb terhelést mutató készülék (maximum-mutató szerkezet),
- teljesítményösszegző készülék,
- többtarifás fogyasztásmérő átkapcsolását végző, vagy az azt vezérlő szerkezet,

- névleges csatlakozási teljesítményt meghatározó kismegszakító vagy késes olvadóbiztosító,
- egyéb berendezések, amelyek a szerződésben foglalt mérések lebonyolításához szükségesek (áram- és feszültségváltó, távmérő- és adatfeldolgozó-egység, időprogram-kapcsoló és a hozzá tartozó mágneskapcsoló stb.).

Egy csatlakozási ponton belül a fogyasztó több betápláláson vagy több transzformátoron keresztül is kaphatja az energiát. Ilyenkor a villamos energia jellemzőit a leágazásokba telepített több mérési pontban érzékeljük. Az egyidejű negyedórás átlagteljesítmény és egyes esetekben a meddőenergia forgalom megállapításához összegző mérőberendezésre van szükség. A mérőberendezés kialakításának lépései:

- a mérési pont vagy pontok helyének megválasztása (csatlakozáson belül legalább egy db legyen),
- a mérési pont névleges feszültségének megválasztása (gazdaságossági számítással dönthető el a nagyobb feszültség választása vagy a kisebb feszültségen összegző mérés alkalmazása),
- hatásos energia mérés a fogyasztót ellátó transzformátor szekunder oldalán, a meddő mérés a primer oldalon vagy fordítva,
- a csatlakozási pontban egyidejűleg igénybevett negyedórás átlagteljesítmények ellenőrzése és összevetése a lekötött teljesítménnyel.

A hatásos és meddő teljesítmény összegző mérése műszaki megoldását és megbízhatóságát tekintve kivitelezhető:

- áramösszegzéssel összegző áramváltó beépítésével,
- impulzus-rendszerrel, a mérési pontokban érzékelt villamos energia fogyasztás impulzusainak összegzésével.

A villamos energia árszabások korszerűsítése egyre több paraméter egyidejű meghatározását teszi szükségessé. Ezt csak úgy tudjuk megvalósítani, ha az egyes paramétereket meghatározó mérőeszközöket egymással összevonjuk, vagyis a mérőberendezések egyes elemeit integráljuk. Az integrálási folyamatra szükség van a miatt is, hogy: a sok egyedi mérőeszköz külön-külön hibaforrást jelent, bonyolult összekötésük hibaláncokat hozhat létre, teljes értékű tartalék beépítése szükséges a várható üzemzavari hibák megelőzésére, a mérőberendezés működtetése csak időprogram-kapcsolóval - ma még többségében kapcsolóórával - biztosítható.

Az elmondottak értelmében, ha egyetlen műszerbe összevonjuk a fogyasztásmérést és a teljesítmény ellenőrzést, gondoskodunk továbbá arról, hogy a mérő külön számsora kijelyezze az összes fogyasztást és ennek zónaidőre bontott elemeit, valamint a zónaidőkre bontott teljesítmény maximális értékeit és a teljesítmény összegzés értékeit, akkor az ellenőrzés gyakorlatilag minden paraméterre teljesül. A zónaidőre bontott energiák összegének itt pontosan meg kell egyeznie az összegző számsorral, hiszen ugyanabból a forrásból nyerték az információkat. Az összegzett teljesítmény értékek tájékoztatást adnak arról, hogy a maximum-jelző szerkezet megfelelően működött-e a két leolvasás között. Ugyanez az összegzett átlagteljesítmény érték és a két leolvasás közötti idő szorzata durva becslést adhat az elfogyasztott villamos energia mennyiségéről is. Ha ebbe a műszerbe beépítjük az időprogram-kapcsolót, vagy a központi vezérlésről egységesen adjuk meg valamennyi időalaphoz a váltóimpulzust, akkor az integrálással jó minőségű és megbízható rendszer eszközt hoztuk létre. A minőség tovább javítható:

- a fogyasztásmérő tárcsa forgásának optikai úton történő érzékelésével,
- a forgórészre helyezett állandó mágnes mező változásának figyelésével,
- a forgórész mozgásának másolása a Hall-effektus felhasználásával,
- elektronikus rendszer felépítéssel, digitális adat megjelenítéssel.



Az utóbb említett digitális megjelenítés sokkal kedvezőbb elszámolás szempontjából, mint az analóg kijelzés. Az adatok tárolása is lényegesen könnyebb elektronikus megoldással. Az elektronika nemcsak a mérést és az adattárolást teszi könnyebbé, hanem lehetővé teszi az adatok távleolvasását és közvetve a számítógépi adatgyűjtés is megvalósítható.

#### 4.4. A villamos energia fogyasztás elszámolása

##### a.) A díjszabás (tarifa) helyes megválasztása.

Az adott esetben csak próbaszámításokkal dönthető el a leggazdaságosabb megoldás. Ha a fogyasztó választhat az általános áramdíjas, a kis- és középfeszültségű teljesítménydíjas I. és a teljesítménydíjas II. tarifák között, akkor a havi fogyasztások és a tényleges teljesítmény igények alapján számítással meg kell határozni a várható villamos energia költségeket, és az áramszolgáltatói szerződéseket ezek figyelembevételével kell megkötni.

Az igénybe venni kívánt teljesítmény értékét célszerű heti teljesítmény regisztrálással meghatározni. Ha erre nincs mód, akkor a negyedórás átlagteljesítmény a fogyasztásmérő negyedóránkénti leolvasásával is megállapítható durva közelítéssel. Igen lényeges a csúcsidei teljesítmény igény meghatározása, amelynek túllépése jelentős büntető tarifa alkalmazását vonja maga után. A tarifa helytelen megválasztása különösen a kommunális jellegű intézményeknél fordul elő, a képzetlen és mérés technikailag felkészületlen szakemberek alkalmazása miatt.

##### b.) Díjszabási előírások (általában minisztériumi rendeletek).

A kis- és középfeszültségű területen a ma alkalmazott teljesítménydíjas árszabás 2000. évben módosult, várhatóan a jövőben is megmarad. Ez azt jelenti, hogy a tarifa szerkezetében továbbra is megtaláljuk az úgynevezett teljesítménydíjat és az áramdíjat. A szerződésben lekötött teljesítmény után mind a csúcsidőre, mind a csúcsidőszakon kívüli időszakokra eltérő teljesítménydíjat kell fizetni. A vételezett villamos energia mennyiségéért pedig a két zónaidőnek (csúcs és csúcson kívüli időszak) megfelelő, egymástól eltérő áramdíjat kell fizetni. Az új besorolásnak megfelelően a csúcsidő nyáron 8-14 és 18-21 óra, télen 7-13 és 17-20 óra közötti időszak. Az ezen kívül eső időszak a csúcsidőn kívüli időszak.

Az alapdíjas, egy-zónaidős árszabás választásakor a szolgáltató a névleges csatlakozási teljesítménnyel, korlátozás nélkül minden napszakban rendelkezésre áll. A fogyasztónak ezért alapdíjat és a zónaidőtől független áramdíjat kell fizetni, a vételezett villamos energia függvényében.

Az alapdíjas, két zónaidős árszabás gyakorlatilag megegyezik az előbbivel azzal az eltéréssel, hogy az áramdíj zóna-időszakonként eltérő áron lesz elszámolva.

A díjszabás ezen kívül kiterjed vagy kiterjedhet a vezérelt külön mért fogyasztásra (napi 8 órás időtartamban) illetve a közvilágítási árszabásra.

Jelenleg a 9/1999 (III.19.) GM, a 10/1999 (III.19.) GM alaprendeletek és a díjtételekre vonatkozó 37/2001 (XII.21.) valamint a 38/2001 (XII.21.) GM rendeletek vonatkoznak a lakossági és közületi fogyasztók villamos energia szerződés szerinti elszámolására.

##### c.) A teljesítmény kihasználás optimalizálása.

A korszerű és magas minőségi szintű teljesítmény-gazdálkodási szemlélet csak az lehet, hogy a technológiai folyamat zavartalan kiszolgálásához szükséges mért vagy számított teljesítményt csekély tartalékkal szerződéssel lekötjük, a váratlan üzemi események okozta túllépések megakadályozására, pedig automatikus maximumört

alkalmazunk. Ez a maximumőr adhat előrejelzést a kezelőnek, de alkalmas lehet az automatikus beavatkozási parancs kiadására úgy, hogy a szükséges fogyasztói korlátozást emberi beavatkozás nélkül végrehajtja. Fontos, hogy a terhelés korlátozás csak a ténylegesen szükséges esetben és mértékben következzen be, és a kritikus teljesítmény túllépési időszak elmúlásával automatikusan térjen vissza a normál üzemiállapot.

A vázolt korszerű teljesítmény-gazdálkodás előfeltétele nemcsak a távműköd-tethetőség, hanem a többfokozatú kapcsolhatóság. Néhány kW-os terheléskorlátozási igény miatt felesleges egy teljes üzem- vagy épületrészt lekapcsolni. A tapasztalatok szerint a fogyasztók körültekintő osztályba sorolásával, három-négy teljesítményfokozat kapcsolási lehetőségének megteremtésével, a jól szervezett teljesítmény-gazdálkodás már megvalósítható.

#### 4.5. Nullázásos érintésvédelem, egyenpotenciálú hálózat

Az érintésvédelem alapelve az, hogy ha egyszeres hiba (pl. testzárlat) esetén az adott fogyasztási helyen veszélyes nagyságú érintési feszültség lépne fel, akkor azt az élettanilag veszélytelennek tartott 0,2 sec alatt ki kell kapcsolni. A veszélyesnek minősített érintési feszültség ( $U_e$ ) határértéke az ún. " $U_L =$  limit feszültség", amely 50 V váltakozó- és 120 V egyenfeszültségnél. Ebből az is következik, ha  $U_e < U_L = 50$  V, akkor nincs szükség lekapcsolásra. A kétféle érintésvédelmi módot nevezik aktív és passzív érintésvédelemnek, illetve az MSZ 172 szabvány terminológiája szerint "védővezetős" és "védővezető nélküli" érintésvédelemnek. Az aktív érintésvédelem körébe tartozik: a védőföldelés (TT vagy IT rendszer), a nullázás (TN rendszer), az egyenpotenciálra hozás (EPH rendszer) és az áramvédőkapcsolás (ÁVK). Passzív érintésvédelmi módok közé soroljuk: a villamos szerkezetek elszigetelését, a környezet elszigetelését, a védőelválasztást, az érintésvédelmi törpefeszültség alkalmazását, a földeletlen egyenpotenciálra hozást és a korlátozott zárlati teljesítményű áramkörök alkalmazását. A felsoroltak közül részletesebben a nullázásos érintésvédelemmel és az EPH hálózat kiépítésével foglalkozunk, amelynek a kiépítését többek között ma már az áramszolgáltató a hálózatra kapcsolás feltételeként előírja.

##### 4.5.1. Érintésvédelem nullázással

A kiefeszültségű energiaellátó hálózatok - nemcsak hazánkban, hanem általában mindenhol - kivétel nélkül közvetlenül földelt rendszerűek. E hálózatokon elvben bármelyik védővezetős érintésvédelmi mód alkalmazható (4-1. ábra). Azokon a hálózatokon illetve transzformátor körzetekben, amelyeket az áramszolgáltató nullázottnak nyilvánít, a védőföldelés alkalmazása tilos. Ennek oka az, hogy ha egy védőföldelést valóban az előírásoknak megfelelően alakítanak ki, akkor az itt fellépő esetleg nagy testzárlati áram az üzemi földelésen visszatérve (4-1.c ábra) a hálózat nullavezetőjének potenciálját megemelheti, aminek következtében a testzárlat ideje alatt valamennyi ezzel a nullavezetővel összekötött, de az EPH hálózatba be nem kötött test érintése veszélyes lehet.

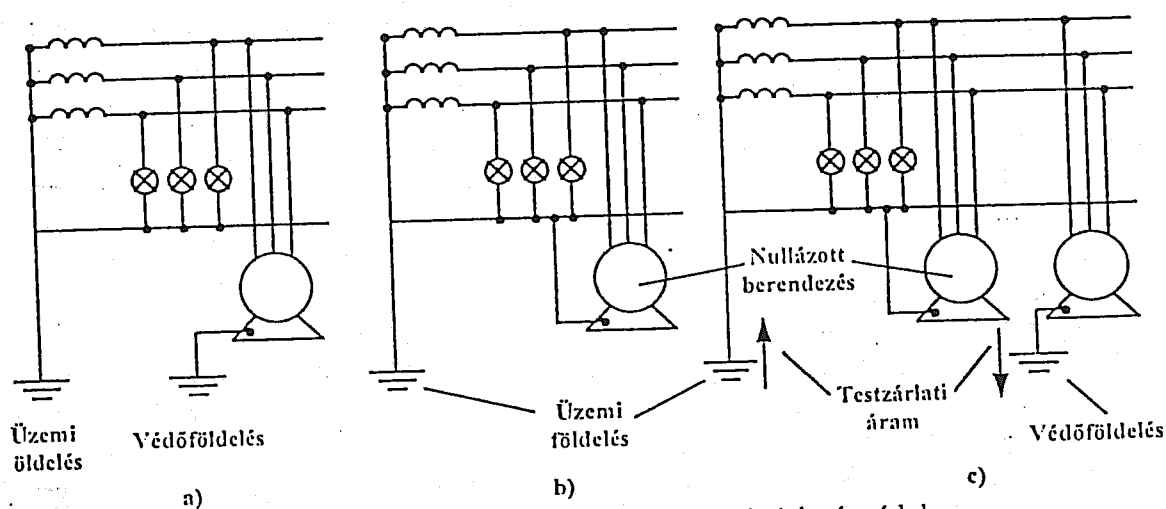
A nullázás alkalmazhatóságának alapfeltételei a következők:

- A hálózat belső impedanciája (hurokimpedancia) olyan kis értékű legyen, hogy a túláramvédelem az előírt idő alatt lekapcsolja a zárlatos hálózatrészt. Ennek a szabvány szerinti feltétele

$$Z_H \cdot I_a = Z_H \cdot \alpha \cdot I_n \leq U_0, \quad (4-1)$$

ahol  $Z_H$  - a hurokimpedancia,  $\Omega$ ;  $I_a$  - az érintésvédelmi kikapcsolást végző kioldószerv előírt nagyságú ("gyorsaságú") kioldóárama, A;  $I_n$  - a kismegszakító illetve olvadóbiztosító névleges árama, A;  $\alpha$  - kioldási vagy kiolvadási szorzó tényező;  $U_0$  - a névleges feszültség a földelt vezető és a többi vezető között (általában a fázis feszültség), V.  $\alpha$  értéke például gyorskiolvadási olvadóbetétekre 3, lomha olvadóbetétekre vagy kismegszakítókra 4 és a lekapcsolási idő 5 s.

- A védővezető (PE) vagy nullázóvezető szerepét is betöltő nullavezető (N+PE=PEN) mindig földpotenciálón legyen, ne fordulhasson elő, hogy máshol fellépő hiba a nullavezető potenciálját életveszélyt előidéző mértékben megemelje.
- A védővezető szerepét is betöltő nullavezető megbízhatósága legalább a fázisvezető megbízhatóságával legyen azonos. A védővezető keresztmetszete 16 mm<sup>2</sup>-ig a fázisvezetővel egyezzen meg, 16...35 mm<sup>2</sup> közötti fázisvezetőnél min. 16 mm<sup>2</sup> és 35 mm<sup>2</sup> fázisvezető keresztmetszet fölött a beépített fázisvezető keresztmetszet felét érje el.



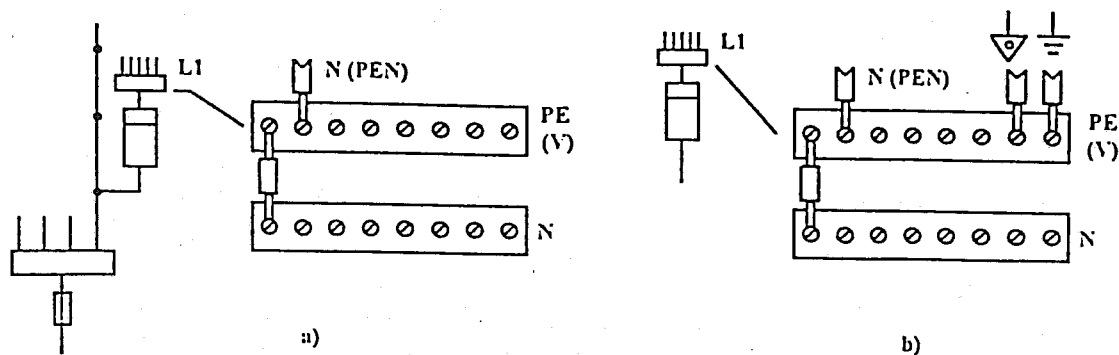
4-1. ábra Közvetlenül földelt kisfeszültségű rendszerek érintésvédelme  
a) védőföldelés, b) nullázás, c) nullázott hálózaton alkalmazott védőföldelés

#### 4.5.2. N illetve PEN vezető és szétválasztása

Az MSZ 447 szabvány az új lakóépületekre azt írja elő, hogy a főelosztóig legalább 10 mm<sup>2</sup> keresztmetszetű vezetőket kell alkalmazni. További előírásokat az MSZ 172 szabvány tartalmaz, amely az épület jellegétől függetlenül, 10 mm<sup>2</sup> keresztmetszetnél kisebb keresztmetszetű vezeték szakaszon a nulla- és a nullázóvezető egyesítését nem engedi meg. Tilos továbbá az egyszer szétválasztott PEN vezető későbbi összekötése.

Az elmondottak értelmében a lakások főelosztó tábláján a szétválasztást úgy kell megoldani, hogy a tápoldali nullavezetőt, amely egyben a védővezető is a PE- illetve a védősínre csatlakoztatjuk. Ennek a vezetéknek a színe zöld/sárga vagy kék. A leágazó áramkörök nullázó- vagy védővezetőit ugyancsak erre a sínre kell rákötni, a vezetők színe itt zöld/sárga. A leágazó áramkörök üzemi nullavezetőjét a különválasztott nulla sínre kötjük, vezeték színük kék. A szétválasztás vázlatát a 4-2. ábrán mutatjuk be.

A nullázásra használt fogyasztói berendezések nullavezetőjét a táphálózat csatlakozási helyén földelni kell. A családi házaknál ezt az összekötést a fogyasztói főelosztó táblánál készítjük el. Ezért a földelővezetőket, ami a külön telepített földelőszondától jön, szintén a PE-sínre kell csatlakoztatni (4-2. b) ábra).



4-2. ábra A nulla- és védővezető szétválasztása a lakás főelosztótáblában  
 a) lakóépületi, b) családi ház

### 4.5.3. EPH hálózat

Ez alatt egyenpotenciálra hozó hálózatot értünk, amely a testek és más vezetőanyagú (üzemszerűen nem villamos) szerkezetek vezetői összekötését jelenti, azok közel azonos potenciálra hozása céljából, a következő módon:

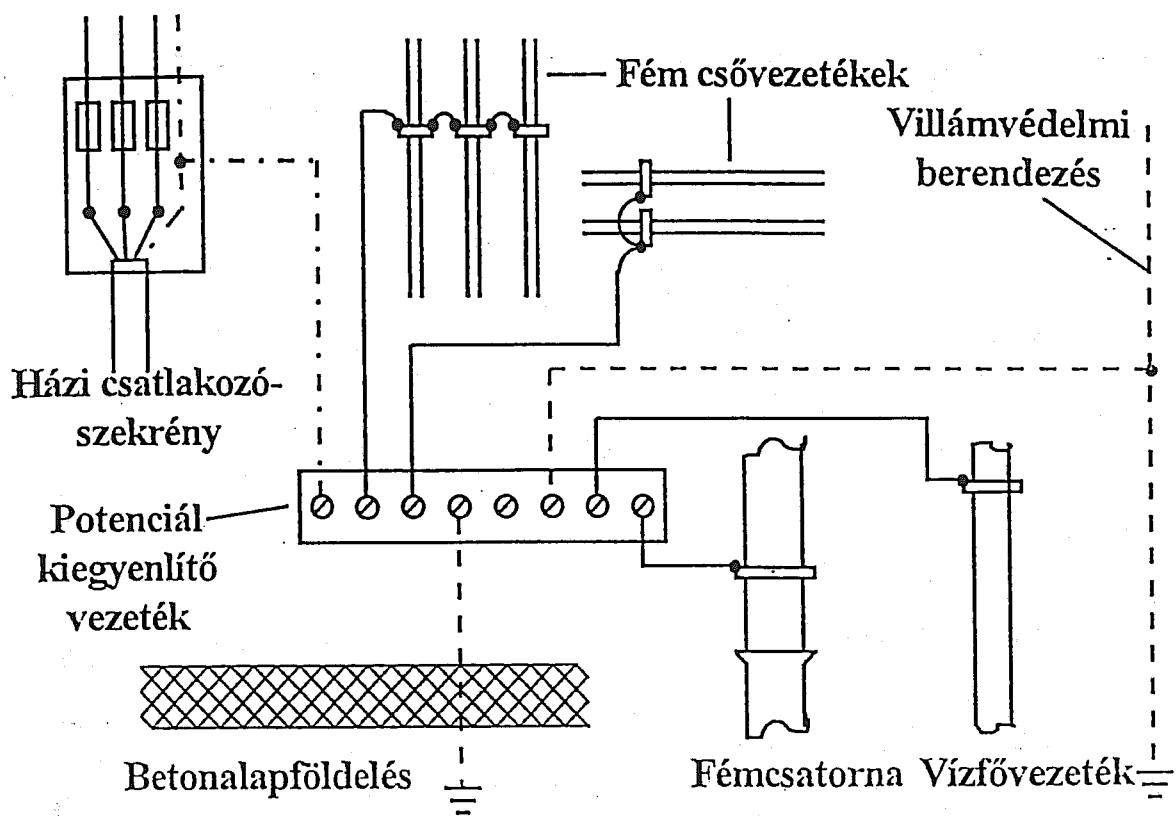
- egyenpotenciálra hozó hálózattal, egy épület vagy más nagyobb, körülhatárolt terület általános egyenpotenciálra hozása,
- helyi egyenpotenciálú összekötéssel, az érintésvédelem hatásosságának javítási szándékával,
- földeletlen egyenpotenciálra hozással, amely önálló érintésvédelmi módnak tekinthető.

Az egyenpotenciálra hozással elérhető, hogy a villamos berendezés meghibásodásakor a külső fémburkolata és ezzel egyidőben a közelében lévő, föld potenciálú megérinthető fém tárgyak között még a limit feszültséghez viszonyítva is elenyésző nagyságú feszültségek lépjenek fel. Elvileg egy villamos berendezésben minden potenciálkülönbség kiegyenlítődhöz, jöhet a "földhöz", mint vonatkoztatási ponthoz viszonyítva a potenciálkülönbség számottevő lehet.

Egyenpotenciálra hozás céljából a többszintes épületeknél az épület legalsó szintjén, többnyire a pincében össze kell kötni valamennyi ott található házi fémhálózatot. Az így kialakított egyenpotenciálú kiegyenlítő sint (EPH csomópont) nullázás esetén, a házi főkapcsoló-berendezésben vagy a házi csatlakozó szekrényben (4-3. ábra) a nullavezetővel illetve a PE-sínnel össze kell kötni.

Családi házakban, ahol nincs házi csatlakozószekrény, ott a fogyasztói főelosztótábla PE-sínjére kell ezt az összekötő vezetékét rákötni (4-2.b) ábra). Ha nem minden fémhálózat a pincéből indul, akkor azt az előfordulásuknak megfelelő legalsó szinten kell összekötni vagy a védővezetővel, vagy a fém vízvezetéki nyomócsővel.

Összefoglalva elmondható, hogy az EPH hálózatba be kell kötni: a védővezető gerincvezetőjét, minden földelés gyűjtő kapcsát, a beton alap-földelést, az épület villámhárító berendezésének legközelebbi földelését, a házi fémhálózatot, a fémből készült fürdőkádakat, valamint a legalább 500 l ürtartalmú helyhez kötött fémtartályokat. Nem szabad az EPH-ba bekötni a szándékosan szigetelt fémcsöveket és fémszerkezeteket, betöréscijelő berendezéseket, gyengeáramú kábelek és árnyékolt vezeték fémköpenyeit.



4-3. ábra A házi fém hálózat összekötése

## 5. Vagyonvédelmi berendezések és rendszerek, tűzjelző berendezések

### 5.1. Vagyonvédelmi berendezések és rendszerek

Az esetek többségében ma már elektronikus felépítésű rendszerek, amelyek a következő főbb részekből épülnek fel: érzékelő rendszer, jeltovábbító rendszer, központi rendszer és jelzőrendszer. Az érzékelők az alapállapothoz viszonyított változásokat figyelik, mérik, regisztrálják és egy előre meghatározott küszöbérték elérése után riasztási jelet generálnak. A jeltovábbító rendszer ezt a jelet vezetéken, kábelen, rádiófrekvenciás összeköttetéssel továbbítja a jelfeldolgozó központi rendszerhez. Innen a jel a felügyeletes vagy felügyelet nélküli jelzőrendszer központjához illetve alközpontjához jut. Tervezésük szigorú titoktartás mellett folyik, szerelésükre az erősáramú rendszer kiépítése után kerülhet csak sor.

#### 5.1.1. Az elektronikus jelzőrendszerrel kapcsolatos követelmények

A komplex vagyonvédelemben az elektronikus jelzőrendszerek a védelem mechanikai tökéletlenségét és leküzdhetőségét illetve a felügyeletet ellátó emberek tévedéseinek és mulasztásainak kiküszöbölését szolgálják. Teljes körű a védelem akkor, ha minden alkotóeleme megfelel a teljes körű védelmi előírás minősítési követelményeinek, amelyek a következők:

##### a.) Felületvédelem.

Teljes körű a felületvédelem akkor, ha a jelzőrendszer élesített (bekapcsolt) állapotában minden nyílászáró szerkezeten, a mechanikailag gyenge falazaton (38 cm-nél vékonyabb téglafal), földemen és padozaton képes jelezni az át- vagy behatolási kísérletet.

##### b.) Térvédelem.

Teljes körű a térvédelem akkor, ha a jelzőrendszer éles (bekapcsolt) állapotában a védett tárgyak közvetlen környezetében mindennemű illetéktelen emberi mozgást jeleznek az érzékelők.

##### c.) Tárgyvédelem.

Teljes körű a tárgyvédelem akkor, ha a jelzőrendszer éles (bekapcsolt) állapotában minden védett tárgyra kiterjed a védelem, továbbá a páncélszekrények esetében fúrás és nyitásérzékelés is biztosított.

##### d.) Személyvédelem.

Teljes körű a személyvédelem akkor, ha a jelzőrendszer éles (bekapcsolt) állapotában az összes védendő illetve támadásnak kitett személyre közvetlenül kiterjed a védelem.

A felsoroltak figyelembevételével és a Magyar Biztosítók Szövetsége (MABISZ) által kiadott betörés illetve lopás kockázat elbírálási szabályzat irányelvei szerint elsősorban minősített eszközöket kell alkalmazni, továbbá a teljes körű elektronikus betörésjelző rendszernek a következő követelményeket kell kielégíteniük:

- 1./ A betörésjelző központ a tápegységgel egy egységet képezzen és a védett téren belül legyen elhelyezve.
- 2./ A központi egység jelezze a ki- és bekapcsolt állapotot a védelmi körökön külön-külön (min. 4 db) és a szabotázs vonalon.
- 3./ Az egyes csatornák ne legyenek közvetlenül ki- és bekapcsolhatók, ha szükséges üzenmód kapcsolót kell beépíteni.

- 4./ A központi egység burkolata az üzemeltető által sem nyitható kivitelű legyen. A szabotázsvédett burkolat min. 1,5 mm vastag lágyacél lemezből vagy azzal egyenértékű szilárdságú anyagból készüljön.
- 5./ Az élesítés csak külső, min. hat betűs vagy számkombinációs kódkapcsolóval végezhető. A kódkapcsoló központot vezérlő áramkörét lehetőleg a központi egységben, de mindenképpen a védett téren belül kell elhelyezni.
- 6./ Az egyes részek meghibásodását jelezze ki a rendszer, a többi rész viszont maradjon működőképes.
- 7./ A teljes védelmi rendszer állandó őrzésére, ellenőrzésére ki nem kapcsolható és az üzemeltető által sem befolyásolható jelzővonalat vagy jelzővonalakat (szabotázs vonal) kell kiépíteni.
- 8./ Az üzembe helyezés csak a teljes rendszer működőképessége és riasztás mentes állapotában lehetséges.
- 9./ Élesbe kapcsolt állapotban a vezérlő központnak valamennyi jelzővonalat, jeladó áramkört, kapcsoló berendezést felügyelnie kell, jelzés után egy másodpercen belül riasztania kell.
- 10./ A szabotázs vonalak jelzéseit - nem élesbe kapcsolt állapotban is - a rendszernek optikailag és akusztikusan jeleznie illetve tárolnia kell.
- 11./ A támadásjelző részeknek állandóan élesben kell üzemelniük.
- 12./ A jelző áramkörök és a szabotázs vonalak megszakadását, a rövidzárlatot, illetve a hurkok ellenállásainak legalább 20 %-os változását a rendszer jelezze ki (riasszon).
- 13./ A szabotázs vonalak visszakapcsolását csak a jelzőberendezést gyártók, szerelők vagy karbantartók végezhetik el!
- 14./ Maximálisan két-két db, egymástól független kültéri akusztikus és optikai jelzésadó telepítése szükséges.
- 15./ Az akusztikus jelzésadókat külön falsíkra kell elhelyezni, az egyik készüléknek beépített akkumulátoros kivitelűnek kell lenni.
- 16./ A kültéri jelzésadókat a közlekedésre alkalmas felületektől, tárgyaktól, építményektől, épületszerkezetektől, közlekedési utaktól olyan távolságra kell telepíteni, hogy azok csak segédeszközzel legyenek elérhetők.
- 17./ A kültéri hangjelzésnek a riasztást kiváltó ok megszűnése után 1-3 percen belül automatikusan meg kell szűnnie, illetve a kizárólag arra illetékes kezelő vagy karbantartó által kézzel lekapcsolhatónak kell lennie. A rendszer a bekapcsolást követően ismételten kapcsoljon éles állapotba.
- 18./ A kültéri hangjelző szabotázsvédett, min. 1,5 mm vastag lágyacél burkolatú legyen vagy ezzel egyenértékű mechanikai védelemmel rendelkezzen. A hangereje haladja meg a 100 dB-t, változó kéthangú jelzéssel.
- 19./ Az optikai jelzésadó borostyán sárga színű, villogó fényű és 1 m távolságban 200 lux megvilágítást adó fényforrás legyen.
- 20./ Az villamos energia ellátás két egymástól független, kölcsönhatás mentes tápforrás: kiefeszültségű villamos hálózat és akkumulátor.
- 21./ A kiefeszültségű villamos hálózatnak megszakítás nélküli üzemmódban kell működnie.
- 22./ Az akkumulátor a kiefeszültségű hálózati energiaellátás zavara esetén automatikusan és megszakítás nélkül a teljes védelmi rendszer legalább 72 órás üzemeltetését, a 72 óra leteltét követően pedig egy riasztási ciklus végrehajtását biztosítsa.
- 23./ Az akkumulátor automatikus töltéséről gondoskodni kell.
- 24./ A nyitásérzékelők csak rejtve és süllyesztve szerelhetők.

25./ A szabadtéri, a védett téren kívüli és a nem szabotázs vezetékeket falon belül vagy acél védőcsőbe helyezve kell vezetni, szerelni.

A részleges elektronikus betörésjelző rendszerrel szemben támasztott követelményeket - az előbbi felsoroláshoz képest - néhány pontnál módosították. Így a 7./ és 8./ pontot átfogalmazták, a 12./ pontban legalább 40 %-os ellenállás változást írtak elő, a 13./ pontot elhagyták és a 22./ pontban 48 órás üzemeltetést írtak elő, mint betartandó követelményt.

A minimális elektronikus betörésjelző rendszerrel szemben támasztott követelmények - összehasonlítva a teljes körű elektronikus védelemmel - úgy változtak meg, hogy:

- elmaradt a 7./, 8./, 10./, 11./, 13./, 14./, 15./, 17./ és 24./ pont előírása;
- a 2./ pontból elmaradt a min. 4 db védelmi kör előírása;
- a 4./ pontban 1,0 mm vastag lágyacél lemezt írtak elő védőburkolatként,
- az 5./ pontban az élesítéshez kulcsos kapcsolót írtak elő, szabotázs védett 1,5 mm vastag lágyacél burkolattal;
- a 6./ pontnál a többi rész működőképessége itt nem követelmény;
- a 12./ pontnál csak a jelző áramkör megszakadás jelzése a követelmény;
- a 20./ pont kiegészül az elemes táplálás lehetőségével kikötve azt, hogy min. 3 hónapig maradjon üzemképes a rendszer;
- a 22./ pontnál legalább 24 órás üzemeltetési igényt ír elő.

### 5.1.2. Vagyonvédelmi jelzőrendszerek szünetmentes tápellátása

A vagyonvédelmi rendszerek szünetmentes tápegységének feladata a rendszer folyamatos ellátása villamos energiával, a hálózati feszültség pillanatnyi, vagy többórás kiesése esetén. A szünetmentes tápegység általában hálózati transzformátorból, egyenirányítóból, feszültség és áram szabályozóból valamint akkumulátorból áll.

#### 5.1.2.1. Hálózati transzformátor

A hálózati transzformátor többnyire fizikailag is egy egységet alkot a tápegységgel, azaz annak a NYÁK lapján helyezkedik el. Ettől eltérő kialakítás is lehet, amikor úgynevezett PLUG IN transzformátort alkalmazunk és ezt közvetlenül a hálózati dugaszolóaljzatba csatlakoztatjuk, a kivezetéseit pedig a tápegység vagy központi egység AC bemeneteire kötjük.

A magyar ajánlások leírása szerint a jelzőrendszer tápegységének a központ dobozában kell helyet foglalnia. A hazai forgalmazású egységek 80 %-a ezt az előírást ma nem teljesíti, mert a külföldi gyártók (elsősorban amerikai és kanadai) központjaikat úgy készítik, hogy az egyenirányító, a feszültségszabályozó rész a központ paneljén található és nekünk csak a transzformátor AC kivezetéseit kell bekötnünk.

Miért nem gond, ha PLUG IN transzformátort alkalmazunk, az említett magyar ajánlással szemben? Felül kell-e vizsgálni a magyar ajánlást? A válasz a jelenlegi telepítési szokásban keresendő, ugyanis a beható a betáplálás megszüntetését a fogyasztásmérő lekapcsolásával kezdi, amely többnyire nem a védett térben található. Így a hálózati feszültség ellátás megszüntetésével, riasztás nélkül omlik össze a védelmi rendszerünk, ha az akkumulátor kimerül (az előírt 24, 48 vagy 72 óra múlva). Ezen példa már mutatja, a rendszer működőképessége szempontjából érdektelen számunkra, hogy a hálózati transzformátort a központ dobozában vagy azon kívül helyeztük-e el.

Ha a beható nem tudja a rendszert feszültségmentesíteni a fogyasztásmérő óránál, mert az már a védett térbe esik, akkor be kell hatolnia. Ezt a beható a minimálisan beállított késleltetési idő letelte után riasztás követi. Így teljesen mindegy, hogy a



behatoló eljutott-e a központ transzformátoráig vagy sem, kihúzta-e a dugaszolóaljzatból vagy sem, mert a rendszer betöltötte a védelmi szerepét, míg az előző esetben akárhova helyezük el a transzformátort, nem oldható meg a probléma.

A transzformátorok többnyire 18 ... 19,5 V feszültséget adnak le terheletlen és 16,5 V-ot leterhelt állapotban, a központok igényének megfelelően. A túl alacsony feszültség (terheletlenül 16 V) üzemzavart eredményezhet, míg a túl magas (terheletlenül 20 V fölötti érték) a stabilizátor IC-k túlmelegedéséhez vezethet.

A transzformátorok teljesítménye általában 20 ... 40 VA. Rövidzárlat védelemről külön kell gondoskodni, pl. a 20 VA-esnél a primer oldalon 80 mA-es csöves biztosítóval.

#### 5.1.2.2. Egyenirányító és feszültség stabilizátor

A diódákból felépített egyenirányítók (pl. Graetz-kapcsolású egyenirányító) feladata a váltakozó feszültség egyenirányítása. Az egyenirányított feszültség ezután egy tranzisztoros vagy IC-s feszültség stabilizátorra jut, ami a bemenő egyenirányított feszültség ingadozást kiegyenlítve, a kimenetén mindenkor a beállított stabil feszültséget adja ki. Ez a feszültség az elektronikus jelzőrendszereknél 13,8 V.

Minden tápegységen lehetőség van ennek a feszültségnek a pontos beállítására. A felhasználás előtti mérésre és után állításra az akkumulátor töltés beszabályozása miatt is szükség van. Újabb megoldásként, a nagyobb hatásfok elérése céljából a nagyméretű tekercsek kihagyásával, kapcsolóüzemű tápegységek készülnek.

#### 5.1.2.3. Akkumulátorok

A szünetmentes tápegységekben régebben a savas akkumulátorok jelentették az egyedüli megoldást. Ma már kivétel nélkül a gondozásmentes, gáz-tömör, ún. zselés akkumulátorokat használunk. Ezeknek az akkumulátoroknak a névleges feszültsége 12 V, míg az amperórában kifejezett leggyakoribb kapacitás értékeik: 0,7, 1,2, 1,9, 2,3, 2,6, 3,0, 4,0, 4,2, 6,5, 7,0, 7,2, 8,2, 10, 12, 15, 17, 20, 23, 24, 26, 32, 40, 50, 60 és 80 Ah. Az aláhúzott értékek a hazai forgalomban mindig kaphatók, így betervezhetőek a rendszerbe.

##### a.) Gondozásmentesség.

Gondozásmentes a zselés akkumulátor, hiszen nem kell savazni, desztillált vízzel utántölteni. Ez nem azt jelenti, hogy az akkumulátor akármit elvisel, ha egyszer már beépítettük és nem kell vele tovább foglalkoznunk. A beépített akkumulátorok heti, havi ellenőrzését a felügyeleti központnak automatikusan meg kell tennie (programozható funkció), vagy a felhasználónak (esetleg a telepítőnek) kell elvégeznie. Célszerű számítógépes nyilvántartást vezetni (adatbázis, naplózás és archiválás).

##### b.) Gáztömörség.

Az akkumulátor gáztömörsége azt jelenti, hogy töltésekor és kisütésekor semmilyen gáznemű anyag nem illan el az akkumulátorból a környezetébe, ellentétben a hagyományos savas akkumulátorokkal szemben. Ezek az akkumulátorok azonban rendelkeznek egy kieresztő szeleppel is, amely a túltöltődés esetén a felgyülemlett tiszta oxigént és hidrogént kiereszti. Befelé azonban semmit nem engednek át, így nem juthat be a levegő oxigénje, amely az elektródon nem kívánt kisülést okozhatna.

##### c.) Zselés akkumulátorok töltése.

Az akkumulátor zselés mivoltát a házában található megkötött, hígított kénsav ( $H_2SO_4$ ) elektrolit jelenti. Az akkumulátorok villamos feltöltésekor az ólom-szulfát elektródok a vízzel reakcióba lépve ólomná (negatív elektród), ólom-dioxidá (pozitív elektród) és kénsavvá alakulnak át. Kisütéskor a helyzet fordított, ugyanis az ólom-dioxid és az ólom a kénsavval ólom-szulfátot, vizet és villamos energiát hoz létre.

Az akkumulátorok töltése kétféle módon történhet:

- Puffer üzemmódban, amikor is az akkumulátor folyamatos töltés alatt van és a kisülés vagy kisülés mértékétől függően veszi fel a töltést. A töltőáram normál körülmények között nem haladhatja meg a  $0,2 \times C$  A-es értéket, ahol C az akkumulátor névleges kapacitását jelenti Ah egységben. Teljesen feltöltött állapotban az akkumulátorban folyó áram maximum  $0,001 \times C$  A. Rendellenes üzemmódotként regisztráljuk a túltöltést, mert a biztonsági szelepen távozó oxigén és hidrogén az akkumulátor kapacitás csökkenéséhez illetve kiszáradásához vezet.
- Ciklikus üzemmódban a töltő egy ideig tölti az akkumulátort, majd kisüti, majd újra tölti és ezt váltogatja az akkumulátor teljes feltöltődéséig. Ekkor az akkumulátor gyorsabban tölthető fel, mint az előző esetben, ugyanis nagyobb töltő feszültség alkalmazható, de a töltőáram itt sem lépheti túl a  $0,2 \times C$  A-es értéket.

d.) A zselés akkumulátorok tárolása és élettartama.

A teljesen feltöltött akkumulátor  $+20$  °C tárolási hőmérsékleten havonta a kapacitásának 3...4 %-át veszíti el. Így fél év eltelte után a 80 %-os kapacitású akkumulátort célszerű, míg az egy év eltelte után a 60 %-os töltöttségi állapotú akkumulátort fel kell tölteni, függetlenül attól, hogy üzembe helyezzük vagy sem!

A zselés akkumulátorok élettartama az az idő, amíg a folyamatos üzemben kapacitásuk a névleges kapacitás 80 %-ára nem esik vissza. Ha a kapacitás lecsúszott erre az értékre, akkor az akkumulátort ki kell cserélni. Ez az élettartam folyamatos puffer üzemmód és stabil  $+20$  °C környezeti hőmérséklet mellett 5 év feltételezve, hogy az akkumulátort soha nem sütötték ki a mélykisülésig. Alacsonyabb környezeti hőmérséklet mellett az élettartam ideje valamelyest növekszik.

e.) Tápellátási megoldások.

Az akkumulátorokkal szemben támasztott tápellátási igény a hálózati feszültség kimaradása után eltelt idő és a védelmi rendszer áramfelvétele alapján határozható meg. Mint korábban láttuk a védelem kiépítettségi szintjeinek megfelelően 24, 48 és 72 óra az előírt üzemben tartási idő. Ugyanakkora fogyasztású rendszereket alapul véve, egyre nagyobb méretű akkumulátorokat kell beépítenünk a fokozottabb biztonság elérése céljából. Ha a rendszer áramfelvétele nem haladja meg a 70 mA-t, akkor egy központi elhelyezésű 12 V-os és 6,5 Ah-ás akkumulátor képes a 72 órás üzemidőt teljesíteni (48 óránál ez 105 mA-t, 24 óránál 220 mA-t jelent).

Centralizált tápellátás kiépítése során igen lényeges, hogy a teljes rendszer áramfelvételével tisztában legyünk. Az előbbi, 72 óráig üzemben tartandó rendszer példájából kiindulva, ha a teljes rendszerünk áramfelvétele meghaladja a 70 mA-t, akkor a 6,5 Ah-ás akkumulátort hagyjuk a központ tápellátására, az érzékelőket pedig egy különálló szünetmentes tápegységről lássuk el villamos energiával. Ez utóbbi esetben az akkumulátor méretét az érzékelők áramfelvétele alapján határozzuk meg és szabotázs védett dobozba telepítjük.

Decentralizált tápellátást célszerű kiépíteni akkor, ha a kiterjedt rendszerünk vezeték hosszain nagy feszültségesésre számíthatunk. Ebben az esetben egymástól függetlenül több helyen is meg kell táplálnunk az érzékelőket.

Például, ha 0,6 mm átmérőjű réz vezetékot használunk az 500 mA-t fogyasztó érzékelők bekötéséhez, akkor 2 V-os megengedhető feszültségesés mellett a központtól 70 m-re már egy új tápegységet kellene felszerelnünk. Mivel az érzékelők jelentős része száraz kontaktus kimenettel rendelkezik, ezért a tápegységet a központ felőli tápegységtől galvanikusan elválasztva kell felszerelnünk. Még az akkumulátorok negatív pólusát se közösítsük, a földhurkok létrejöttének elkerülése miatt.

Viszont az érzékelők kábeleinek árnyékolását ilyenkor is a központ tápellátásának negatív pólusára csatlakoztassuk.

Decentralizált tápellátást nem csak a távoli érzékelők tápellátásának megoldására építünk ki, hanem biztonsági szempontból bármikor. A megoldás akkor is előnyös lehet, amikor a rendszer más pontján bekövetkező tápegység tönkremenetel erre a külön táplált részre nincs kihatással.

### 5.1.3. A riasztás eszközei a helyszínen

#### 5.1.3.1. Villamos csengő

A villamos csengő a betörésvédelmi rendszerekben a legrégebben alkalmazott villamos táplálású riasztóeszköz. A csengő alkalmazásának előnyei: beltéri alkalmazásnál a hangja felismerhető, a hangereje megfelelő, egyszerű szerkezetű és olcsó. Az alkalmazásának hátrányai: más jelzőeszközhöz viszonyítva nagy az áramfelvétele, az elektromechanikus alkatrészek rendszeres és gyakori karbantartást igényelnek, az időjárás-állósága nem kielégítő.

A kültéren telepített csengők időjárás állóságát védőburkolattal tudjuk fokozni, ekkor viszont a csökkenő hangerő ellensúlyozása nagyobb teljesítménnyel, azaz további áramfelvétel növeléssel jár együtt. A többlet energiaigény biztosítására a szünetmentes táplálást adó akkumulátor kapacitását is növelni kell. Az elmondottakból látható, hogy a villamos csengők hátrányos tulajdonságainak kiküszöbölése jelentős költség többletet eredményez, így alkalmazási területük egyre szűkül.

#### 5.1.3.2. Piezoelektromos sziréna

A riasztások kijelzésére egyre gyakrabban alkalmaznak ma kis fogyasztású, piezo hangkeltővel ellátott nyomókamrás szirénákat. Ezek a 75...130 dB, nagy hangerővel rendelkező szirénák egyaránt készülnek bel- és kültéri kivitelben.

A nyomókamra egy aktív akusztikai rezonátor, amelynek egyik falába van beépítve a piezoelektromos hangforrás. A rezonanciára méretezett falról, fázisban többszörösen visszaverődő hanghullám végül nagy hangnyomás alatt préselődik ki, a sziréna kamra széleinél kiképzett réseken.

A piezoelektromos szirénák előnye: a kicsi méret, a csengőhöz viszonyított kicsi áramfogyasztás és a minimális karbantartási igény. A szirénák hátránya az, hogy működtetésük külső áramforrást igényel, így a szabotázs védelmük nincs megoldva.

#### 5.1.3.3. Kombinált hang-fényjelző eszközök

A biztosító társaságok előírásainak is megfelelő hang-fényjelző eszközök szirénát, villogót és akkumulátoros tápegységet tartalmaznak. A piezoelektromos sziréna biztosítja a változó kéthangú és 100...130 dB hangerejű riasztást, míg a lát jelzést egy villogó fényforrás adja, amely 200 lux megvilágítást biztosít 1m távolságban. A hangjelzés fajtája, frekvenciája többnyire programozható és beállítható a maximális riasztási idő is. A villogó fény egyezményes színe: betörésvédelmi rendszereknél narancssárga, tűzvédelmi rendszereknél piros.

A védelmi eszköz belső szünetmentes táplálását akkumulátor biztosítja, amelyet a betörésvédelmi jelzőközpont folyamatosan tölt. A riasztás indítása a központ kialakításától függően a töltő feszültség megszüntetésével, a rendszer földelésével, indító

impulzus adásával, impulzus sorozat kimaradásának érzékelésével stb. történhet. Újabban a hang-fényjelző eszközök rendelkeznek a sziréna illetve a villogó meghibásodását kijelző áramkörökkel is, amelyek tovább javítják a betörésvédelmi rendszer minőségi színvonalát és megbízhatóságát.

A riasztóeszközt a leggyakrabban kültéren - azaz védett téren kívül - helyezték el, ezért kettős acéllemez burkolattal látjuk el, kiemelt figyelmet fordítva a szabotázs védelemre.

#### 5.1.3.4. Hangszóró

A nagy hangerejű magnetodinamikus hangszórókat már régebben is használták többhangú riasztás jelzésére. Újabban előre felvett szövegekkel próbálják az elriasztó hatást fokozni és a kijelzési információt pontosítani. A digitálisan tárolt 10-20 sec-os szöveg a segélykérésen kívül, az objektum pontos címét is tartalmazhatja.

Ezek a hangszórók, mint riasztó eszközök egyre népszerűbbek, mert hangerejük elérte már az előírt 100 dB-es hangerősségi szintet. Segítségükkel egyszerűen lehet jelezni a jogtalan behatolás helyszínét, még a sűrűn beépített területeken is.

#### 5.1.4. A riasztó rendszer érzékelői

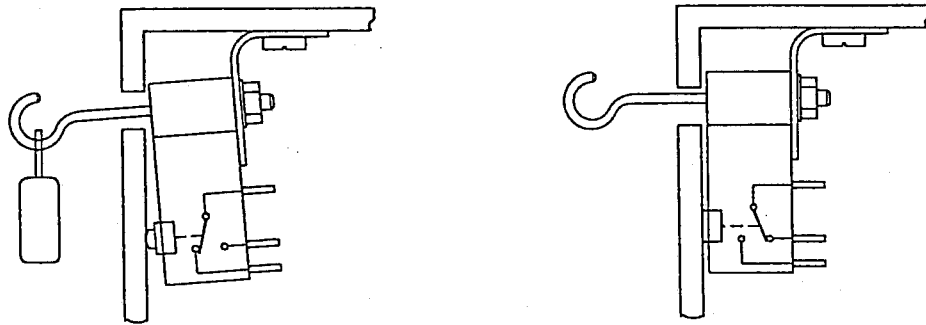
Az érzékelők a vagyonsvédelmi rendszer legfontosabb elemei. Úgy is mondhatnánk, hogy az emberi érzékszervek elektronikus megfelelői. Pontosan fogalmazva az elektronikus érzékelők az ember meghosszabbított érzékszervei, amelyek ma már az értékek védelménél nélkülözhetetlenek. Az érzékelő önmagában is lehet hangjelző eszköz, és jelezhet bizonyos cselekményeket. Az érzékelőknek két nagy csoportját ismerjük, a mechanikai és az elektronikus elven működő érzékelőket. A mechanikus elven működő érzékelők annyiban térnek el az elektronikus érzékelőktől, hogy számukra nem kell külön energia, míg az elektronikus érzékelők villamos energia nélkül nem képesek működni. Az elektronikus érzékelőknek viszont az a jó tulajdonsága, hogy a rendszert felügyelő ember távol lehet a felügyelni kívánt helytől és a távolság ellenére mégis egyértelműen ellenőrizni tudja, hogy az adott hely megfelelően van-e védve. Nézzük ezek után, hogy melyek a vagyonsvédelem naponta használt vagy alkalmazásra javasolt főbb érzékelő típusai.

##### 5.1.4.1. Mechanikus érintkezők és érzékelők

**Mikrokapcsoló:** A mikrokapcsolók igen gyakran használt érzékelőelemek, amelyeket különböző nyílászárók nyitásellenőrzésére és tárgyvédelemre alkalmazunk. A mikrokapcsolók miniatűr foglalatba helyezett érintkezőjét egy kis nyomógombbal és ezt mozgató rugóval hozzuk működésbe. A mikrokapcsolók a billenőkaros kapcsolók egyik legnépesebb csoportját alkotják. Az ún. szigonyrugós szerkezetnél a billenőkar közvetlenül nem ismerhető fel, mivel az egy meghajlított laprugó. A mikrokapcsolók átkapcsolási ideje a nagyságtól függően 1-5 ms, az érintkezők pattogási ideje 1-2 ms nagyságú. 230 V, 50 Hz váltakozó feszültségen,  $\cos\varphi = 0,7$  teljesítménytényező mellett a mérettől függően 1-2000 VA teljesítmény kapcsolására képes. Általában kétállású kapcsolást tesznek lehetővé, az ún. rövidzárat, valamint a szakadást. Működésük illetve érintkezésük megbízhatóságát a levegő nedvességtartalma jelentősen befolyásolja, az érintkező pattogás (prell) sem előnyös tulajdonságuk, így alkalmazási területük korlátozott. Szerelésük és elrejtésük is nehéz. Igaz viszont, hogy a mikrokapcsolók érintkezői között a szavatolt 0,5-3 mm érintkező nyitási távolság van, működésükhöz max. 1 N erő szükséges és a garantálható élettartamuk 10 millió kapcsolás, vagy ennél nagyobb.

**Súlykapcsoló:** Ott alkalmazzuk, ahol valamilyen súlyváltozást kívánunk érzékelni. Alkalmos különböző kiállításokon, galériákban, múzeumokban a védett tárgyak őrzésére illetve ezeknek a tárgyaknak az eltávolítás jelzésére.

Érzékelő elme egy mikrokapcsoló, amelyet rugó működtet egy adott nagyságú ellensúly eltávolítását követően (5-1. ábra). Fejlettebb változata a differenciál súlykapcsoló: két kapcsoló sorba van kötve egymással, közöttük egy nyelv helyezkedik el, mint a mérleg nyelve. Egyensúlyi állapotban egyik kapcsoló sincs megnyomva. Ha a kapcsoló gombját bármely irányba nyomja a súlyérzékelő nyelve, akkor abban a pillanatban megszakad az érintkezés és riasztó jelzést ad. A tárgyat úgy kell elhelyezni, hogy arra megfelelő ellenfeszítő erő hasson. A hídáramkör kiegyenlítését követően a rendszert nyugalomban kell tartani.



5-1. ábra Súlykapcsoló, súlyérzékelő a) terheléssel b) terheletlenül

Hasonló elven működik a szálfeszítéses kapcsoló. Ez esetben egy acélszál van az előző kapcsolóhoz hasonlóan kifeszítve. A "mérleg" nyelve középállásban van és a szál feszültségi állapota határozza meg, hogy nyugalomban van-e, vagy jelez. Ha a szálát megnyomják vagy nekimegy valaki, akkor bekapcsol; de ha elvágják illetve megszakad, akkor a másik irányba kapcsol, így ad jelzést a felügyelet számára. Van olyan szálfeszítés is, amely egy légcsatorna belső keresztmetszetét zárja le. A szálakat olyan távolságra helyezik el, hogy egy ember ne tudjon átbújni a szál megnyomása illetve elszakítása nélkül, amikor is riasztó jel megy az elektronikus jelfeldolgozó központba.

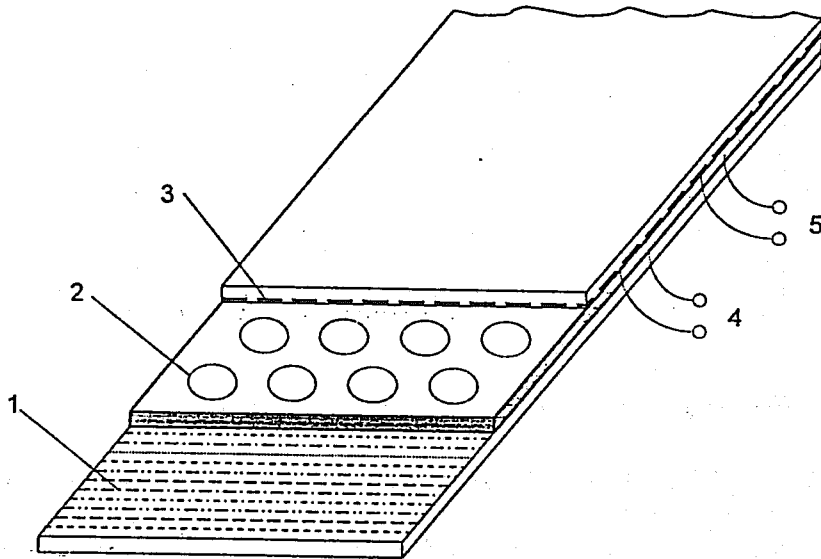
Golyós, görgős kapcsolók: Ma leggyakrabban a legtöbb mechanikus kivitelű kapcsolót reed-érzékelővel (lásd később) kombinálják, amely eszközben egy tokba építik be a fix helyzetű reed-csővet és a mozgó mágneset. Az elmozdulást golyó, vagy görgő segítségével viszik át a mágnesre.

Egyszerű kapcsolók: Főleg központ dobozok, hangjelzők, tűzjelzők stb. védelmére szolgáló, viszonylag nagyobb távolságú és beállítható kapcsolási helyzetű érintkezők, más néven nyomógombok. A rugó ellenében elmozdítható tengely vagy nyomócsap rugózott mozgó érintkezőket mozdít el az álló érintkezők között. Ha a tengelyt betoljuk a kapcsolóba, akkor záródnak az érintkezők, ha megszűnik a nyomóerő, akkor a rugó kinyomja a tengelyt és kinyit az érintkező illetve a kapcsoló.

Kontaktszőnyeg: Gyakran kell védeni a bejárati ajtók előtti részt, a folyosók különböző szakaszait és az átjárókat. Erre a feladatra alkalmas a kontaktszőnyeg, amely az egyébként alkalmazott szőnyeg, lábtörő vagy díszítőelem alá helyezve riasztó jelzést ad, ha valaki rálép.

Felépítése: két fémes vezető fegyverzet, közöttük távolságtartó perforált rugalmas anyag, amelynek működését az öregedési tulajdonságok nem befolyásolják. Ezt a szendvics szerkezetű lemezt borító anyag védi a nedvességtől és az egyéb mechanikai károsodástól (lásd az 5-2. ábrát).

Működése: a ránehezedő súly következtében a kontaktszőnyeg két vezető fegyverzete között lévő rugalmas és perforált anyag összenyomódik, és az anyag perforációja mentén rövidzár keletkezik. Ezt a rövidzárát lehet felhasználni a riasztó rendszer működtetésére. A kontaktszőnyeget ajánlatos 0,5x1,0 m-es darabokból készíteni. Nagyobb méretű lehet, kisebb nem az átlagos 0,75 m-es lépéstávolság miatt. Párhuzamosan sok elemet lehet összekapcsolni, soros kapcsolásuk nem ajánlott, mert a jelző csak akkor működik, ha egy-egy szőnyegdarabra valamekkora súly rákerül, vagy valaki rálép. Alkalmazási előnye: a megbízhatóság, a zajmentesség, folyamatos villamos energiát a működtetése nem igényel és zavarra nem érzékeny. Ezzel szemben az elemek összekötése és a vezeték telepítése a jeladóhoz nagy elővigyázatosságot igényel.

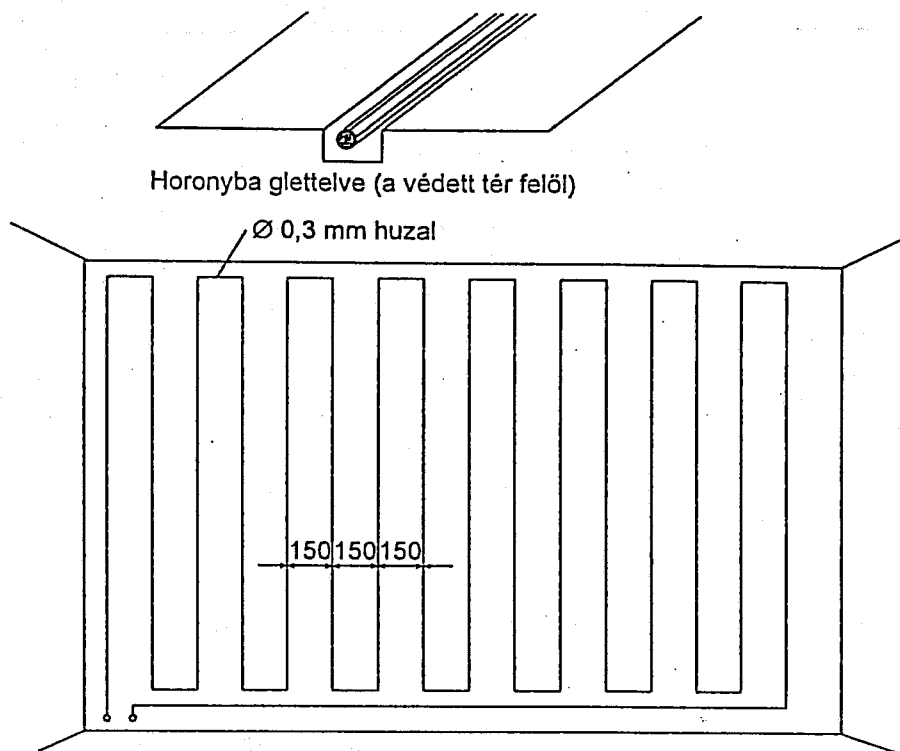


1, 3 érintkező lemezek; 2 távolságtartó betét; 4 vezetékcsatlakozás; 5 szabotázsvédelem;

5-2. ábra Kontaktszőnyeg szerkezeti felépítése

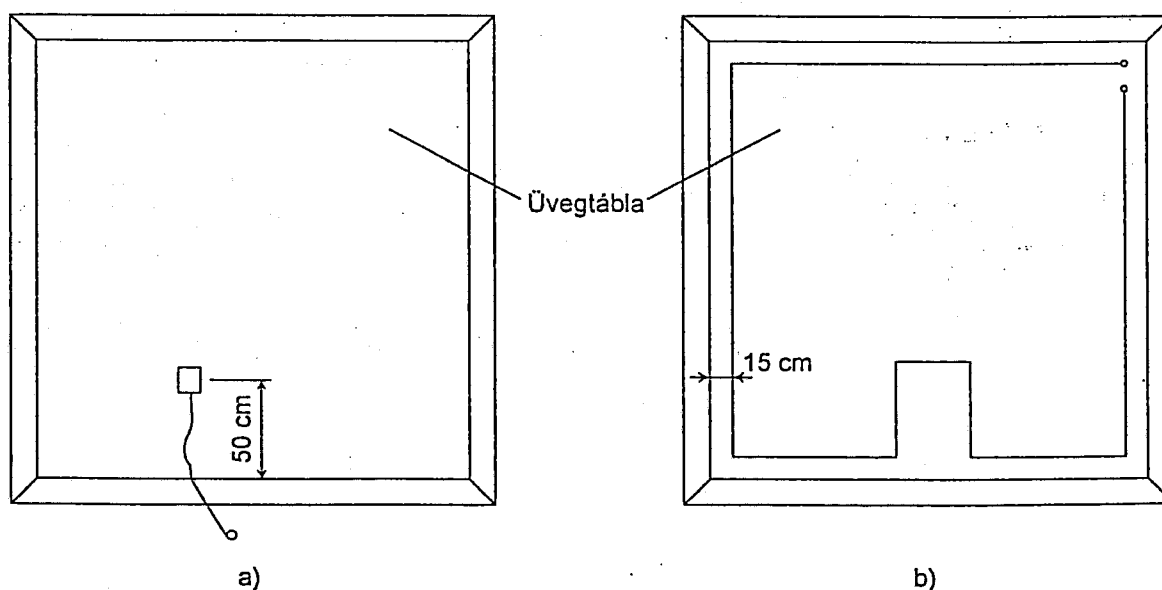
**Riasztótapéta:** A riasztótapéta kétrétegű. Az alsó rétegre vékony 0,2-0,3 mm átmérőjű szigetelt huzalt, majd egy fedő tapéta réteget ragasztanak (5-3. ábra). Ezt a tapétát falra, ajtóra vagy más síkfelületre ragasztva, áttöréskor riasztó jelzést ad ugyanis, ha áttörést kísérelnek meg, a tapéta megsérül, a benne lévő vékony huzal elszakad. Alkalmazásakor vigyázni kell, hogy olyan áramkörök esetében alkalmazzuk, amelyek nem érzékenyek a külső erőterekre. Rádió antennaként viselkednek és adott esetben - megfelelő nagyságú jel amplitúdó mellett - gondokat okozhat az elektronikai érzékelő és kapcsoló rendszer működésében.

A riasztótapétához hasonlóan falba vésett hornyokban is el lehet helyezni a 0,3-0,4 mm átmérőjű huzalból készített védő hurkot. A vízszintesen futó hornyokat a földtől indítva 15 cm hornytávolsággal 2,0 m magasságig célszerű elkészíteni, a huzalok behelyezése után levédeni, vakolni, glettelni és tapétázni. Szöveget és egyéb felerősítő szerelvényt csak nagy körültekintéssel szabad elhelyezni, nehogy megsérüljön a védőhurok fémhuzalja. Itt érdemes megjegyezni, hogy biztonsági üvegebe beégetett hurok üvegtörés esetén ad jelzést.



5-3. ábra Vékony fal beépített huzalozású védelme

Fóliás védelem: A behatolás védelmi technikának az egyik leggyakrabban kritizált érzékelőeleme. Ez azért is igaz, mert a fóliás védelem ez ideig nem volt a legtökéletesebb érzékelőelem. A fóliás védelem tulajdonképpen egy vékony, 35-40  $\mu\text{m}$  vastag és 6-15 mm szélességű alumínium csík, amelyet ráragasztanak az üveg felületére és az üvegfelületről valamilyen csatlakozóelemmel kapcsolódnak a védelmi hurokhoz. az érzékelő javasolt elhelyezése az 5-4. ábrán látható.



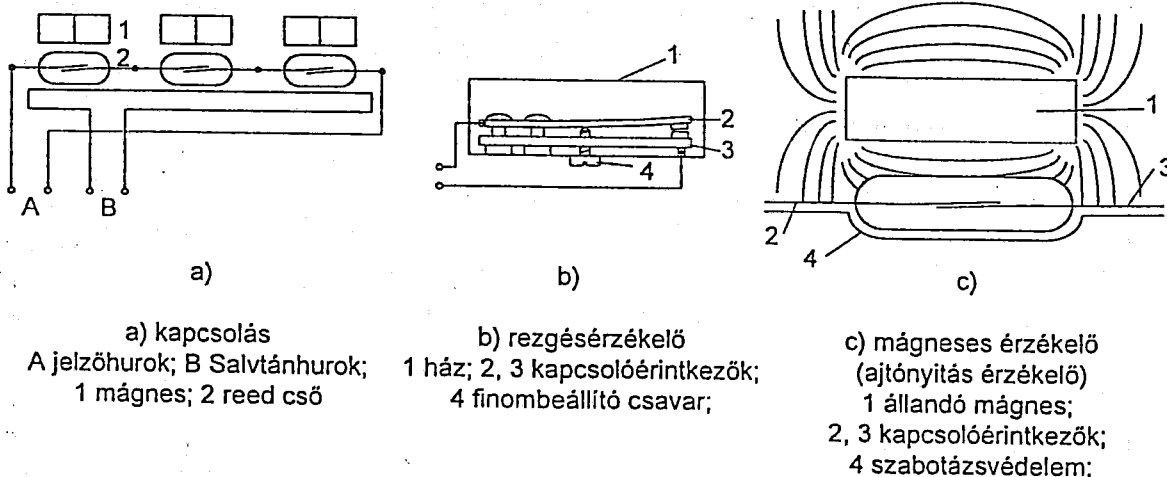
5-4. ábra Üvegtörés védelem a) üvegtörés érzékelő, b) fóliás védelem

Ha betörik az ablak, akkor ez a csík megsérül, elszakad vagy megnyúlik és riasztó jelzést ad. Probléma a nagy üvegfelületeknél adódik, mert a nagyobb lyuk ellenére sem sérül meg a fólia, a repedés nem éri el a jelzőcsíkot, ez pedig nem biztonságos. Javasolható szerelés ebben az esetben: a fóliát nem az üveget tartó keret mellé kell szerelni, hanem lehetőleg 10-15 cm-re a faltól, hogyha betörik az üveg, biztonsággal el tudjon szakadni a fólia is.

**Rácsvédő huzalozás:** A rácsokat hasonlóan más mechanikai védelmi eszközhöz támadás érheti, ezért célszerű ezeket is elektronikusan védeni. A kivitel lényege: a rácsok belső felületére vékony 0,2-0,3 mm átmérőjű huzalt ragasztunk és ezt lemázolva láthatatlanná tesszük. A kapcsolási pontokat, ahol átmegy a huzalozás a falba vagy más helyekre rejtetten kell kialakítani. A kialakított megoldás előnye: nem látszik a huzalozás és a csatlakozás, nincs villamos energia igény, mégis megbízhatóan jeleznek, ha felvágják a felületet, vagy átvágják a rácsot. Viszonylag olcsó, megbízható eszközök lakások, illetve kisebb létesítmények védelmére.

#### 5.1.4.2. Mágneses érintkezők

**Reed-csőes érzékelők:** A reed-csőes vagy reed-relés érzékelők mágneses elven működő kapcsolók. Egy zárt üvegcsőben - vákuumban vagy nitrogéngázban - két ferromágneses rugalmas elektród helyezkedik el, amely állandó mágnes közelítésére vagy gerjesztett elektromágnes térben összekapcsolódik, a tér megszűnésekor pedig nyit. Ennek a kontaktusnak az állapota adja a rövidzárat vagy a szakadást. Ezeket a kapcsolókat gyakran alkalmazzuk a vagyonvédelmi rendszerekben érzékelőként (5-5. ábra), ugyanis a mikrokapcsolókkal ellentétben az időjárás nem befolyásolja a működésüket.



5-5. ábra Reed-relés védelem

Leggyakrabban ezeket a csöveket és a hozzájuk való mágneseket is tokba szerelve árusítják. Felerősítésük a nyílászáróra a nyíló oldal felső harmadában vagy a védendő helyre csavarral történik, de befűrt üregekbe is beépíthetők és gletteléssel eltüntethetők a beépítési nyomok. Mágnesezhető fém tárgyra közvetlenül nem szerelhetők fel (kb. 15 mm távolságot kell tartani). A szerelés során ezeket védeni kell a külső mágneses tér hatása ellen. Ha ki lehet tapogatni, hogy hol helyezkednek el, akkor külső mágneses térrel befolyásolható a működésük, azaz védelmi szempontból hatástalanná válnak. A gyakorlatban a reed-csőes kis teljesítmények átvitelére, kapcsolására alkalmasak (230 V, 50 Hz mellett 100 mA).



#### 5.1.4.3. Ultrahangos mozgásérzékelők

Az ultrahangos érzékelők működési elve a Doppler-jelenségen alapul. Ennek a jelenségnek a lényege: ha egy meghatározott pontból felügyelünk egy hullámforrást, akkor közeledéskor annak ütemében növekszik a kibocsátott hullám frekvenciája, ha távolodik akkor a frekvenciája csökken. Az elmondottak értelmében egy  $v$  sebességgel mozgó tárgyról visszavert  $f_0$  frekvenciájú elektromágneses hullám frekvenciája  $f_D$  értékkel változik meg, azaz:

$$f_D = 2f_0 \cdot v/c \cdot \cos\alpha,$$

ahol  $c$  az elektromágneses hullámok (fény) terjedési sebessége,  $v$  a tárgy mozgási sebessége és az elektromágneses hullámok terjedési iránya között bezárt szög.

Az ultrahangos érzékelőben egy adó és egy vevő egység foglal helyet egymás mellett, vagy egymással szemben. Ha az érzékelő által felügyelt térben mozgás történik, akkor az adó által kisugárzott hang frekvenciája a mozgás hatására megváltozik a vevő szemszögéből. Ezt a frekvenciaváltozást elektronikusan feldolgozva, riasztás jelzést kapunk. Az ultrahangos érzékelők 25-40 kHz-es frekvencia tartományban dolgoznak, amely frekvencia az emberi fül számára már éppen nem hallható.

Az ultrahangos mozgásérzékelők előnye a viszonylag nagy térfogat védelme egy érzékelővel valamint, hogy a legkisebb mozgást is biztosan érzékelik ezek a szenzorok. Hátrányuk az ultrahangos megoldásoknak: összefüggő felületekkel szemben nem szerelhetők mert a róluk visszavert rezgések is riasztást eredményeznek, a környezetben bekövetkező változásokra érzékenyek (pl. hőmérséklet, huzat, légkondicionáló működése), parányi mozgó objektumokat (rovarokat) képesek érzékelni, egyes emberek érzékenyek a számukra hallható felharmonikus frekvenciájú rezgésekre.

#### 5.1.4.4. Mikrohullámú mozgásérzékelők

Működésük meglehetősen hasonló az ultrahangos érzékelőkhöz azzal a különbséggel, hogy a mikrohullámú mozgásérzékelőknek a működési frekvenciatartománya 9-10 GHz között van. Ezek az érzékelők nem érzékenyek a légörvényekre. Érzékelik viszont a nagyméretű testek által keltett frekvenciaváltozást.

Hátrányuk, hogy vékonyabb szerkezeti elemeken is "átlátnak" (üveg, gipszfal, vékony téglafal, ajtó, kartondobozok, műanyagok stb.), így a védendő téren kívül elhaladó nagy tömegű objektumra is képesek jelezni. Egy jól beállított, mozgáspróbával többször ellenőrzött mikrohullámú mozgásérzékelővel is előfordulhat, hogy az ablak előtt elhaladó teherautóra jelzést ad.

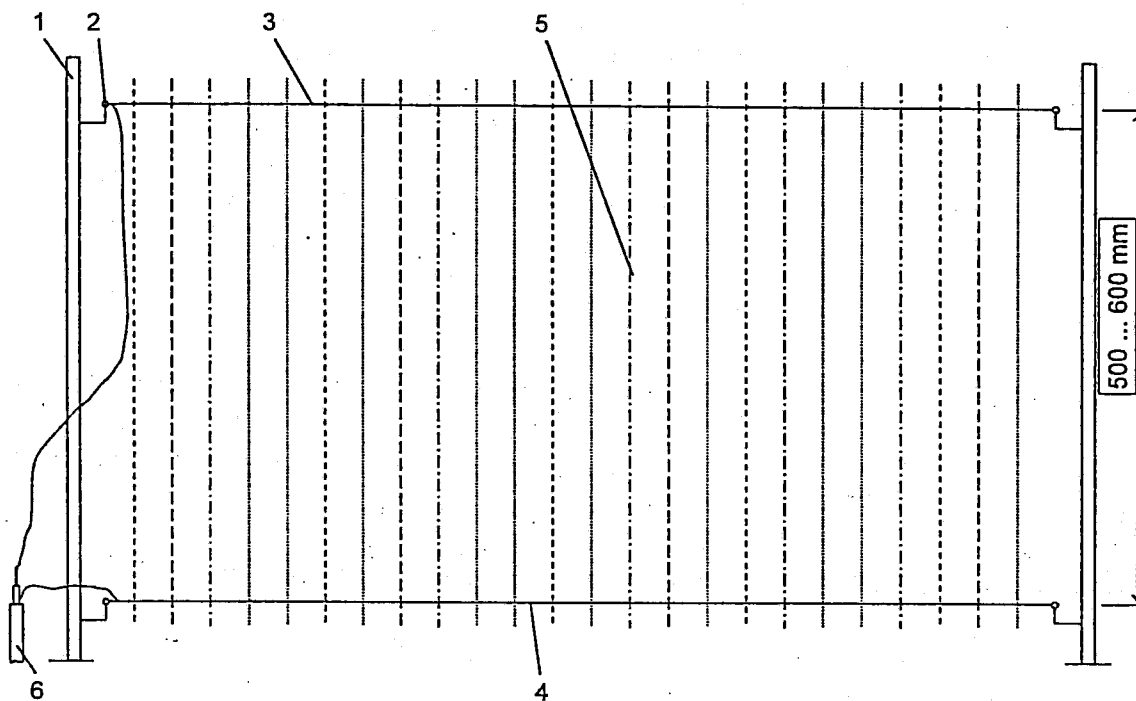
A mikrohullámú érzékelők két fajtáját különböztetjük meg. Az egyik fajta az ún. mikrohullámú doppler, amely a Doppler-elv alapján működik és ezek elsősorban belső téri érzékelők. A másik fajta az ún. mikrohullámú sorompó - közismert nevén radarsugár zár- főként külsőtéri érzékelőként alkalmazzák.

Az utóbbi érzékelők, amelyek 10-200 m-es egyenes szakasz védelmére is alkalmasak, nem Doppler elven működő eszközök. Ezek az érzékelők állóhullámot hoznak létre védett térben, majd a sugárzónába bejutó test a vevőn jelgyengülést okoz, azaz a reflexiók kép megváltozik és ez generálja a riasztójelet. Előnyük, hogy nem csak sugárirányú mozgásokra érzékenyek.

A mikrohullámú mozgásérzékelőkhöz sorolt radarérzékelők az érzékelési irányukra merőlegesen haladó tárgyakra a legérzéketlenebbek. Emiatt és az előbb megismert hátrányos tulajdonságuk miatt ma már önmagukban nem használnak radarérzékelőket, hanem azokat passzívinfra mozgásérzékelőkkel kombinálják.

#### 5.1.4.5. Kapacitív érzékelők

Úgy működik, hogy egy alap oszcillátor és egy rezgőkör meghatározott frekvenciára van hangolva, majd ezt a jelet egy pontszerű tárgyra viszik fel, pl. páncélszekrényre vagy falfelületre, antennára, vonalszerű védelem kiépítésére. A fegyverzet kialakításától függően különböző téreőr jön létre. Ez történik akkor is, ha kerítés védelmére használjuk (5-6. ábra).



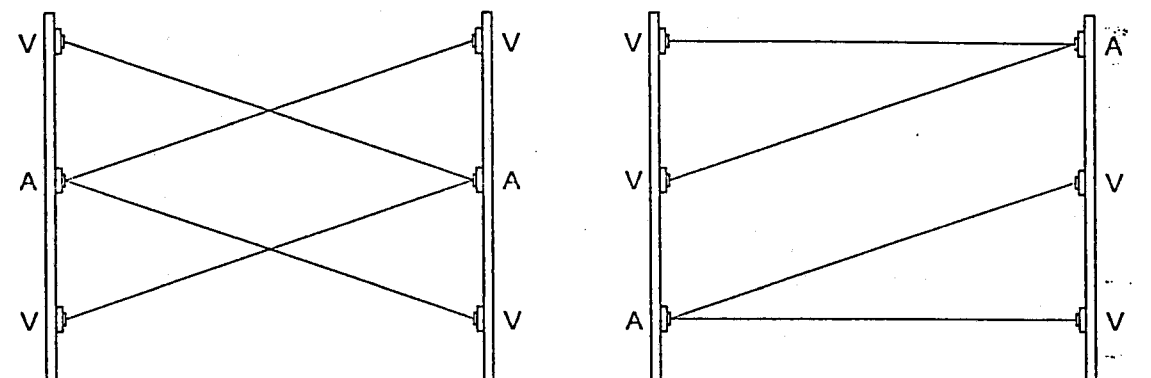
5-6. ábra Kerítésvédelem kapacitív érzékelővel, 1-tartóoszlop, 2-szigetelő, 3-antenna, 4-ellenpólus, 5-erőtér, 6-koaxiális kábel.

Ebben az esetben a földpotenciál és az érzékelő meleg pontja közötti területen kialakuló erőtér, az áthaladó test hatására megváltozik, kapacitás csökkenés vagy növekedéslép fel. A kapacitásváltozás az elektronikus jelfeldolgozó rendszerben áram- vagy feszültség ingadozást okoz, amelyet riasztójelzésre lehet használni. Hasonló módon lehet védeni a páncélszekrényeket, kazettákat, festményeket stb. Ezekre az érzékelőkre is jellemző a túlzott zavarérzékenység, amely ma már a hatásos stabilizálási megoldásokkal csökkenthető. Zárt térben sokkal megbízhatóbb tulajdonságokat mutatnak, mint külső téri alkalmazásban.

#### 5.1.4.6. Infrasonompók

Az érzékelők között az infrasonompók az érzékelők öszvér megoldásának nevezhetők. Előnyük is ebből származik, azaz legérzékletlenebbek a külső zavaró hatásokra. Egy adó- és egy vevőegységből állnak. az adó jelet sugároz ki, míg a vevő veszi ezeket a jeleket. Ha ez a jel megjelenik és nem változik, akkor az érzékelő rendszer nyugalomban van. Abban a pillanatban viszont, amikor ez a kisugárzott jel megváltozik (megszakad) a vevőegységben riasztójelzés generálódik. A megszakított jel más adóval történő helyettesítése ellen úgy védekezhetünk, hogy az általunk telepített adó kódolt jeleket ad ki. Ez a kódolt jel a vevőbe jutva egy dekódolón keresztül vissza transzformálódik,

vagyis csak jelszakadás nélküli adó jelét képes a rendszerünk feldolgozni és zavarás nélkül venni. Egy másik adó, amely nem ugyanazon kódolt jelcsomaggal van modulálva, ezt a jelet nem képes feldolgozni, így hiába próbálják helyettesíteni, riasztó jelzés jön létre (5-7. ábra).



5-7. ábra Infrisorompós védelem elvi kialakítása, A-adó, V-vevő.

Az infrisorompóknak ma már igen sok fajtája kapható, az 5-6 m-es hatótávolságútól a 150-400 m-es hatótávolságúig. Az infrisorompó védelmi képessége úgy képzelhető el, mintha két pont között egy húzalt húznánk ki. Ezt a húzalt elvágva megszűnik a folytonosság és ekkor következik be a riasztás.

A sorompók gyakorlati kivitele során általában a földtől 20-25 cm-re indulva 50 cm-es távolságban helyezünk el újabb sugárforrást. Legalább négy-öt elhelyezése ajánlott, amellyel már infrafüggöny alakítható ki.

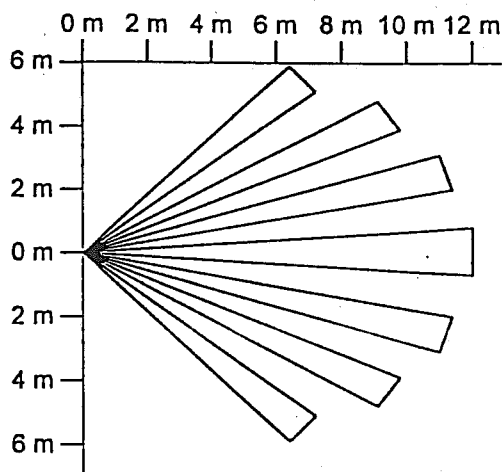
Gyakran alkalmazzák az infrisorompókat belsőtéri védelemre, pl. ablakok védelmére. Ebben az esetben az infrasugárnak úgy kell elhaladni az ablakok előtt, hogyha kinyitják az ablakot vagy kitörik az üveget és azon kíván behatolni valaki, akkor az már megszakítsa az infrasugarat. Az ablakpárkány és az első sugár között legalább 25 cm-es, ezt követve 40-50 cm-es távolságok legyenek. Így a behatoló nem tud átjutni az infrasugár alatt.

#### 5.1.4.7. Passzív infraérzékelők

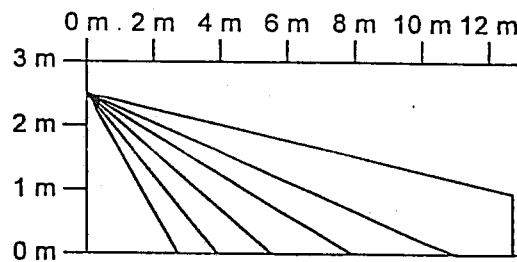
Az infra elven működő érzékelő típusok, különösen a passzív infraérzékelők viszonylag olcsón szerezhetők be, ezzel magyarázható, hogy az érzékelők családjának ma a legnagyobb csoportját alkotják. Széles körben használhatók tér- és síkvédelemre egyaránt.

A passzív érzékelő elnevezés onnan származik, hogy az érzékeléskor maga az érzékelő nem bocsát ki semmiféle sugárzást és hullámot (fény, hang, mágneses stb.), hanem észleli az előtte 10-15 m-en belül elhaladó test hősugárzását. Így az emberi test hősugarait az érzékelőben elhelyezett ún. infradióda érzékeli és dolgozza fel az elektronikai egység, riasztójelet generálva.

A passzív infraérzékelők két nagy csoportja ismeretes: a tükrös és az ún. műanyaglencsés infraérzékelő, amelyek azonos elv szerint figyelik a teret. Akár a tükrös, akár a műanyag lencsés infraérzékelők úgy vannak kialakítva, hogy a teret aktív és passzív szektorokra osztják. Az infraérzékelő tükrének vagy optikájának gyújtópontjában elhelyezett infradióda érzékeli. Ha a passzív térből az aktív térbe lép be az ember (a tér érzékelési felosztását lásd a 5-8. ábrán), a teste által kisugárzott hő jelet állít elő, amelynek hatására bekövetkezik a riasztás.



a) felülnézeti kép



a) oldalnézeti kép

5-8. ábra Passzív infra mozgásérzékelő széles látó térérzékelő karakterisztikája

Az érzékelők a sávot nemcsak vízszintesen, hanem adott szögben függőlegesen is elosztják. Ezért az infrának egy fűlsugár és egy még rövidebb távolságú tartománya alakul ki. Ha az infrakészüléket úgy tekintjük, mint egy seprűt, akkor a seprű hosszabb száalai a fő sugárirányt mutatják, alattuk egy rövidebb és még rövidebb van. Ezáltal az infrakészülék előtti térszakasz teljes egészében védve van. Ezeket az érzékelőket különböző hosszúság- és térvédelemre készítik, így léteznek 8-10, 15-16 és 16-30 m távolságú infraérzékelők, 5 és 18 aktív sugárral.

Említettük már, hogy a tükrök fókuszpontjában van elhelyezve az infradióda. A tükrök szektorokra van felosztva, amelyek bele vannak csiszolva. Minden egyes tükrőszektor fókusza az infradiódára vetíti a sugarakat, ez határozza meg az aktív és a passzív sugarak eloszlását. A műanyag lencsés érzékelő esetében ahány szektorra van felosztva az érzékelő érzékelési tartománya, annyi ilyen kis optika van kiképezve. Be vannak préselve a műanyag lencsébe, és ez a hőátteresztő műanyag lencse fókuszálja a jeleket az infradiódára, ahol is a jel megjelenik.

A tárgyak mögött az érzékelő nem érzékel, mögöttük bármit lehet tenni, mert nem lesz riasztás. Ezért az érzékelőket célszerű úgy elhelyezni, hogy rálásson a kritikus szakaszra, vagyis adott esetben a mennyezeti síkra lefelé fordítva felszerelni.

Az infraérzékelők jó tulajdonsága, hogy kevésbé érzékenyek a különböző villamos zavarhatásokra, ellentétben több, előbb felsorolt érzékelővel. E megállapítás ellenére zavarható, még hozzá a nagy intenzitású hőforrások, villanykályhák, radiátorok és gőzfűtések csővezetékeivel, azaz működésüket zavarhatja minden hőtermeléssel járó folyamat. A huzatra is érzékenyek lehetnek.

#### 5.1.4.8. Üvegtörés érzékelők

Üvegtörés érzékelőket üvegfelületek betörésének érzékelésére használunk. Attól függően, hogy az érzékelő mechanikailag kontaktusba kerül-e a védett üvegfelülettel vagy sem, ezek az eszközök két nagy csoportba sorolhatók: az üvegre felragaszthatók és az akusztikus üvegtörés érzékelők csoportjába.

Felragasztható mechanikus üvegtörés érzékelők: Az egyik megoldás a higanykapcsolós érzékelő felragasztása. Az érzékelőben egy fém csőben két érintkező van elhelyezve. Az érintkezők között higanycsepp mozog. Ha a csövet megbillentjük megszakad a

kontaktus, ha visszabillentjük záródik. Az üveg törése mindenkor az érzékelő leesésével jár együtt, amikor a higany az érzékelőben elmozdul valamelyik irányba és riasztást ad. Ma ezt a megoldást ritkán alkalmazzák, a higany környezetvédelmi szempontból nem kívánatos anyag.

A másik megoldásnál az érzékelő eszköz alapeleme egy piezo lapka, amely fixen fel van ragasztva az üveg felületre. A lapkára jutó rezgések a piezo kristályok alakváltozását eredményezik, majd ennek következtében azon feszültségváltozás jön létre. Ez egy erősítő és szűrő áramkörön áthaladva feldolgozható jellé alakul át. A szűrő áramkör az üveg betörésére legjellemzőbb frekvenciára van hangolva, így elkerülhető, hogy az ablak állandó rezgései vakriasztást idézzenek elő. A tápfeszültség ellátás néhány típusnál az érzékelőbe épített lítium elemmel van megoldva. A legújabb típusok érzékenység állítása is megoldott.

Telepítés és próba során úgy járunk el, hogy az ablak határoló felületeitől 20 mm-re ragasztjuk fel az érzékelőket, a ragasztáshoz általában kétkomponensű ragasztót alkalmazunk, amely a meleg hatására nem tágul, a tesztelést letörhető fülek segítségével végezzük vagy mi generálunk olyan rezgést, amelyet a piezo kristály érzékel (pl. acél fűrészlappal, speciális üvegütő szerszámmal).

**Akusztikus üvegtörés érzékelők:** Az üvegtörés érzékelésére leginkább elterjedt eszközök az akusztikus üvegtörés érzékelők. Ezeket nem kell az üvegfelületre ragasztani, hanem a térérzékelőkhöz hasonlóan a védett felülettel szemben vagy mellé a falra, mennyezetre, ablaktokra lehet elhelyezni. Az érzékelő az üveg összetörésének frekvenciájára érzékeny, a beépített szűrő áramköre erre van hangolva. Ha összetörünk egy üvegtáblát és az arra jellemző törési hang frekvenciája megegyezik az érzékelőben gyárilag beállított frekvenciával, valamint az érzékelő az előírt távolságon belül van elhelyezve a védett felülethez képest és a tábla mérete is elég nagy, akkor a keletkező hang amplitúdója is elégséges ahhoz, hogy az érzékelő riasztást generáljon. A zavaró jelforrások (pl. telefon csörgés, kulcszörgés, piezo sziréna) hatásait a telepítéskori beállítás során kell kiszűrni, nehogy vakriasztás következzen be. Problémát okozhat még, az ún. mikrofon túlterhelési jelenség, amikor a közeli egyéb, nagy amplitúdójú zajok (pl. kalapáccsal a fém ablakkeretére mért ütés, átlőtt ablaküveg) hozzájárulnak a működésbe az érzékelő rendszert. Ma már a mikrofonra szerelt speciális szűrőkkel vagy mintavételező és összehasonlító eljárásokkal üzemelő érzékelők ezt a hatást képesek figyelmen kívül hagyni.

Az akusztikus üvegtörés érzékelők tagadhatatlan előnye az, hogy egyetlen érzékelővel több üvegtábla is figyelhető (védhető) egy időben, így olcsóbb és egyszerűbb a teljes védelmi rendszer kiépítése.

#### 5.1.4.9. Testhang érzékelők

Általában piezo lapkát használnak a rezgések közvetlen felfogására. Nagy amplitúdójú, kicsi ideig tartó impulzusokra ugyanolyan jól kell reagálnia az érzékelőnek, mint a kicsi amplitúdójú, de időben hosszabb lefolyású jelekre (mind robbantásos, mind sorozatos kalapácsütéses behatolást érzékelnie kell). Működése során ha kalapáccsal bontjuk a falat, akkor az érzékelőben megindul az impulzusok gyűjtögetése. Ezeket az impulzusokat lépcsőzetesen „egymás fölé rakja” a rendszer, míg a riasztáshoz szükséges szintet el nem éri. Robbantáskor néhány ms elégséges a riasztási szint eléréséhez, ugyanakkor fűrés és lángvágáskor ez az idő kitolódhat 3-8 másodpercre, kalapácsütésnél egy-két perc is lehet. A zaj megszűnése után néhány perc szükséges a számláló alaphelyzetbe kerüléséhez. Az érzékelők hatósugara általában 1,5 m. Az érzékenységi

szintet a választható értékek közül gyárilag előre kell beállítani. Az előzőeknél egyszerűbb eszközök a fémhang érzékelők, itt a szűrőkörök hangolását potenciométeres állítással végzik el, a kívánt frekvenciára (pl. fűrógép). Ezeknek az érzékelőknek az egyik speciális fajtája a rácshang érzékelő, amely ablakok- és ajtórácsok elfűrészelése, elvágása, fessegetése esetére nyújt védelmet.

Használatos még a mechanikus és indukciós elven működő rezgésérzékelő. Az előző az érintkezők beállított távolságával szabályozható, míg az utóbbi egy állandó mágnes és tekercs induktív csatolásával szabályozható.

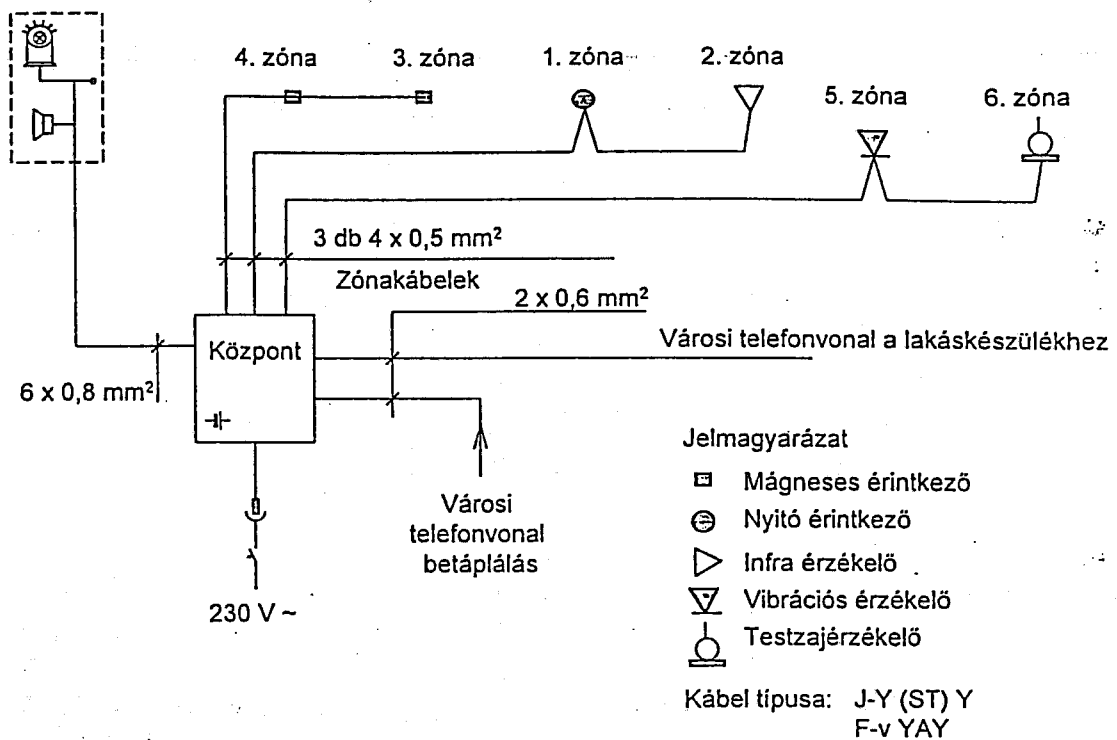
#### *5.1.5. Vagyonvédelmi riasztó központ*

Feladata az érzékelők folyamatos figyelése, szabotázs beavatkozások figyelése, riasztás esetén a sziréna és a villogó fény bekapcsolása, esetleg a belső telefonos modemen keresztül jelzések adása. A felsorolásból látható, hogy a vagyonvédelmi berendezés vagy betörésjelző lelke a központi egység. Ennek elhelyezésére különös gondot kell fordítani, mindig a védett térben kell a központ helyét kijelölni. az érzékelők és a figyelemfelhívó jelzők közötti vezetékeztést (kábeleztést) lehetőleg rejtetten kell kiépíteni. Az élesítő és bénító kapcsoló elhelyezhető a védett térben vagy azon kívül is. Amennyiben a védett térben helyezük el, úgy gondoskodnunk kell az elérési út érzékelő jelének késleltetett feldolgozásáról. Idő beállítás a beüzemeléskor történhet meg.

Az érzékelők kimenőjele gyakran egy galvanikusan független, záró érintkezővel bekapcsolt, előre meghatározott értékű ellenállás beiktatása. a központok típusától függően a hibajeleket zónánként fogadják, azt kiértékelik és riasztást adnak. A központ kimenőjelét sziréna-, villogófény működtetésre lehet felhasználni, vagy telefonvonalon, vagy rádióon lehet továbbítani. Ha telefonvonalas riasztójel-kiadás is van, akkor a betörésjelző központ a vonal használatban elsőbbséget élvez, más telefon-beszélgetéssel szemben. Jelzés kiadásakor a bejövő telefonvonalat lekapcsolja az üzemi beszélgetésre alkalmas telefonkészülékről, és a szabaddá vált vonalon riasztó hívást kezdeményez (más diszpécser központ felé, rendőrség felé stb.).

Az érzékelők és jelzésadók összekötése a központtal lehet vezetékes, vagy rádiós kapcsolat. Vezetékes kapcsolat esetén az aktív érzékelők tápfeszültségét a központi egységről látják el. Rádiós kapcsolat esetén az egyes érzékelőkhöz külön galvánelem szükséges, amelynek kimerülése esetén a telep cserélendő. A központok minden esetben akkumulátoros tartalék áramforrással is el vannak látva, így feszültség kimaradásakor működőképesek maradnak. A vezetékek illetve kábelek elvágása vagy szakadása szabotázsnek (betörésnek illetéktelen behatolásnak) számít, a riasztás azonnal indul. Ennek megfelelően a korszerűbb érzékelők, szirénák, villogók és központok szintén el vannak látva szabotázs kapcsolóval (pl. a burkolat alatt elhelyezett mikrokapcsoló beépítésével).

Az 5-9. ábrán látható kapcsolás egy lakás védelmére alkalmas riasztórendszert mutat be. a központi egységet védett térben kell telepíteni. A bejárat közelében, szintén védett térben kell elhelyezni a vezérlő egységet (kezelő panelt, számkódos vezérlőpanelt, kulcsos ki-be kapcsolót). A riasztó rendszer kábeleztését minden esetben rejtetten, lehetőleg a vakolat alá szerelve kell elkészíteni. A műanyag vezetékcsatornás megoldás a biztonsági berendezésre való tekintettel nem kívánatos kiviteli technológia.



5-9. Lakás betörésjelző riasztó hálózatának elvi sémája

Nagyobb épületek, épületegyüttesek, intézmények, bankok, ipari létesítmények védelmi rendszerének tervezése, ma már szakirányú felsőfokú végzettségű szakemberekhez van rendelve, kivitelük is ezeknek a szakembereknek az ellenőrzése mellett történhet (lásd később a 6-5. ábrán bemutatott rendszert). Itt érdemes megjegyezni, hogy ezekben az épületekben használt videó megfigyelő és képrögzítő valamint zártláncú TV rendszerek már nem nevezhetők betörésjelzőknek. Hasonló módon az önálló beléptető rendszerek sem.

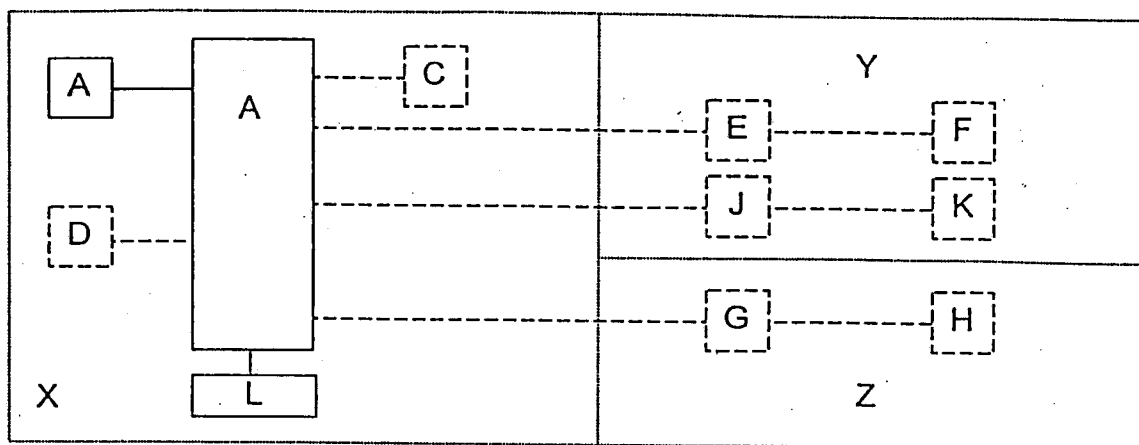
## 5.2. Tűzjelző rendszerek és alkalmazásuk

A jelen kor igényeinek megfelelően elsősorban elektronikus tűzjelző berendezésekről beszélhetünk itt. Ezek a berendezések olyan önműködő jelző és riasztó rendszerek, amelyek megfelelő intézkedések (tűzoltóság értesítése, menekítés, vezérlések automatikus működtetése stb.) megtétele érdekében, a tüzet kifejlődésének legkorábbi szakaszában jelzik és tűzriadó formájában megjelenítik.

A tűzjelzés-technikai berendezések döntően elektronikus felépítésűek. Jelzőközpontból, tűzjelzés érzékelőből és az érzékelőket a jelzőközponttal összekötő vezetékhalózatból épülnek fel. Elvi felépítési vázlatuk az 5-10. ábrán látható

### 5.2.1. „Nyugalmi” áramkörös tűzjelző rendszer

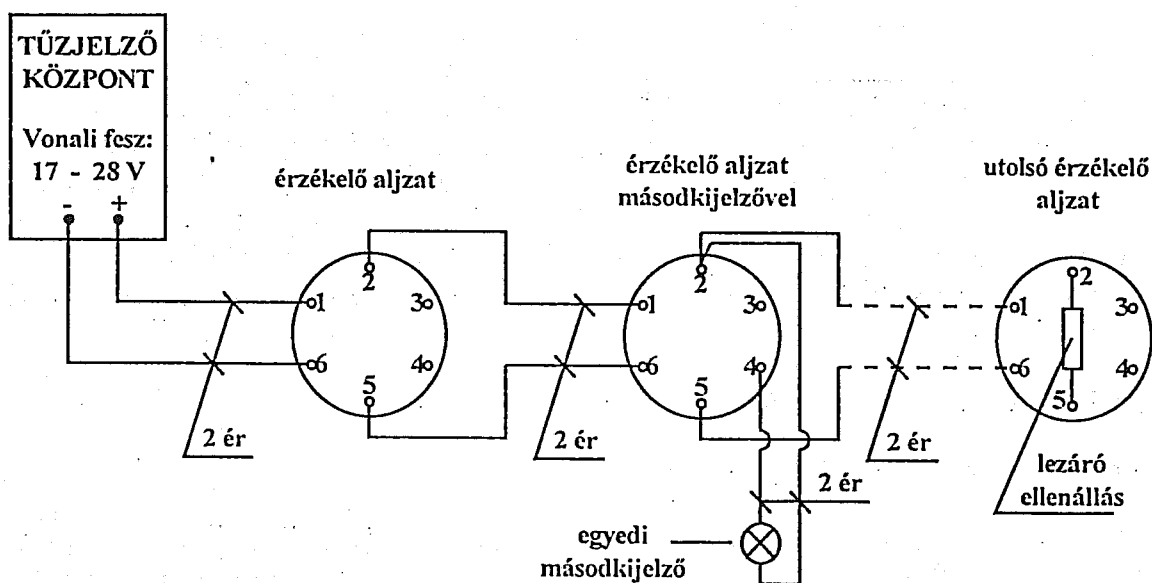
A hagyományos ún. "nyugalmi áramkörös" rendszerben a kétállapotú tűzjelző érzékelők döntenek a beavatkozásról (5-11. ábra). A hőmérséklet minimumra illetve maximumra beállítható érzékelők a relé kimenetükön keresztül adnak riasztást. A rendszer „vonalas” (hurkos) felépítésű. A mai modern típusok kétvezetékes kialakításúak, amelyre sorba csatlakoznak az érzékelők és a kézi jelzésadók. A vonal utolsó eleménél (ez általában a 25.) „lezáró ellenállás” aljzatba kötésével állítják be a jelzővonal „nyugalmi” áramát.



----- Az önműködő tűzjelző berendezés mindenkorl építőeleme  
 ————— Az önműködő tűzjelző berendezés kiegészítő egységei

- |                              |                                    |                            |
|------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| A) Tűzjelző érzékelő;        | B) Tűzjelző központ;               | C) Riasztó egység;         |
| D) Kézi jelzésadó;           | E) Riasztásátjelző készülék;       | F) Riasztásfogadó központ; |
| G) Vezérlő egység;           | H) Önműködő tűzvédelmi berendezés; | J) Hibaátjelző készülék;   |
| K) Hibajelzésfogadó ügyelet; | L) Tápellátás                      |                            |

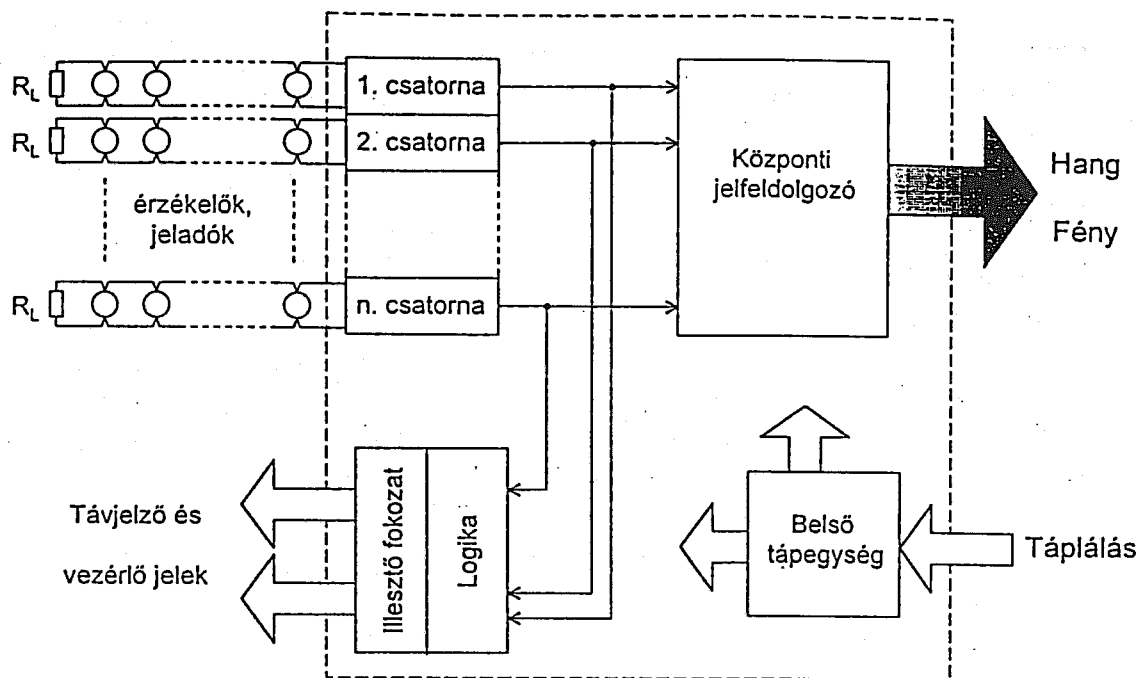
5-10. ábra Az önműködő tűzjelző berendezés elvi felépítési vázlata



5-11. ábra Nyugalmi áramkörös tűzjelző

A vészjelzés és hibajelzés mentes állapotban a hurok áramkörben (a vonalon) egy előre meghatározott értékű nyugalmi áram folyik, amelyet az  $R_L$  lezáró ellenállással állítanak be (lásd az 5-12. ábrát). Az adott központ típusra megadott névleges vonaláram, illetve ennek a tartománya alapvetően meghatározza, hogy a terhelést jelentő érzékelőkből hányat lehet a központ egy csatornájára csatlakoztatni. Megszabott az összekötő vezeték ellenállása is, hiszen több száz méteres vonal esetén az összes ellenállás értéke számottevő lehet. Ez az ellenállás hozzáadódva a lezáró ellenálláshoz megváltoztatja a nyugalmi áram értékét és téves riasztást eredményez.





5-12. ábra Tűzjelző központ felépítési vázlata a hozzá csatlakozó érzékelőkkel és lezáró ellenállásokkal

Az érzékelők igen sok félék lehetnek: optikai füstérzékelők, ionizációs füstérzékelők, aktív sorompós füstérzékelők, lángérzékelők, hő-sebesség érzékelők, légnyomásváltozás érzékelők, jelző tapéták stb. A tűz kísérő jelenségeit (füst, hő, láng) észelve az érzékelők nyugalmi villamos paraméterei (pl. árama) ugrásszerűen megváltoznak és riasztási állapotba billen a rendszer. Ez a gyakorlatban a  $\mu\text{A}$  nagyságú áram több  $\text{mA}$  nagyságú változását eredményezi. Ezt az áram változást értékeli ki a jelzőközpont fogadóegysége, majd riasztó jelzést ad és beindítja a vezérlést. Ennél a rendszernél az érzékelő dönti el, hogy nyugalmi állapot vagy tűz van. Végül jó tanács a telepítéshez: az erősáramú szereléssel egy időben célszerű a tűzjelző rendszer védőcső hálózatát kiépíteni.

### 5.2.2. „Intelligens” tűzjelző rendszer

Az elmúlt néhány évben a tűzjelző rendszerek új generációja fejlődött ki, amelyeknél a tűzjelzéssel kapcsolatos döntést már teljes egészében egy mikroprocesszoros jelzőközpont veszi át. Ez a rendszer az ún. „intelligens” rendszer.

A riasztó és vezérlő funkciókat a központ az analóg adatok feldolgozása és kiértékelése alapján határozza meg. Az alkalmazott érzékelők és jelzésadók egyedileg címezhetők. Az érzékelők folyamatosan figyelik a védett terület környezeti állapotát, adatokat szolgáltatnak a központ számára, amely adatokat a központi egységek folyamatosan kiértékelnek és összevetnek a referencia adatokkal függetlenül attól, hogy van-e tűz vagy nincs. Ennek megfelelően nem az érzékelő, hanem a beérkező adatok szoftver segítségével történő kiértékelése után a központ dönt a riasztásról vagy beavatkozásról.

Az intelligens rendszer teljesen digitális jelátviteli eljárást használ, amely jelentősen növeli a megbízhatóságot és lehetővé teszi, hogy egy analóg csatornára (hurokra) 126 db egyedi címzésű érzékelőt vagy egyéb eszközt csatlakoztathassunk, árnycolt kéterű huzalozással. A távkapcsolati és utasításos funkciójú, digitális kommunikációt megvalósító áramkörök nem csak az érzékelőknél, hanem a riasztó illetve beavatkozó eszközök vezérlésénél is megtalálható. Ilyen eszközök, pl. a hangjelzők vagy az ajtózárok.

A teljes rendszer programozott központi vezérlés felhasználásával működik, amely az érzékelők ellenőrzött lekérdezésén túl a programnak megfelelően beállíthat és megváltoztathat riasztási küszöbértéket, illetve megjeleníti az információt adó érzékelők pontos helyét is.

Néhány előny a nyugalmi áramkörű rendszerrel szemben: nem érzékeny a polarításra, egy zárt visszatérő hurokban egyetlen szakadás nem befolyásolja a rendszer működését, a zárlat okozta problémák kivédésére a jelzőhurkokba automatikus leválasztó egységek építhetők be (az érzékelők közé).

Az intelligens rendszer tartalmaz ún. kontaktusok csoportját fogadó címezhető egységet, csatlakoztathatók hozzá, pl. behatolás-védelmi érzékelők, valamint sornyomtatók. Ez utóbbin megjeleníthető az „előriasztás”. Jelzés esetén az adatok megjelennek a grafikus kijelzőn is. Ez nagy segítséget jelent a tüzeset felszámolásakor, az intézkedési utasítások, térképek, alaprajzok, tárolt anyagok veszélyességének megadásával.

Az intelligens tűzjelző központ kialakításával kapcsolatos néhány szempont megtalálható az 5.1., 6.4. és 6.5. fejezetekben.

## 6. Épületinformatikai rendszer felépítése

### 6.1. Folyamatműszerezés az épületinformatika területén

A folyamatműszerezés egy adott épület ellátó-funkciójának (technológiájának) biztonságos és gazdaságos üzemeltetéséhez szükséges mérő-, vezérlő- és szabályzó-berendezések célszerű alkalmazását jelenti. Köznapi szóhasználatban a folyamatműszerezés jelentheti egy adott technológiai folyamat irányításához, ellenőrzéséhez szükséges irányító berendezések összességét, valamint ennek létesítéséhez szükséges tervezési és kivitelezési tevékenységek folyamatát.

A korszerű folyamatműszerezés megtervezéséhez ismerni kell, hogy a különböző technológiai jellemzőket milyen módszerekkel, milyen pontossággal lehet mérni reprodukálhatóan az üzemi körülmények között; szükséges a technológiai folyamatban a zavaró hatások és a tranziens jelenségek vizsgálata. Ezen kívül szükséges a szabályozási rendszerek zavar elhárítási, stabilitási és dinamikus jellemzőinek vizsgálata, valamint a jelzési, reteszelési, távműködtetési módszerek értékelése, továbbá rendszertechnikai és gazdaságossági elemzés elvégzése is.

Valamely technológiai illetve épületüzemeltetési folyamathoz az irányító berendezés megtervezése előtt meg kell vizsgálni, hogy biztosítva vannak-e a folyamatműszerezés feltételei:

- az épületüzemeltetés kidolgozott technológiai folyamata korszerű és gazdaságos,
- korszerű berendezéseket építettek be és a gépesítés megkívánt szintű,
- megbízható és reprodukálható üzemi mérés-technika,
- megfelelő szintű a szakmai és a műszaki felkészültség.

A folyamatműszerezés indokoltsága, az irányítási feladatok és az irányító berendezések rendszerének elemzése során célszerű figyelembe venni a következőket:

- műszaki megvalósíthatóság és szükségesség, korszerűségi igény teljesítése,
- a személyi biztonság (az üzemeltetői is) és a létesítmények biztonságának megvalósítása,
- a szolgáltatás minőségének szavatolása és javítása,
- optimális és gazdaságos üzemvitel megvalósítása (a berendezések élettartamának és kihasználásának növelése, a fajlagos anyag- és energiafelhasználás csökkentése, üzemzavarok megelőzése, karbantartási idő csökkentése stb.),
- az üzemeltető dolgozók munkakörülményeinek javítása (fizikailag nehéz munka és az egészségre ártalmas munka fokozatos csökkentése, szerteágazó figyelmet igénylő munka alóli mentesítés, emberi tévedés kiküszöbölése stb.).

A folyamatműszerezés szintjei, figyelembe véve az elmúlt időszak műszaki fejlődését a következők szerint adhatók meg.

#### 6.1.1. Hagyományos folyamatműszerezés

a.) Helyi műszerezés, kézi irányítás. Az egyszerű és igénytelen épületüzemeltetési folyamat illetve rendszer állapot néhány beépített mérőműszer és lát jelző segítségével ellenőrizhető. A kezelőszemélyzet ezeket időszakonként ellenőrzi és az előírásnak megfelelően a szükséges módosításokat, beavatkozásokat elvégzi.

b.) Központosított műszerezés, önműködő analóg irányítás. A nagyobb kiterjedésű épületek és az igényesebb szolgáltatási folyamatok lényeges jellemzőit, paramétereit analóg jelek formájában egy központi irányító teremben (műszer vagy vezénylő terem, de lehet porta helyiség is) gyűjtik össze. Gyakran központi műszerfalon

helyezik el az önműködő, autonóm szabályzó berendezéseket. Az irányító teremben a kijelző műszerekkel és a lát jelzőkkel viszonylag könnyen áttekinthető és ellenőrizhető az épületüzemeltetési folyamat, a rendszer állapot, miközben a fontosabb jellemzőket regisztrálják illetve naplózzák.

### 6.1.2. Számítógépes folyamatműszerezés

- a.) Számítógépes adatgyűjtés és feldolgozás. A hagyományos analóg folyamatműszerezés mellé kiépítik az adatgyűjtő csatornákat is, megfelelő jelátalakítók beépítésével. Az adatgyűjtő berendezés az előírt program szerint "lekérdezi" és rögzíti az üzemvitel jellemző adatait. A kapott értékeket feldolgozza, az irányítási célkitűzésnek megfelelően kiszámítja és kinyomtatja az üzemviteli adatokat. A kezelőszemélyzet ezen adatok ismeretében változtatja meg a szabályzó berendezések és rendelkező szerek beállítási értékeit. Ezt az alkalmazást ún. "off line" üzemmódnak nevezzük, mivel az irányítás a hatásláncon kívül van. Ha az adatgyűjtő csatornákat közvetlenül a számítógép bemeneti egységeihez csatlakoztatjuk, akkor ezt az alkalmazást ún. "on line" vagy "open loop" üzemmódnak nevezzük, mivel a számítógép az irányítási hatásláncban van, de a hatáslánc (hurok) nyitott a számítógép szempontjából. A kezelőszemélyzet végzi az analóg, autonóm szabályzó berendezések beállítását.
- b.) Folyamatirányító számítógép alkalmazás. A közvetlen számítógépes folyamatirányításra jellemző, hogy az irányítási hatáslánc a számítógépen keresztül záródik. Kétféle rendszer fejlődött ki, az analóg-digitális és a közvetlen digitális rendszer. Az analóg-digitális rendszerre többféle elnevezés használatos: "on line, closed loop", "ADC-system", "Supervisory Control", amely mindegyike kifejezi az üzemmód lényegét. A hagyományos analóg folyamatműszerezés mellé párhuzamosan kiépítik a digitális számítógépes irányításhoz szükséges jelátvivő csatornákat, jelátalakítókat, rendelkező egységeket stb. A számítógép az analóg szabályzó és vezérlő berendezések alapjelét, beállítási adatait változtatja meg az előírt irányítási célkitűzésnek megfelelően. Ez lényegében véve felügyelő szabályozás és ellenőrzés, amelynél a számítógép hibája vagy kikapcsolása esetén az önműködő analóg szabályzó berendezések végzik a folyamatirányítást. A közvetlen digitális rendszernél ("DDC-system", "Direkt Digital Control") a hagyományos folyamatműszerezésre nincs szükség. A jelátviteli csatornák és jelátalakító egységek felhasználásával a számítógép közvetlenül működteti a végrehajtó (beavatkozó) szerveket. Előnye a folyamatműszerezés elhagyása, hátránya a számítógép vagy jelátviteli berendezés hibája miatti irányíthatatlanság.

## 6.2. Épületinformatikai irányítási rendszer

Az épületinformatikai irányítási rendszer vagy rövidebben fogalmazva az épületinformatikai rendszer az irányított és az irányító rendszert foglalja magába.

### 6.2.1. Irányított rendszer

Egy - az irányítástól függetlenül létező - épület, épület együttes, műszaki létesítmény, technológiai berendezés stb., amely az irányítás tárgyát képezi. A teljesség igénye nélkül felsorolva, a létesítmény következő főbb funkcionális területei vagy rendszerei tartoznak ide, amelyek egységes informatikai rendszerbe szervezése tűzhető ki célul:

- a.) Villamos energia ellátó rendszer (pl.: feszültség és áram, teljesítmény, csúcsteljesítmény, meddőkompenzáció, szükség- és szünetmentes áramellátás, normál és szükség világítás, fényerő szabályozás, redőny illetve zsalu mozgatás, villamos fogyasztók osztályba sorolása irányítási jellemzővel és funkcióval).
- b.) Épületgépészeti rendszer (pl.: hőmérséklet, nyomás, páratartalom, kazán automatika, fűtési körök és szelepek, légkondicionálás, szivattyú telepek, kompresszorok, hideg és meleg vízellátás irányítási jellemzővel és funkcióval).
- c.) Vagyonvédelmi és betörésvédelmi rendszer (pl.: nyitás- és mozgásérzékelés, üveg-törés jelzés, testhang és falbontás érzékelés, felület-, tér-, tárgy- és személyvédelem irányítási jellemzővel és funkcióval).
- d.) Tűzvédelmi és gázvédelmi rendszer.
- e.) Beléptető rendszer.
- f.) Zártláncú televíziós rendszer.
- g.) Különböző egyedi igényt kiszolgáló technológiai rendszerek, elsősorban a.) és b.) ponthoz rendelve.

### 6.2.2. Irányító rendszer

Más néven irányító berendezés mindazon műszerek, készülékek és berendezések összessége, amelyek együttműködésének eredményeként megvalósul az épület előírás szerinti üzemeltetése, irányítása. Az irányító berendezéseket funkciójuk szerint több csoportba sorolhatjuk:

- a.) MÉRŐBERENDEZÉSEK: az üzemvitel vagy technológia állapotára jellemző értékeket adják meg, rendszerint arányos jeleket szolgáltatnak, ezeket az értékeket kijelzik, esetleg rögzítik és így tájékoztatják a kezelő személyzetet.
- b.) BIZTONSÁGI BERENDEZÉSEK: az élet- és vagyonbiztonságot veszélyeztető helyzeteket, a rendellenes üzemállapotok keletkezését érzékelik és kijelzik (zavarjelzés), szükség esetén leállítják a nem kívánt, vagy veszélyes folyamatot (kikapcsolás, átkapcsolás, reteszelés).
- c.) VEZÉRLŐ BERENDEZÉSEK: nyitott irányítási hatáslánccal biztosítják az üzemeltetési folyamatba való beavatkozást kézi vagy automatikus működtetéssel.
- d.) SZABÁLYZÓ BERENDEZÉSEK: Zárt irányítási hatáslánccal, automatikusan valósítják meg a szabályozott jellemzők állandó értéken való tartását, illetve ezeknek a jellemzőknek az előírt program szerinti változtatását.

### 6.2.3. Az egységes irányító rendszer felépítése

Az egységes irányító rendszerek kialakításának fő alapelve, hogy az alkatrészek és egységek csereszabatosak, tipizálhatók, széles területen alkalmazhatók legyenek. Így a gyártó vállalat az alkatrészeket és egységeket nagyobb sorozatban készítheti; a felhasználó intézménynek pedig könnyebb és olcsóbb a tartalékképzés, a karbantartás, a javítás és a biztonságos üzemvitel.

Az egységes irányító rendszer főbb jellegzetességei:

- az alkatrészek és egységek csereszabatosak,
- az egységek (szervek) beépítési és csatlakozó méretei egységesek,
- az egységek bemenő és kimenő jeleinek tartománya egységes,
- az üzemeltetési feltételek és körülmények azonosak,
- a vizsgálati, a hitelesítési és az értékelési előírások azonosak,
- más gyártmányú, egységes rendszerhez az egyszerű csatlakoztatás biztosított,

- az azonos funkció ellátására szolgáló, különböző cégek által gyártott egységek specifikációja között nincs lényeges eltérés.

Ilyen egységes alapelvekre épülő irányítási rendszer volt a KGST-országokban ajánlott URS (Unificirovannaja Regulirovocsnaja Szisztyema) rendszer, vagy a nagy nyugat-európai készülégyártó cégek által 1990-ben létrehozott instabus EIB (European Installation Bus) rendszer. Hasonló szerepet tölt be a nemzetközi szabványosítás, mint például az ITU (International Telecommunications Union) nemzetközi szervezet, amely a hálózatokban történő adatátvitel szabványosítását végzi.

#### 6.2.4. Az irányító berendezés egységei

Az olyan szervek illetve készülékek, amelyek az irányítási hatásláncban egy meghatározott feladat ellátására alkalmasak és rendszerint szerkezetileg is összefüggő blokkot alkotnak (érzékelő, beavatkozó, távadó, erősítő, szabályozó, regisztráló, adatfeldolgozó, alapjel-távallító stb.). A felsorolt eszköz főcsoportokon belül igen sokféle készülék található attól függően, hogy milyen funkciót hivatottak ellátni. Példaképpen nézzük az épületinformatikai területen alkalmazott érzékelők leggyakrabban alkalmazott fajtáit:

- vízhőmérséklet érzékelő ( $-10 \dots 125 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ),
- levegőhőmérséklet érzékelő ( $-30 \dots 150 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ),
- nedvesség érzékelő (0 ... 95 % relatív nedvesség tartalom, 5,4 ... 24 g/kg abszolút tartalom),
- nedvesség és hőmérséklet érzékelő (10...90 % relatív nedvesség tartalom,  $0 \dots 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ),
- nyomás és nyomáskülönbség érzékelő (0 ... 10 mbar),
- légsebesség érzékelő (0,01 ... 15 m/s),
- légminőség érzékelő (0 ... 100 %),
- légminőség és hőmérséklet érzékelő (0 ... 100 %,  $0 \dots 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ),
- jelenlét vagy mozgásérzékelő (passzív infra, ultrahangos, mikrohullámú, infrarompó stb.),
- nyitáserzékelő (Reed-relés, mechanikus),
- felületi érzékelő (feszítés-, falbontás-, testhang-, rezgés-, fémgang-, szeizmikus érzékelők),
- üvegtörés érzékelő (felragasztható, akusztikus),
- tűz, füst és gázérzékelő.

Az egyes érzékelők specifikációja úgy adható meg, hogy a gyártó cég közli az alábbi adatokat:

- típus (típusazonosító, típusjel),
- műszaki adatok (pl. mérési tartomány, üzemi adatok, időálló, csatlakozó vezeték hossza, védelmi osztály, védettség, környezeti adatok),
- működési elv illetve mód (milyen érzékelő elemmel készül),
- felépítés (mechanikai felépítés, tartozékok és elhelyezés),
- körvonal méretek, beépítési méretek,
- szerelési vázlat és utasítás,
- kapocskiosztás és villamos csatlakozási vázlat,
- alkalmazási terület (lehetőség szerint példákkal illusztrálva).

Az érzékelők, azaz a periférikus készülékek megismert széles választéka is mutatja már annak a szükségességét, hogy az irányító berendezés egyes részei, egységei minden szempontból (körvonal méretek, csatlakoztatás, szerelési mód, bemenő és kimenő jelek, terhelhetőség stb.) illeszthetők legyenek egymáshoz.

Az egységeket jelátalakítók közbeiktatásával jelátvivő vezetékek, kábelek vagy csatornák kötik össze, amelyek a jelek továbbítására szolgálnak.

Külön csoportot alkotnak a beavatkozók. A villamos épületfelügyelet szempontjából ezek a készülékek elsősorban távműködtethető relék, mágneskapcsolók és megszakítók. Az épületfelügyelet épületgépészeti feladatainak végrehajtása szempontjából elsősorban az elektromágneses illetve motorikus hajtású készülékeket érdemes megemlíteni:

- motoros szabályzó szelepek hideg és melegvíz számára,
  - háromutas motoros csapok meleg vizű fűtések számára,
  - motoros fojtószelepek meleg vizű fűtésekhez,
  - folytonos szabályozású mágneses szelepek hideg és melegvíz számára (6-1. ábra),
  - folytonos szabályozású mágneses szelepek forró víz és gőz számára,
  - termikus hajtású szelepek fűtőberendezésekben lévő szabályzó szelepekhez,
  - termosztátos hajtások radiátorszelepek számára,
  - mágneses hajtás helyiség szabályozás, fűtő- és szellőztető berendezések számára,
  - mágneses szelepek hűtőközegek, sóoldatok számára,
  - lineáris illetve forgó motoros zsalumozgatók és zsaluhajtások,
  - fagyvédő-, kapilláris-, merülő-, rákapcsolható termosztátok,
  - helyiség és szoba termosztátok, helyiség szabályzó készülékek,
  - nyomás- és nyomáskülönbség kapcsolók, elektro-pneumatikus átalakító (6-4. ábra) stb.
- Nézzük példaképpen a háromállású szabályzó szelepet és alkalmazását, valamint az elektro-pneumatikus nyomás-átalakító működési elvét.

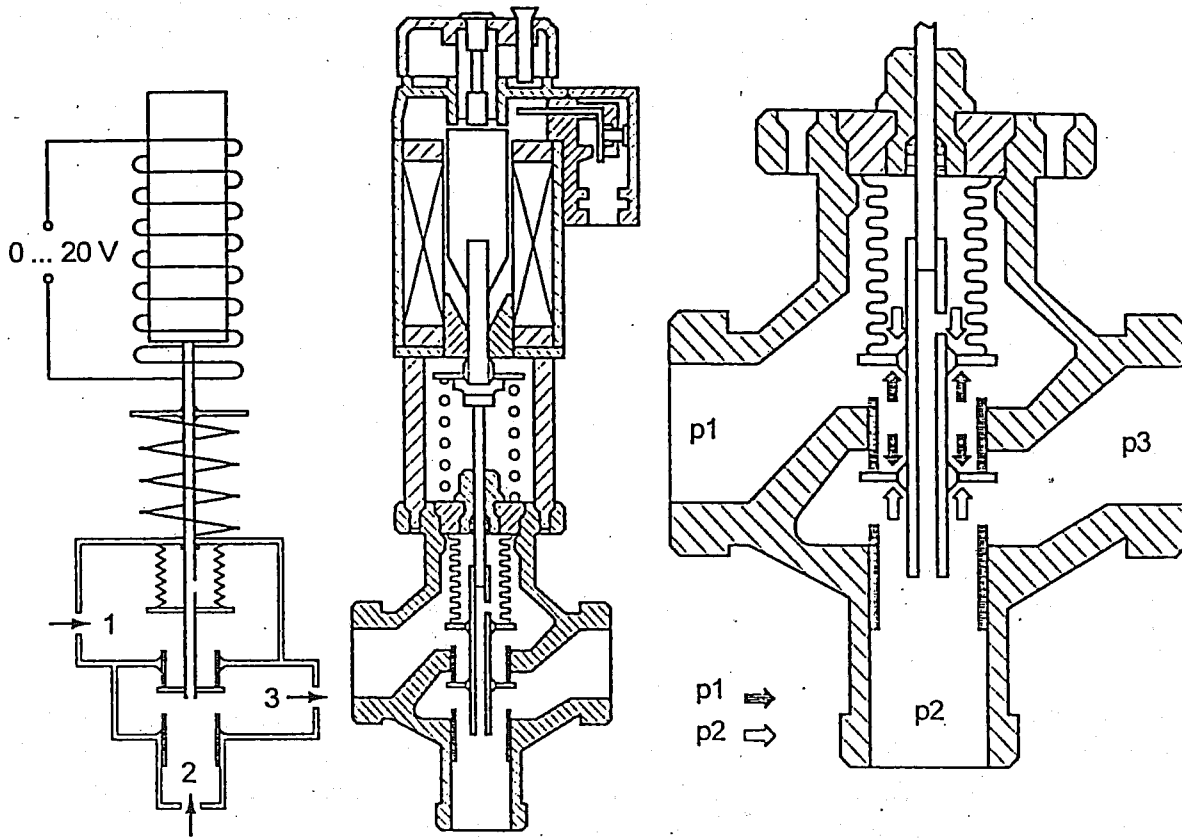
A 6-1. ábrán látható az elektromágneses hajtású, folytonos működtetésű szelep. A szeleprúdon két szeleptányér helyezkedik el fixen, amelyek az alsó és felső határhelyzetben a zárást biztosítják, továbbá a p1 és p2 nyomásra is ki vannak egyenlítve (lásd az ábra fekete és fehér nyilait). A szabályozási út az 1 → 3 út, amelyre vonatkozóan a szelep tömören zár. A 2 → 3 út alkalmazásakor a zárás nem tökéletes, azaz szivárgásra kell számítanunk. Amennyiben a 2 → 3 utat kívánjuk szabályozási útként alkalmazni, akkor a gyártóval kell konzultálni illetve egyeztetni a méretezés során meghatározott csőátmérőt, nyomás veszteséget és a valóságos sűrűlási veszteséget. Közelítőleg igaz az, hogy a Staefa cég tányérszelepei a zárási tartomány közelében a ±10 %-os löket tartományban optimalizáltak, vagyis a lineáris átvitelhez képest enyhén konkáv jellegű átáramlást biztosítanak, így a szabályozásra ebben a tartományban is van lehetőség (6-2. a) ábra).

A gyakorlati felhasználás egyszerű alapkapcsolásai a 6-3. ábrán láthatók. A 6-3. a) ábrán egy egyszerű fojtó kapcsolás látható, a jelenlegi háromutas szelep harmadik útja ebben az esetben le van zárva. Folytonos szabályozásra ez a megoldás nem alkalmas.

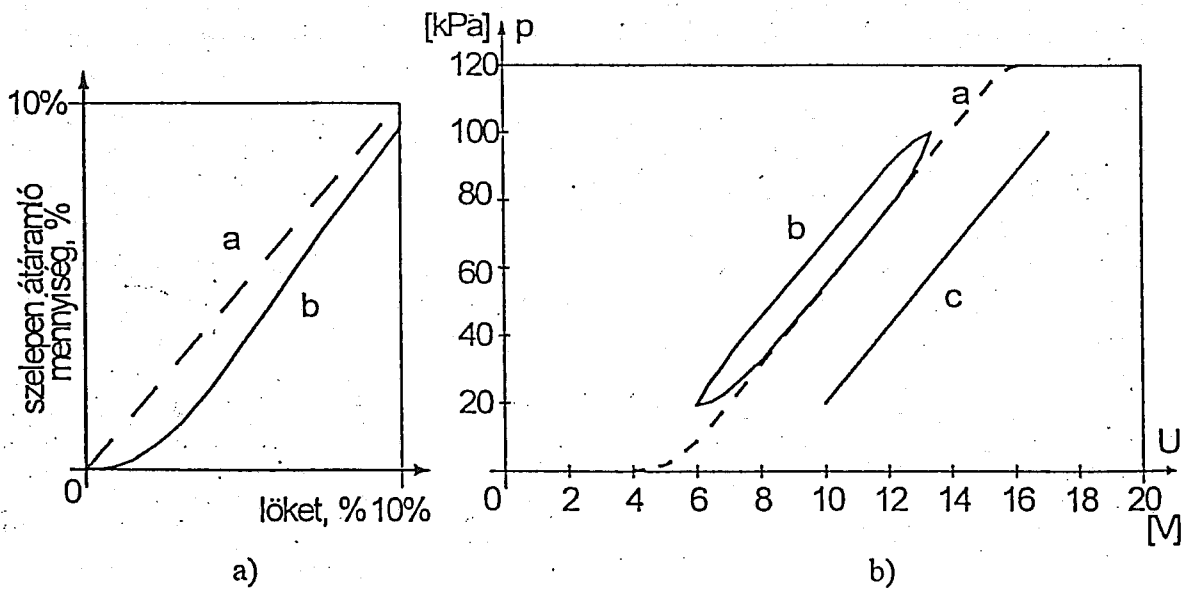
A 6-3. b) ábra hozzákeverési kapcsolásában 2 → 3 szabályozási út addig van nyitva, amíg a víz az előírt értékre le nem hűl (2 → 3 út nyomásvesztése nagyobb, mint az 1 → 3 út nyomásvesztése).

A 6-3. c) ábrán látható terhelő kapcsolásnál az 1 → 3 út van nyitva a ráfűtés során. A szivattyú a 2 → 3 úton keringeti a vizet akkor, ha előmelegítés történik.

Az előző két kapcsolás tulajdonságait egyesíti a 6-3. d) ábra, amelyet befecskendezési kapcsolásnak nevezünk.

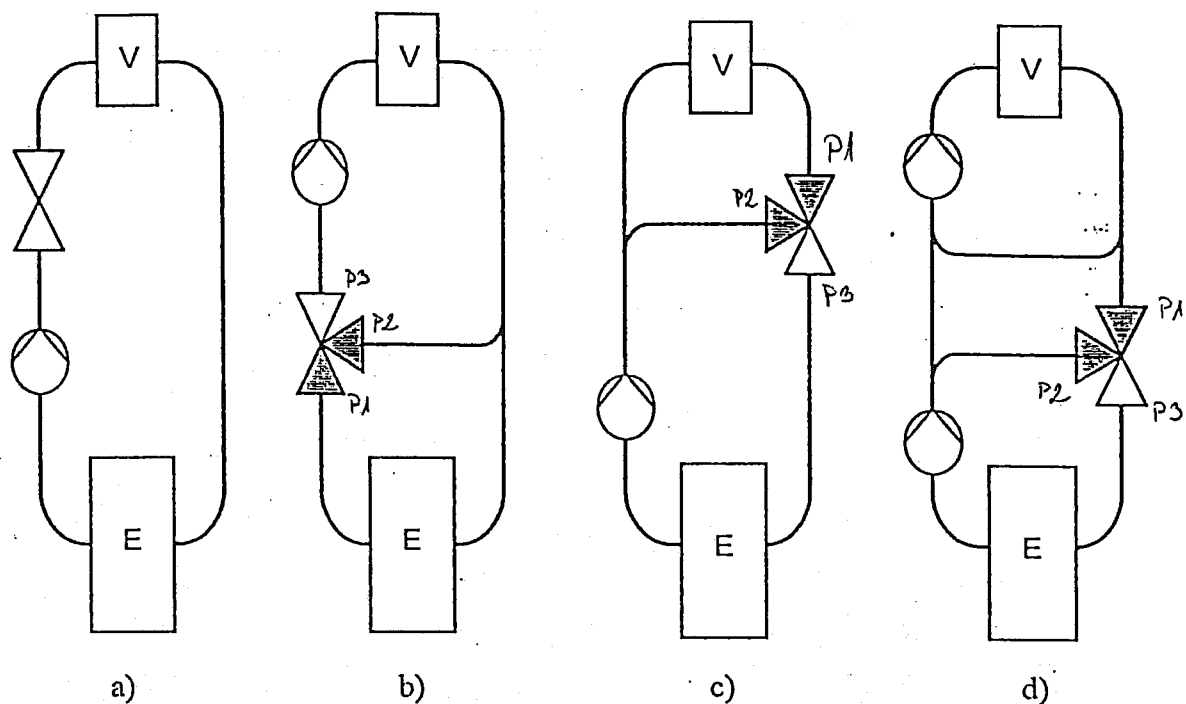


6-1. ábra Staefa gyártmányú háromutas mágneses szelep felépítése és működési vázlatja



6-2. ábra Szabályozó szelep (a) és elektro-pneumatikus átalakító (b) jelleggörbéje.



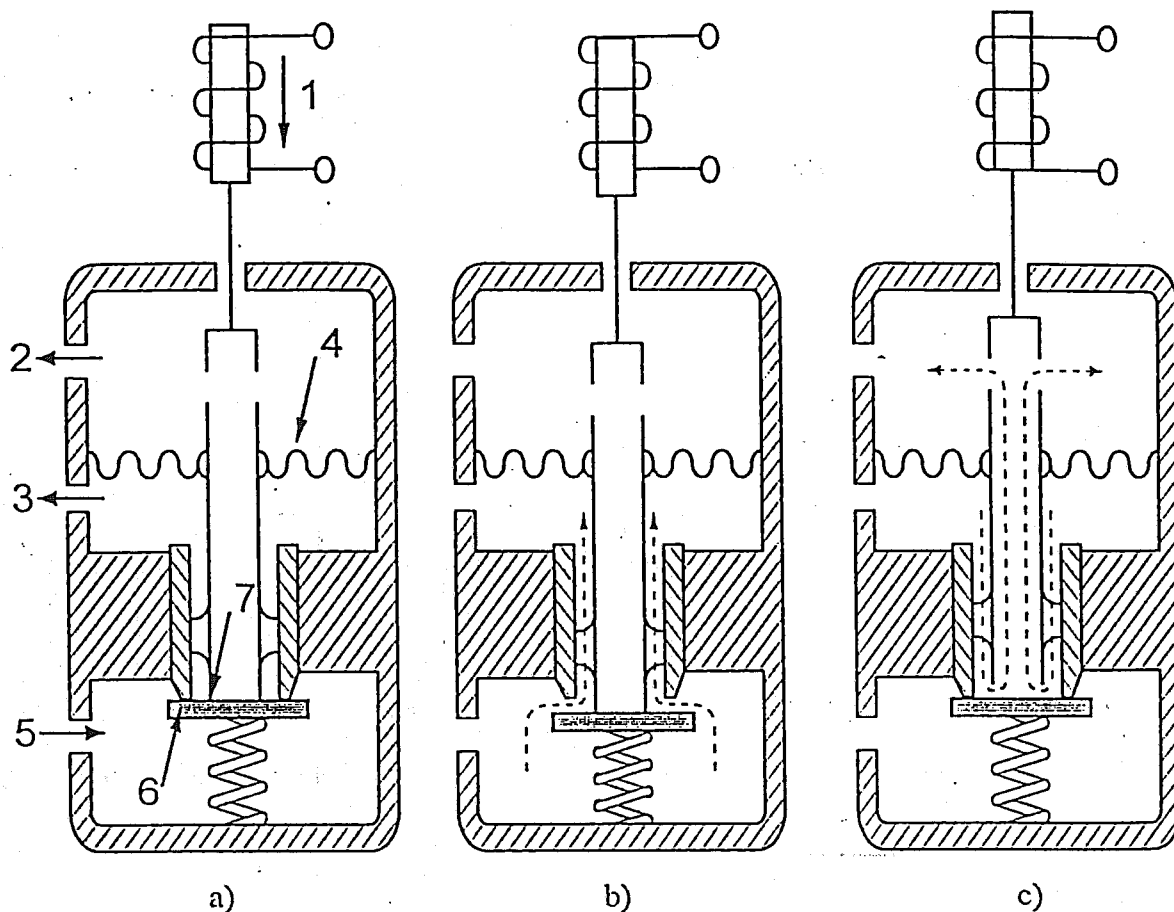


6-3. ábra Szabályozott áramlási körök alapkapcsolásai (E - energia fejlesztő, V- végső felhasználó, energia fogyasztó).

a) fojtókapcsolás, b) hozzákeverési kapcsolás, c) terelő kapcsolás és d) befecskendezési kapcsolás.

A 6-4. a) ábrán egy speciális beavatkozó eszközt mutatunk be, az ún. elektro-pneumatikus átalakítót, amelyet ott alkalmazunk, ahol egy elektronikus szabályozóra egy pneumatikus szervet kell csatlakoztatni. Felhasználható például olyan szabályozó berendezésben, amelynél a beavatkozó szerv robbanásveszélyes helyiségben található.

A működése során a készülék az adott tartományon belül beállított villamos jelet megfelelő pneumatikus nyomássá alakítja át (lásd a 6-2. b) ábra nyomás-feszültség diagramját). A mágneses hajtás armatúrája egy tányér membránhoz csatlakozik, amely membrán két oldalán kialakuló nyomás, a szelep rugó és a mágnes erő határozza meg a beömlő- illetve leeresztő szelep helyzetét, a tulajdonképpen kialakuló rendszer nyomást. A feszültség növelésével emelkedik az elektromágnes ereje, amely végül legyőzi a rendszer-nyomás (kimenő nyomás) membránra gyakorolt erőhatását és nyitja a beömlő szelepet (6-4. b) ábra). Most mindaddig levegő áramlik a rendszerbe, amíg a membránere a mágnes húzóerejével egyensúlyba nem kerül és a beömlő szelep újból nem zár. Ha a feszültséget csökkentjük, akkor a mágnes húzóereje csökken és ezzel egy időben a membránra ható nyomás megemeli a szelepszárat, működésbe hozva a leeresztő szelepet (6-4. c) ábra). Mindaddig levegő áramlik ki a szabadba, míg a membránere a mágnes húzóerejével nem kerül egyensúlyba és ezáltal a leeresztő szelep záródik. Hasonló jelenség játszódik le akkor is, ha a rendszer-nyomás a hőmérséklet-emelkedés miatt megnő (biztonsági lefújás).



6-4. ábra A Staefa cég elektro-pneumatikus átalakítójának felépítése és működési vázlatja; a) a szabályozó egyensúlyban, b) a beömlő szelep működik, c) a leeresztő szelep működik; 1-elektromágnes, 2-leeresztés a szabadba, 3-kimenő nyomás (szabályozott nyomás), 4-tányér membrán, 5-bemenő nyomás, 6-beömlő szelep, 7-leeresztő szelep.

#### 6.2.5. Irányítástechnikai jelek csoportosítása, segédberendezések, célkitűzés

Az irányítástechnikai jelek az egységek között az információt továbbítják (hordozzák), ezeknek számos fajtája és megjelenési formája ismeretes, az alábbi csoportosításnak megfelelően:

a.) Az energiahordozó fajtája alapján:

- villamos jel (egyenáramú és váltakozóáramú jel),
- pneumatikus jel (kisnyomású, normál nyomású),
- hidraulikus jel,
- mechanikai jel.

b.) A jel értékészlete alapján:

- folyamatos jel (meghatározott értelmezési tartományban tetszőleges értéket vehet fel),
- szakaszos, diszkrét jel (értelmezési tartományában csak meghatározott, diszkrét értéket vehet fel).

c.) A jel időbeli lefolyása alapján:

- folyamatos jel (adott időtartományban az értékészlete bármelyik időpontban változhat),
- szaggatott jel (értékészlete nem változhat tetszőleges időpontban, csak meghatározott időnként és időtartamig szolgáltat információt).

d.) Az információ megjelenési formája alapján:

- analóg jel (az információt a jelhordozó értéke, vagy értékváltozása közvetlenül képviseli),
- kódolt, digitális jel (az információt a jelhordozónak számjegyet kifejező, diszkrét jelképi értékei, kombinációi tartalmazzák).

e.) Az érték meghatározottsága alapján:

- determinisztikus jel (értéke meghatározott időfüggvénnyel egyértelműen megadható),
- sztochasztikus jel (szabálytalan lefolyású, csak valószínűség számítási módszerekkel adható meg).

Az irányító berendezés megbízható működéséhez és alkalmazásához segédberendezések is szükségesek, amelyek a megfelelő segédenergia ellátást biztosítják (pl. villamos tápegység, stabilizátor, pneumatikus tápegység, levegőszűrő, szárítóberendezés). Ide sorolhatók a készre szerelt egységek is, amelyek az irányító berendezés egységeinek rögzítésre és elhelyezésére szolgálnak (műszerszekrény, műszertábla, kezelőpult, kábelrendező stb.).

Az irányító berendezés funkcióit és feladatait az irányítási célkitűzés tartalmazza és határozza meg. Az épületinformatika, ezen belül a folyamatműszerezés, az irányító berendezések alkalmazása az előírt illetve megkívánt színvonalú üzemeltetési cél - műszaki, gazdasági és biztonsági szempontból optimális - megvalósítása érdekében szükséges, ezért annak van alárendelve. Gyakran az ellentétes követelmények mérlegelése után határozzák meg az irányítási célkitűzést és tervezik meg az irányító berendezést.

### 6.3. Összekötések a hálózatban

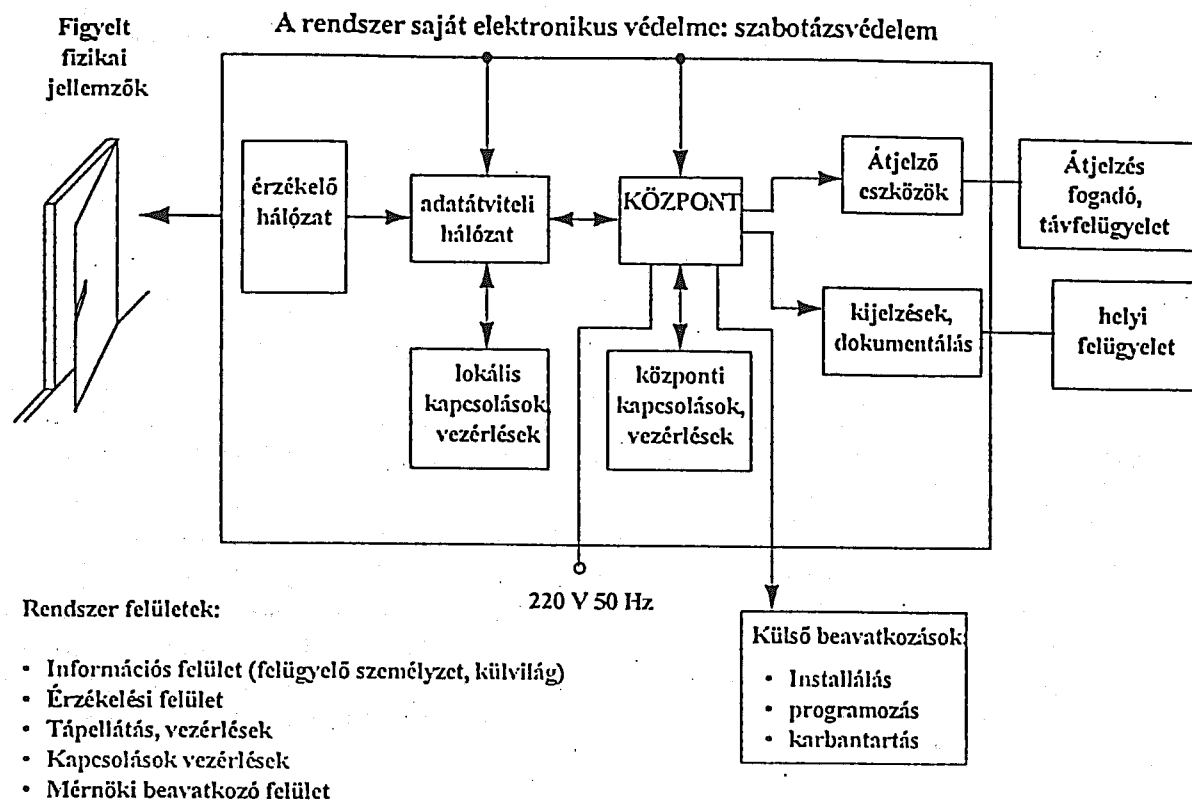
Az épületinformatikai rendszerekben, amelyekben egyre gyakrabban alkalmaznak ma már számítógépeket, az összekötő átviteli közeg természetétől függően megkülönböztetünk fizikailag összekötött (bounded) és nem összekötött (unbounded) kapcsolatokat. Az előbbiekhöz tartoznak a villamos jelvezetékek (csavart érpárú szigetelt rézvezetékek UTP vagy STP kábelek, alapsávú és szélessávú koaxiális kábelek stb.), az optikai kábel (üvegszál kábel), míg az utóbbira jó példa a rádióhullámú (mikrohullám 2 ... 40 GHz frekvencia tartománnyal) vagy a lézer és az infravörös fényt alkalmazó átvitel. Mindkét összekötésnek van előnye és hátránya műszaki, gazdasági és minőségi szempontból:

- A vezetékes rendszerek lehallgatás (illetéktelen hozzáférés) ellen védettebbek, kisebb távolságban olcsóbbak lehetnek a telepítés költségei, de a kapcsolódó eszközök sokkal nehezebben helyezhetők át.
- A fizikailag nem összekötött rendszerek mozgékonyak, könnyen áthelyezhetők, a hosszú kábelcsatornák helyett elég egy-két antennaoszlopot telepíteni, ezzel szemben a jel széles környezetben terjed és így az adatbiztonságra fokozottan kell ügyelni a lehallgatás veszélye miatt.

### 6.4. Jelzővonal és jelzőlánc

A 6.2 fejezetben már láttuk, hogy az épületinformatikai rendszer felépítése a következő: az érzékelő, a jelző és a kapcsoló eszközök adatokat szolgáltatnak, amely adatokat a jelzés továbbító hálózat a feldolgozás helyére szállít, vagyis a jelzéstovábbító hálózaton keresztül csatlakoznak a központ bemeneteire. A kijelző és átjelző eszközök pedig ugyanannak a központnak a kimeneteiről működnek, amely meghatározza a bejövő adatokra adandó reakciókat, választ és tennivalókat. A rendszertervező és a programozó

a megismert rendező elvek illetve egyedi igények figyelembevételével rendszertervet készít, amelyhez kiválasztja a jelzőközpontot (lásd a 6-5. ábrát). Mielőtt azonban ennek

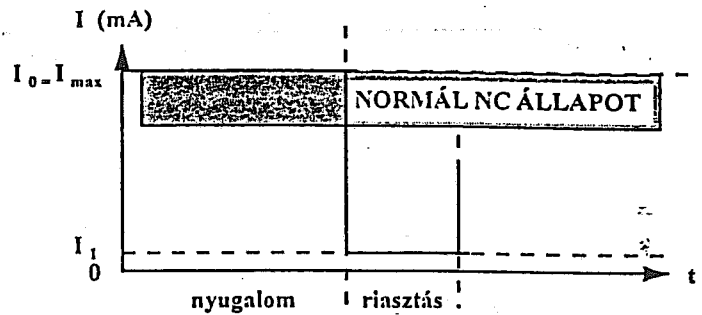
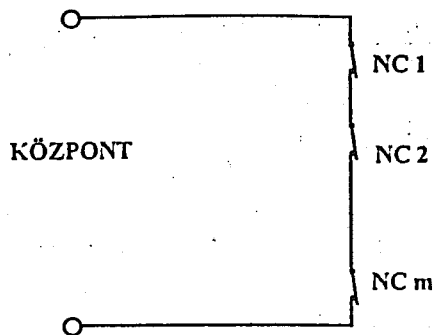


6-5. ábra Behatolásjelző rendszer általános felépítése

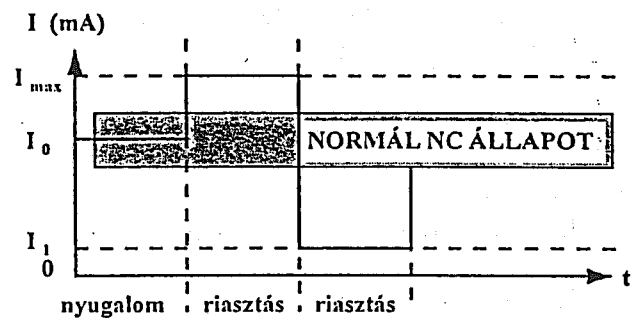
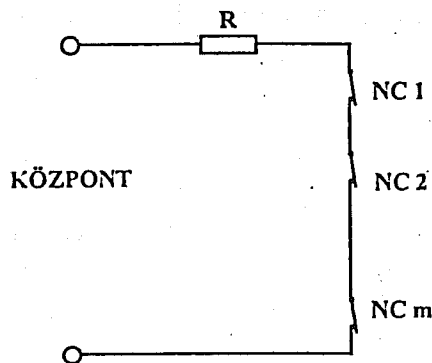
a központnak a feladatait elemeznénk, tisztáznunk kell a jelzővonal és jelzőlánc fogalmát. Gyakran beszélünk analóg és digitális központról. Kétségtelenül létezik ma is analóg jelekkel és analóg áramköri elemekkel dolgozó központ, amelynek megvan a digitális megfelelője, mégse erre gondolunk általában, hanem a jelátvitel vagy jelzővonal fajtájára, az adatátvitel analóg illetve digitális voltára. Az analóg központ vagy rendszer helyett "hurok típusú központ vagy rendszer", míg a digitális központ helyett "intelligens központ vagy rendszer" elnevezés van elterjedőben. Ez utóbbi elnevezés létjogosultságát bizonyítja az is, hogy ma már a legkisebb családi ház kategóriájú hurokközpontok döntő többsége digitális, azaz CMOS áramkörökön, vagy mikrokontrollereken alapul, PC-ről, vagy akár távolból telefonvonalon és modemen keresztül programozható.

#### 6.4.1. Jelzővonal

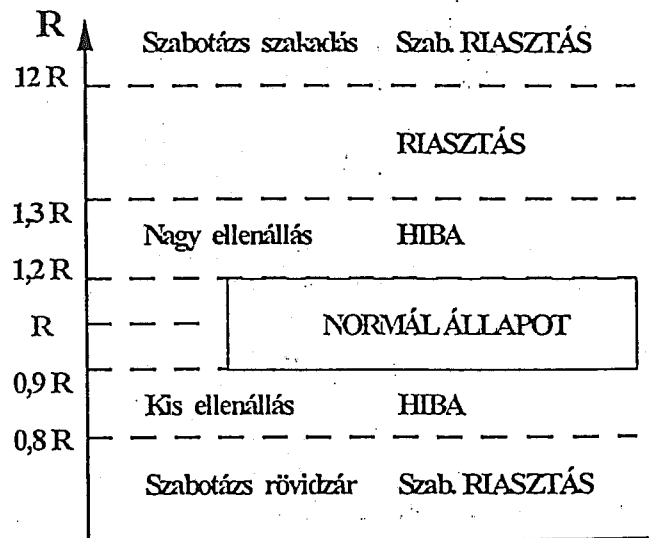
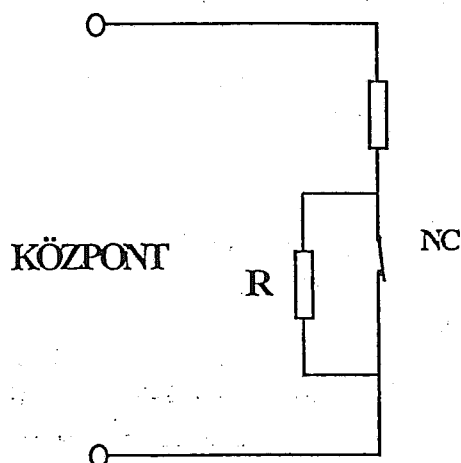
Jelzővonalnak nevezzük az érzékelőben lévő fizikai jellemző vagy villamos átalakító egységtől a vezetékhalozaton keresztül a központ jelzésfogadó egységéig terjedő részt. Hurok típusú rendszer esetén a központ jelfeldolgozó egysége, intelligens rendszernél a koncentrátor, a jelzés gyűjtő eszköz fogadó áramköre tekinthető a jelzővonal végének. A legelterjedtebb jelzővonal típusok: lopás, 24 órás betörés, támadás, üvegtörés, szabotázs és állapotjelző jelzővonal, valamint további egyéb célú jelzővonal pl.: vészkijárat, követő, segélyhívás, néma segélyhívás, esemény késleltetés, kapcsolat, utolsó zóna.



a)



b)



c)

6-6. ábra Jelzővonal kialakítások NC típusú érintkezőkkel  
a) rövidzár, b) ellenállás, c) ellenállás lépcső lezárással,

Több országban a "hurok" elnevezést csak a tűzjelző hálózatok megkülönböztetésére tartják fenn (pl. Németországban). Általánosabb alkalmazása is indokolható, mert a jelzővonalak gyakran két bemeneti ponttal kapcsolódnak a központhoz, amelyekről egy-egy vezeték ér indul el és azokat az érzékelő kontaktus (lezáró ellenállás) köti össze az érzékelőben (lásd a 6-6. ábrát). A jelzővonal másik gyakori elfogadható megnevezése, mint láttuk a számítógép technikában a "csatorna".

Téves és félrevezető a jelzővonal helyett a "zóna" elnevezés használata, amely gyakran keveredik a biztonságtechnikai alterület vagy biztonsági zóna fogalmával. Biztonsági

zónának olyan jelzővonal együttest nevezünk, amelyek egy időben, egy kapcsolás végrehajtásával kapcsolódnak be, más néven "élesednek".

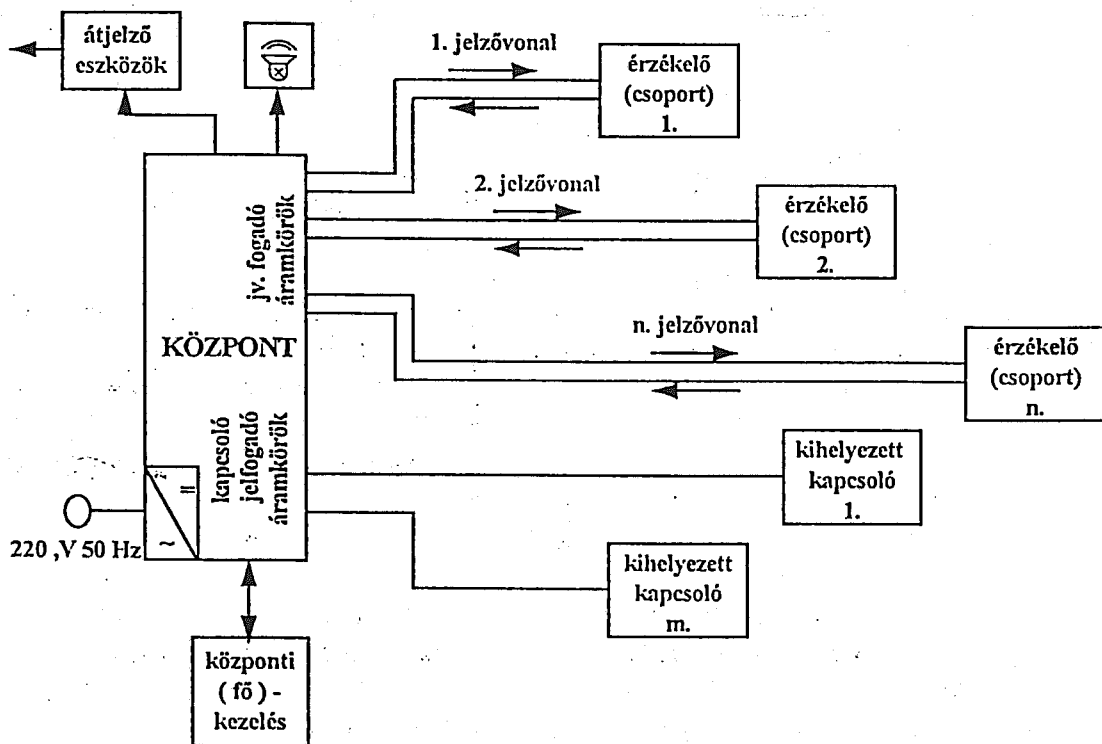
#### 6.4.2. Jelzőlánc

Jelzőláncnak vagy busznak nevezzük a címző elemtől (vagy koncentrátortól) a központ jelfeldolgozó egységéig terjedő hardver-együttest. A címző elem vagy koncentrátor az érzékelők vagy érzékelő csoportok azonosítására szolgál.

Intelligens rendszerekben a jelzővonal a címző elemig (a koncentrátor jelfogadó egységéig) tart, a jelzésgyűjtő eszköz A/D átalakítójáról a digitális jellé alakított információk a jelzőláncon (buszon) keresztül jutnak a központba. Másképpen fogalmazva: a hurokrendszerekben nincs jelzőlánc, az intelligens rendszerekben a jelzővonal/jelzőlánc arány 0 ... 100 % között van.

#### 6.5. Hurokrendszer és intelligens rendszer felépítése

a.) Hurokrendszer. A 6-6. ábrának megfelelően megkülönböztettünk rövidzárral, ellenállással (osztott ellenállással) és ellenállás lépcsővel lezárt hurkú rendszert. A felsorolás sorrendjében növekszik a jelzővonal kiiktatásának, vagyis a rendszer kijátszásának nehézsége, valamint könnyebbé válik a hibakeresés. A hurokrendszer általános felépítési vázlatát a 6-7. ábrán látható.

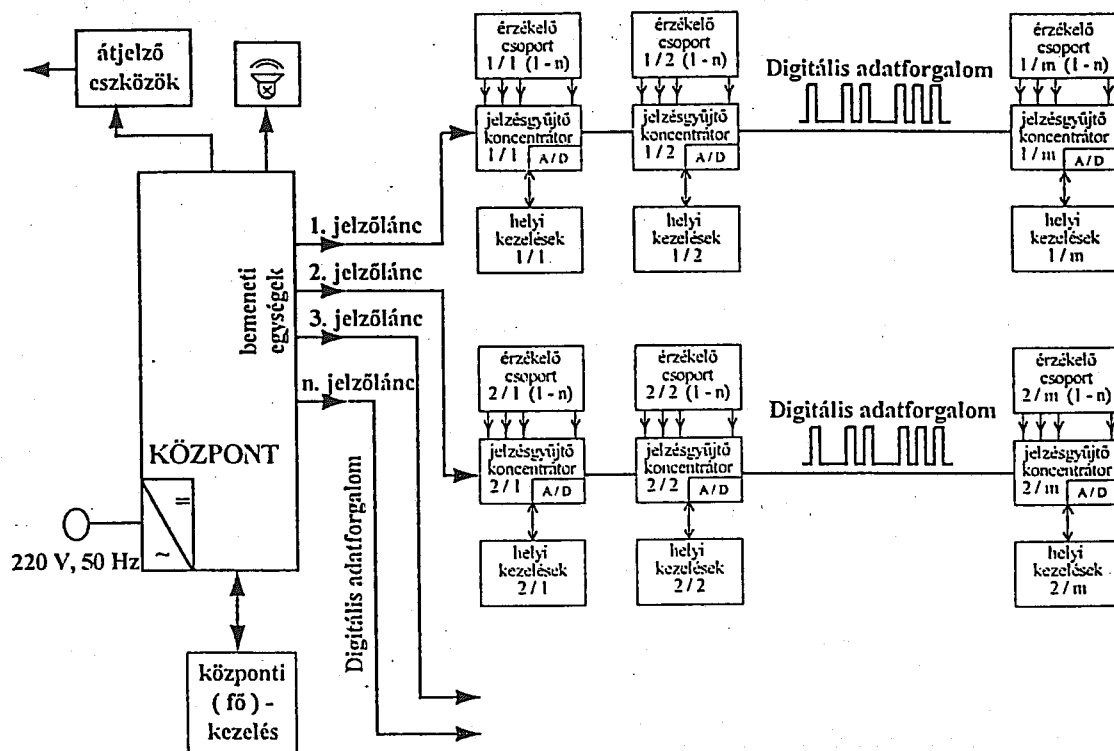


6-7. ábra Hurok rendszer általános felépítése

A hurokrendszer legfejlettebb változatát képezi a több adatot illetve jellemzőt egy vezetéken továbbító rendszer. Gyakori megoldás az egy jelzővonalon két fizikai jellemző továbbítása, amikor is a kérdéses jellemző megváltozását figyelő eszköz állapotváltozása és a jelzővonal "szabotázs" érzékelhető (6-6. c) ábra). Ritkán négy jellemzőt is továbbítanak egy jelzővonalon. Kétségtelen ennek a megoldásnak a

kábeltakarékossága, azonban a rendszer-installálási nehézségei ezzel arányosan nőnek, valamint a központok fogadóegységei is egyre bonyolultabbakká válnak.

b.) Intelligens rendszer. A rendszer általános felépítési vázlata a 6-8. ábrán látható. Az előző fejezetben már láttuk, hogy az intelligens rendszer jelzőláncában digitális jelforgalom van.

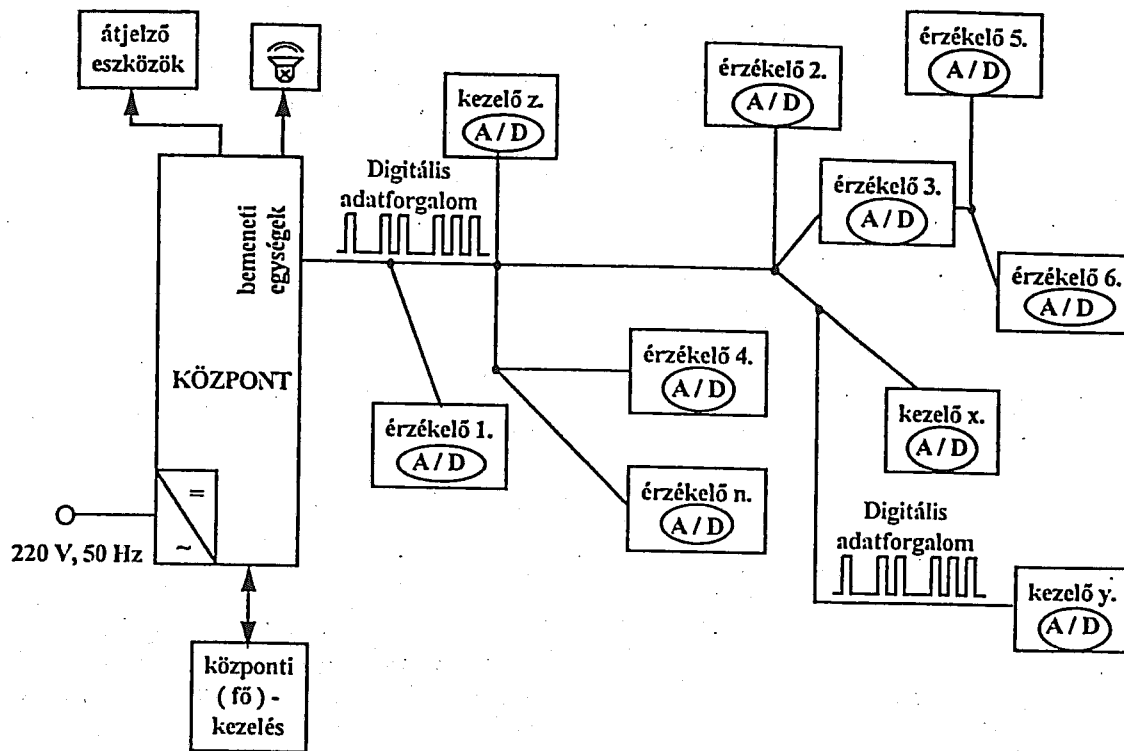


6-8. ábra Intelligens rendszer általános felépítési vázlata

Az intelligens rendszerekben külön csoportot képeznek azok a rendszerek, amelyekben a címző elemeket beépítik az érzékelőkbe, a jelzéstovábbítás teljes egészében a jelzőláncon történik. Másképpen megfogalmazva: minden buszrészrtvevő elvben egy univerzális buszcsatolóból és egy feladat specifikus busz végkészülékből áll, amely felhasználói interface-en keresztül a buszcsatolóval információt cserél. Ekkor intelligens eszközökből felépített intelligens rendszerről vagy más szavakkal osztott intelligenciájú rendszerről beszélünk (6-9. ábra).

Az intelligens eszközökből felépített rendszerek hálózat tervezés és építés vonatkozásában számos előnyös tulajdonsággal rendelkeznek (pl. tetszés szerint átprogramozhatók a végkészülékek), hátrányuk viszont az, hogy a hagyományos NC kimenetű eszközök csatlakoztatása a rendszerhez csak kiegészítő elemekkel lehetséges.

Az intelligens rendszerek között fokozott biztonságot jelentenek azok a rendszerek, amelyekben a jelzőlánc visszatérő hurkos kiépítésű, a hurok két oldalról táplált. Ezzel a megoldással vezeték szakadás, vagy egyéb hiba esetén csak a hibás szakasz környezete esik ki, a központ a kétoldali lekérdezés következtében képes a működő részekkel kommunikálni.



6-9. ábra Osztott intelligenciájú rendszer

## 6.6. Hurokközpont és intelligensközpont feladata, felépítése

### 6.6.1. A központok fő feladatai

A 6.2.1. fejezetben megismert szerteágazó épületinformatikai felügyeleti területek alapján túl bonyolult lenne, úgy általában összefoglalni a központok feladatait. Célszerűnek látszik egy adott célra készülő központból kiindulni. Foglalkozunk össze például röviden a behatolás jelző rendszer központjának főbb feladatait:

- bemenő adatként gyűjti az érzékelési eseményeket, vagyis az érzékelőkön keresztül felügyeli a védett területet,
- bemenő adatként gyűjti a kapcsolási eseményeket,
- algoritmusai és programjai segítségével értelmezi a jelzéseket és beavatkozik, vagyis vezérli a végrehajtó szerveket, előállítja a kimenő adatokat (átjelzés, hang- és fényjelzés stb.),
- jelzéseket továbbít,
- a párhuzamosan elhelyezett kijelző tablót vezérli és meghajtja (információ többszörözés),
- vezérli a dokumentálást (printer meghajtás),
- jelzi a rendszer állapotát,
- tárolja az eseményeket a tárcapacitásától függő mennyiségben,
- figyeli és jelzi a hálózati feszültség meglétét, illetve hiányát,
- biztosítja az érzékelők működéséhez szükséges tápellátást, ellenőrizve a tápegységet és az akkumulátort,
- ellátja a primer vezetékek felügyeletét (primer vezeték a kapcsoló-, átjelző- és riasztó- eszközök vezetékjei),



- kapcsolódik a fölérendelt központokhoz, biztonsági rendszerekhez (információ-többszörözés, jelzés, értelmezés és intézkedés gyorsítása),
- kapcsolódik más biztonsági rendszerhez (pl. zárláncú videó vagy TV rendszer /CCTV/, beléptető rendszer) és egyéb épületinformatikai rendszerekhez (pl. épület villamos felügyelet, tűzjelző rendszer).

A felsorolt feladatokat az egyes központok - függően a rendeltetésüktől, kapacitásuktól és minőségi jellemzőiktől - eltérő színvonalon látják el.

#### 6.6.2. A központok felépítése

A központok - figyelembe véve az épület kiterjedését, az ellátandó feladatot és a műszaki választékot - egymástól eltérő felépítésűek és kivitelűek. A központok többsége általában rendelkezik a következő egységekkel:

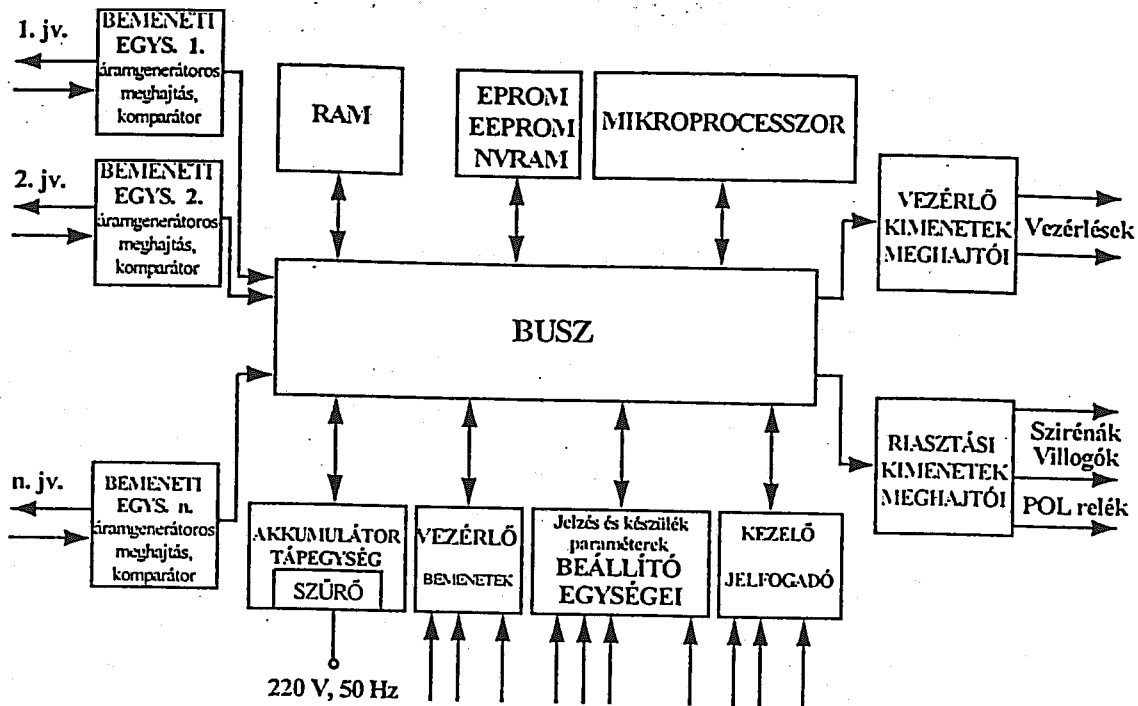
- Érzékelési jelfogadó egységek: az érzékelő hálózatról befutó jelzések kapcsolódási pontja. Hurokközpontok esetében komparátor vagy kettős komparátor, intelligens rendszerekben impulzusformáló erősítő.
- Vezérlő jeleket fogadó egységek: speciális jelfogadó egységek. Ezek szintén lehetnek komparátorok, de digitális jelátvitelnél adatbuszok a kezelőegységekkel együtt (pl. PC 1500 vagy Bentel-Norma központok).
- Jelfeldolgozó egység: ma a leggyakrabban mikroprocesszor és mikrokontroller a tárolt programmal.
- Kimeneti egységek: meghajtók, relék, nyitott kollektoros kimenetek, digitális vonalak párhuzamos kijelzőkkel és tablómeghajtókkal.
- Előlapai jelzők: hálózati feszültség jelzés, akkumulátor állapotjelzés, jelzővonalak állapotjelzése, összetett zavarjelzés, éles és nem éles állapotjelzés, riasztás memória jelzésére szolgáló LED vagy LCD jelzők.
- Előlapai kezelőszervek: rendszer vagy partíció kapcsolására, riasztás nyugtázására, ellenőrző-, programozó- és karbantartási állapotba helyező kezelőszervek, nyomógombok, kulcsok, tasztatúrák.
- Töltő és ellenőrző áramkör: 220 V AC / 12 V DC tápegység, akkumulátortöltő berendezés.
- Szabotázsvédett fémház: előírt védettségi fokozatú tokozással.

#### 6.6.3. Hurokközpontok alkalmazása

A hurokközpontok (6-10. ábra) alkalmazási területe ma már szűkül annak ellenére, hogy szolgáltatási körük egyre bővül. A hurokközpontok alkalmazása kis jelzővonal szám mellett gazdaságos.

Döntő többségében lakásriasztók és kisebb irodaépületek esetében alkalmazzák, ahol még megfelel a termék és a szolgáltatás ár-minőség összefüggése. További szempont lehet a telepítés sajátossága: a kis távolságok miatt értelmetlen a jelzésgyűjtő címző elemek és a koncentrátorok alkalmazása, továbbá a vezetékezés többlet munkája és költségei elhanyagolhatók a címző elemek költségei mellett. Ilyenkor viszont előfordulhat, hogy egy közepes lakásriasztó központjában esetleg jóval több vezeték ér található, mint a több száz címés intelligens központban.

A kisebb objektumokban telepített hurok típusú rendszer a leggyakrabban a következő elemekből épül fel: 1 ... 3 db kapcsoló eszköz, 20 ... 30 db érzékelő (főleg passzív infra detektor, mágneses nyitásérzékelő és akusztikus üvegtörés érzékelő), 1 ... 2 db kültéri sziréna villogóval, átjelző és riasztás jelző a távfelügyelethez illetve a szakhatósági megfigyeléshez.



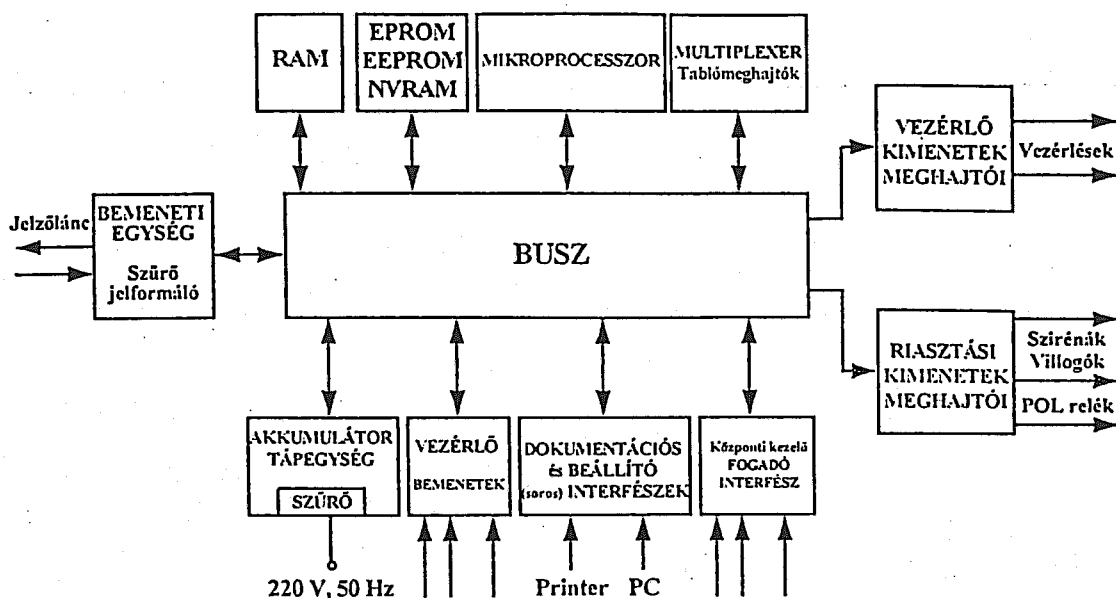
6-10. ábra Hurokközpont általános felépítése

#### 6.6.4. Intelligens központok alkalmazása

Az intelligens rendszerek alkalmazását már 20 - 30 db jelzővonal fölött gazdaságosnak ítélni lehet, nem beszélve a jobb minőségű és megbízhatóbb szolgáltatásról. A nagyobb objektumokban a kiterjedt, illetve bonyolult rendszer és a nagyobb távolság is indokolja az intelligens rendszerközpont (6-11. ábra) alkalmazását.

Az intelligens központú rendszerek jelzőlánc kialakítására két megoldás egyikét használják a leggyakrabban. Az első megoldásnál a címző elemek az ún. "daisy-chain" elv szerint kapcsolódnak adat és tápellátási szempontból egyaránt. A koncentrátorok tárolják a rájuk csatlakozó jelzővonalak állapotát. A központ a tápfeszültséget a jelzőláncon fizikailag az első koncentrátorra kapcsolja és start jelet ad ki, amelyre válaszként a koncentrátor egy impulzusmodulált "táviratot" küld a központba. A távirat tartalmazza a koncentrátor címét és az aktuális állapotát. Ezután a fizikailag következő koncentrátorral teremt kapcsolatot a központ, miközben az előző lezár, majd sorba a többivel a jelzőláncban. A kommunikáció és a tápfeszültség koncentrátorról koncentrátorra történő továbblépése hasonlít a gyermeklánc-fűhöz (daisy-chain). A másik megoldás, a számítástechnikában alkalmazott busz vagy ál-busz rendszernek megfelelő kommunikációs elveket használja fel.

Felhasználói, biztonsági- és rendszertechnikai szempontból érdektelen a kommunikáció módja, az áramköri megvalósítás és a szoftveres háttér. Lényegesebb a nagyfokú rugalmasság, bővíthetőség, a szolgáltatás számszerű növelési lehetősége és nem utolsósorban az adatátvitel biztonsága, amely döntően rendszerminőségi mutató. Az adatátvitel biztonságának fokozására számos módszer létezik, pl.: a koncentrátoroknak szánt távirat központi tárolása és kétszeres, esetleg többszörös átvitele, majd összehasonlítás a tárolt távirattal.

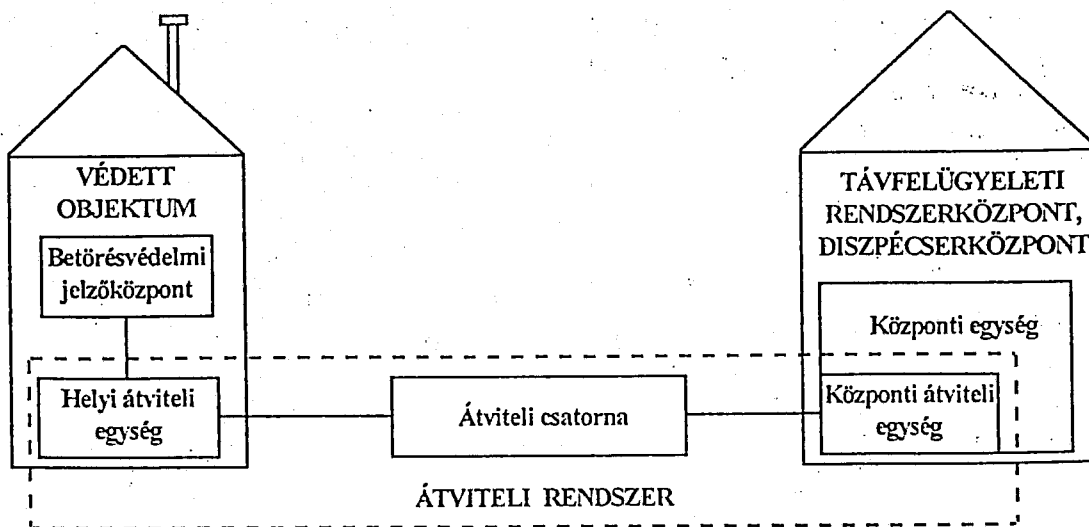


6-11. ábra Intelligens rendszerközpont általános felépítése

### 6.7. Távfelügyeleti rendszer, diszpécserközpont

A távfelügyeleti rendszer vagy diszpécser központ létrehozásának célja: egy szervezetbe fogva megvalósítani, pl. a betörésvédelmi (al)rendszerek működésének ellenőrzését, a riasztás jelzések fogadását és a rendkívüli események elhárítási intézkedéseinek szervezését. Hasonló célú diszpécserközpont alakítható ki az épületinformatika egyéb funkcionális területein is (villamos energia ellátó rendszer felügyelete, épületgépészeti irányító és ellenőrző rendszer stb.).

A távfelügyeleti rendszer vagy diszpécserközpont gyakran egymástól függetlenül üzemeltetett, de egységes rendszert alkotó részegységekből áll (6-12. ábra). A helyi és távfelügyeleti központ között helyezkedik el az átviteli rendszer, amely a helyi átviteli egységből, az átviteli csatornából és a központi átviteli egységből áll.



6-12. ábra Az átviteli rendszer felépítése

Az átviteli csatorna kialakításától függően vezetékes (közvetlen vonalú, beszédsáv-feletti átviteli, vonalkapcsolt rendszerű) vagy vezeték nélküli (szimplex, fél-duplex, duplex) távfelügyeleti rendszerről beszélhetünk.

a.) Közvetlen vonalú rendszerek.

A közvetlen vonalú távfelügyeleti rendszerek egyedi megoldásúak, a rendszer felügyeletet betörésvédelmi jelzőközpont kiépítésével oldják meg. A jelentések továbbítása - a felhasznált betörésvédelmi központ technikai lehetőségeitől függően - soros adatvonalon az RS-232, RS-422 és RS-485 kommunikációs szabványoknak megfelelően vagy hurokcsatolással történhet.

A soros átvitel előnye: egyszerű kiépítés, egyszerű jel továbbítás, egyszerű kétirányú kommunikáció, folyamatos szabotázs védelem. Hátránya viszont az, hogy erősen behatárolt a rendszer elemeinek a távolsága, csak azonos típusú betörésvédelmi központok illetve egy típuscsoport azonos kommunikációs protokollt használó készülékei használhatók, a betörésvédelmi központ ára magas.

A hurokcsatolt rendszer előnye: telepítése egyszerű, a jelzés átvitel nagyobb távolságra is megoldható, eltérő típusú és kisebb kapacitású jelzőközpontok is alkalmazhatók. Hátrányuk az, hogy az egy helyről átvihető jelentések száma csekély, továbbá a felügyelhető objektumok száma erősen korlátozott.

b.) Beszédsáv feletti átviteli rendszerek.

A rendszer működése azon alapszik, hogy a jelzésátvitel a telefonhálózat vezetékein keresztül és az alapsávi beszédátviteli frekvencia (300-3400 Hz) felett valósul meg, többnyire 10...40 kHz frekvencián. Az átviteli csatorna két szakaszból áll. Az első szakasz a helyi átvitelt szolgálja, ami nem más, mint az egység és a telefonközpont közötti összeköttetés. Ennek megfelelően minden egyes bemeneten modemvevő van, amely kapcsolatot tart az objektumban lévő modemadóval. A modemek közötti kommunikáció folyamatos, ha nincs információ, akkor szünetjelet továbbítanak.

Az átviteli csatorna második szakasza a telefonközpont és a távfelügyeleti rendszer központ között húzódik. A telefonközpontban elhelyezett, tárolt programú elektronikával vezérelt vonalkoncentrátor sorba lekérdezi a modemvevőket. Ha adat érkezik valamelyik vevőre, akkor azt az információt csomagba rendezve, a modem címével együtt továbbítja a központi átviteli egység felé. Az összeköttetés innen egyedi használatú, bérelt vonalon valósul meg. Az információ áramlása kétirányú, ezért négyeres összeköttetésre van szükség.

A beszédsáv-feletti rendszer alkalmazási előnyei: nem kell önálló hálózat, a távbeszélést nem zavarja a kommunikáció, nincs ütközés a kommunikációban, a szabotázs azonnal érzékelhető a vonal megszakadása miatt. A rendszer hátrányai: a telefon ellátási körzete a rendszer határa, az átviteli csatorna második szakasza fokozottan veszélyeztetett, a 8 db kontaktusnál többet igénylő információ átvitel bonyolult, a riasztás 3-5 sec-os késleltetésű, a védett objektumok nem kapnak visszajelzést az elküldött riasztás jelzés beérkezéséről.

c.) Vonalkapcsolt távfelügyeleti rendszerek.

Ez az átviteli rendszer a teljes távbeszélő infrastruktúrát használja fel. A jelzésátvitel úgy történik, hogy a védett objektumba telepített rendszer felhívja a rendszer központot és elküldi a jelentését. A telefon kommunikátor rendelkezhet önálló vonallal, vagy csatlakozhat az objektum egy adott vonalára párhuzamosan is.

A rendszer alkalmazásának előnyei: bonyolult betörésvédelmi rendszer nagy mennyiségű információi vihetők át, ellátási körzet határa kiterjedt, vonalhibák jelzése folyamatos, visszajelezhető a riasztás jelzések. Hátrányuk: zavarják a távbeszélő használatot, foglalt hálózatnál riasztás késés fordul elő, információütközés

lehetséges, az átvitel rendszer-felügyeleti szakasza veszélyeztetett, távoli szakasz kiesésről nincs megfelelő visszajelzés stb.

d.) Vezeték nélküli távfelügyeleti rendszerek.

Ezek az átviteli rendszerek közvetlen kapcsolódású (diszpécser jellegű) rádiós eszközökkel tartják az összeköttetést a rendszer központ és a felügyelt objektum között. Az átviteli módokat elemezve elmondható: a szimplex összeköttetés előnye az egyetlen átviteli frekvencia igény, hátránya viszont az, hogy az ellátható terület nagysága a központ "látótávolságáig" terjed. A fél-duplex összeköttetés előnye: az ellátási területet egyszerűen, az átjátszók telepítésével lehet növelni és nagyobb a zavarvédelem, hátránya viszont az, hogy két frekvenciát igényel. Duplex rendszereket az egyidejű adás-vétel biztosításához duplexekkel (adás-vétel elválasztó szűrő) kell ellátni, így a berendezések ára igen magas, alkalmazása emiatt ritka.

A távfelügyeleti rendszer illetve a diszpécserközpont feladata majdnem teljes mértékben megegyezik a 6.6.1 fejezetben, a központok fő feladatainál felsoroltakkal. A távfelügyeleti rendszer központok a sokoldalú feladataikat mikroprocesszoros vezérléssel képesek végrehajtani. A megvalósítás önálló kiépítésben vagy személyi számítógépre telepítve képzelhető el.

## 7. Alkalmazási példák a kisfeszültségű villamos energia ellátásban

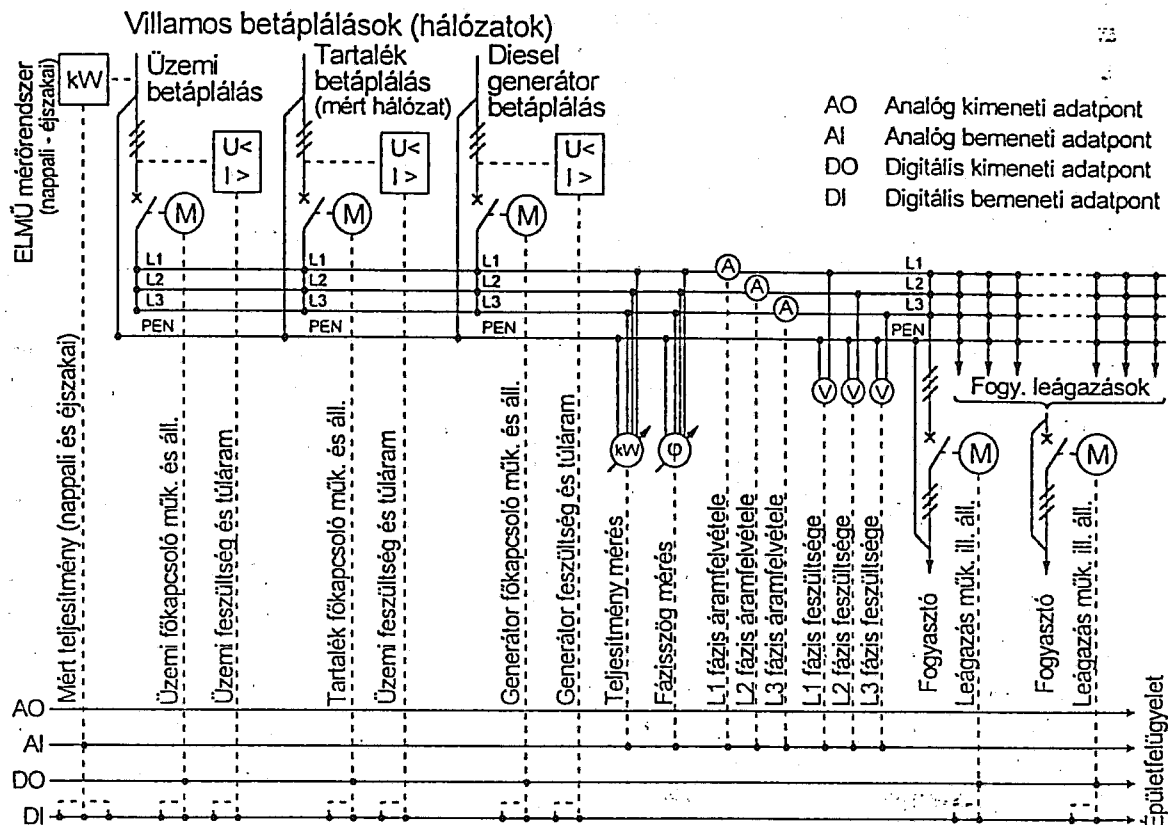
### 7.1. Az épületinformatika feladata az erősáramú villamos energia ellátásban

A nagyépületek illetve a több épületből álló épületegyüttesek villamos energia elosztó hálózata, a rendkívül szerteágazó fogyasztói igény miatt ma már olyan bonyolult felépítésű, hogy a hagyományos kezelési módszerekkel biztonságosan nem üzemeltethető. A hagyományos üzemeltetés alatt értjük például azt a gyakorlatot, hogy a villamos energia elosztó rendszerben előforduló hibát - a pincétől a padlásig - a karbantartó személyzet fedezi fel, vagy a fogyasztói korlátozásokhoz szükséges kapcsolásokat (hálózati kép kialakításokat) kézzel szintén ez a személyzet hajtja végre. Nézzük melyek azok a főbb feladatok, amelyeket az erősáramú hálózatok üzemvitelénél, az épületinformatikai rendszer kiépítésével szeretnénk ellátni:

- A táppontok (betáplálások) üzemállapot figyelése. Ebbe beleértünk minden fajta betáplálást, így a hálózati üzemi, hálózati tartalék és diesel aggregátoros vagy generátoros betáplálást is.
- A tápponti üzemzavaroknál (pl. áramszolgáltatói feszültség kimaradás) az átkapcsolások automatikus elvégzése.
- A táppontok időszakos terhelés csökkentése, azaz a teljesítmény lekötési szerződéssel összhangban álló fogyasztói korlátozások automatikus végrehajtása.
- A betáplálás villamos jellemzőinek mérése (feszültség, áram, teljesítmény és  $\cos \varphi$ ), a mért adatokból a látszólagos és meddő teljesítmény számítása igény szerint.
- A fogyasztói teljesítmény figyelése, az áramszolgáltató vállalat negyedórás átlag teljesítmény mérési impulzusainak felhasználásával (szinkronizált mérés), a korszerű energia gazdálkodás elérése céljából. A negyedóránkénti megengedett átlag teljesítmény túllépésének megakadályozása - energia optimalizálási program segítségével - előre meghatározott fogyasztókat lekapcsolásával illetve szakaszos üzemeltetésével (pl. a folyadékűtő berendezések hűtőkörét kikapcsoljuk, csak a keringető szivattyúk működnek).
- A kiemelt fogyasztók és fogyasztói csomópontok (szinti alelosztók) üzemállapot figyelése (pl. a kismegszakítók zárt állapotban vannak, a túlfeszültségvédelem működött), a szükséges működtetési parancsok végrehajtása (pl. a mágneskapcsoló, mint főkapcsoló ki-be kapcsolása külön program alapján).
- Tűzjelző rendszerrel összehangolt működtetés (pl. a szellőzés illetve a friss levegő befújás letiltása tűz esetén).
- A diesel aggregátor illetve generátor üzemi jellemzőinek figyelése (olajnyomás, hűtővíz hőmérséklet, üzemanyag szint, helyiség hőmérséklet, indító akkumulátor feszültség, generátor terhelőáram, aggregátor-üzem, gyűjtött hibajelzés stb.).
- A szünetmentes áramellátás üzemi jellemzőinek figyelése (inverter üzem, ellátás by-passon át, egyenirányító hiba, inverter hiba, fázis áramok, üzemvitel akkumulátor telepről, a telep alacsony feszültségű, ventilátor hiba, helyiség hőmérséklet stb.).

Az épületinformatikai rendszerben az előbb felsorolt feladatok csak akkor oldhatók meg, ha a szabályzás és vezérlés analóg illetve digitális jeleit képes kezelni, feldolgozni, kiértékelni és archíválni a számítógépes épületfelügyeleti rendszer. A kapcsolódási pontokat adatpontoknak nevezzük, amelyeket a tervezés során előre ki kell jelölni illetve a funkcionális összetartozásukat is meg kell határozni. Az informatikai rendszerben minden adatponthoz fizikai és logikai címet kell rendelni.

Az elmondottak értelmében először az erősáramú villamos energia ellátás terveit készítjük el (7-1. ábra), a lehetőségekhez mérten sorkapocs számozással együtt, majd ezeken az elvi vázlatokon a számítógépes adatpontokat jelöljük be és végül elkészítjük a az ún. hívópont-táblázatot, amely egyben számítógépen is megjeleníthető formájú.



7-1. ábra A villamos főelosztó rendszer és az épületfelügyelet adatpontjainak kapcsolata

Célszerű a jelöléssel és megnevezéssel ellátott adatpontokból (pl. L1 hálózati feszültség, üzemi túláram jelzés, aggregátor főkapcsoló zárva) összeállított hívópont táblázatot úgy elkészíteni, hogy az rögtön grafikusan megjeleníthető legyen a számítógép képernyőjén, mert valójában ez képezi a program leírás alapját. A programot el kell készíteni a nagyobb kiterjedésű rendszerek egyes állomásaira illetve alrendszerre (pl. különálló, de egy rendszerbe integrált épületekre), valamint a központi számítógépre is. A központi illetve felügyeleti számítógépet általában a diszpécser központban helyezük el.

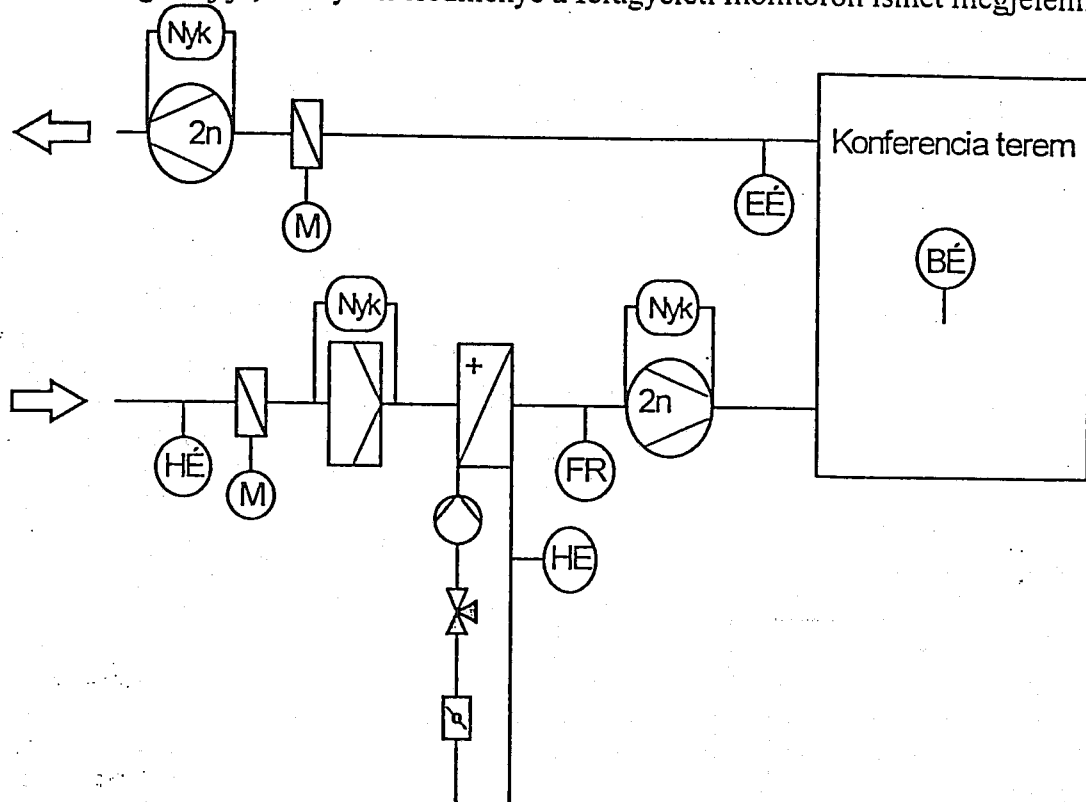
További példát mutatunk be az épületgépészet területéről a 7-2. ábrán, amely ábrán egy konferencia terem fűtött-hűtött szellőztetése látható. Ez az ábra a képernyőn megjeleníthető és az előre kijelölt helyeken láthatóvá tehető a tényleges hőmérséklet, a motor működésére vonatkozó adatok, az elszívás működési jellemzői stb.

Az ábrán bemutatott rendszer működése során a friss levegőt a külső térből szívjuk be úgy, hogy közben mérjük a levegő hőmérsékletét, motorral nyitjuk a zsalut, szűrjük a levegőt, a szűrő eltömődést nyomás-kapcsolóval figyeljük; ha hideg a levegő, akkor előfűtjük az előre beállított hőmérsékletre vagy hűtjük, és végül ventillátorral továbbítjuk a terembe, a nyomás állandó figyelése mellett. A teremben csak a levegő hőmérsékletét ellenőrizzük.

A légcserre megvalósítása során az előbb megismert folyamattal párhuzamosan a levegő környezetbe juttatásáról is gondoskodunk. Az elszívó részt hőmérséklet érzékelővel figyeljük és a levegő szabadba jutásához nyitjuk a motoros működtetésű zsalut. A befűjő

és elszívó ventilátorok csak akkor működtethetők, ha a zsaluk nyitva vannak. A szellőztetés leállításakor a motoros működtetésű zsalukat zárni kell.

A vázolt üzemviteli állapot minden egyes fázisa az épületfelügyeleti monitoron nyomon követhető. Ha be akarunk avatkozni, akkor az új parancsolt értéket a központban beállítjuk és aktivizált távfelügyeleti rendszer mellett megvárjuk, amíg ezt az automatika végrehajtja, amelynek eredménye a felügyeleti monitoron ismét megjelenik.



7-2. ábra Konferencia terem klimatizált szellőztetése; HÉ - hőmérséklet érzékelő, HE - hőmérséklet ellenőrzés, M - zsalumozgató motor, FR - fagyvédő regiszter, Nyk - nyomáskapcsoló, BÉ - belsőtér érzékelő

## 7.2. Épületfelügyeleti rendszer felépítése

Az épületfelügyeleti rendszer felépítési vázlata a 7-3. ábrán látható. Példaképpen azért a Staefa Control System (mai új neve Landis & Staefa) rendszert mutatjuk be, mert az országban több helyen (MNB, SOTE, Magyar Rádió, Paksi Atomerőmű Rt. stb.) üzemel már komplett épületgépészeti és villamos energia elosztó rendszer felügyelő, szabályzó és vezérlő funkciójú épületfelügyelet.

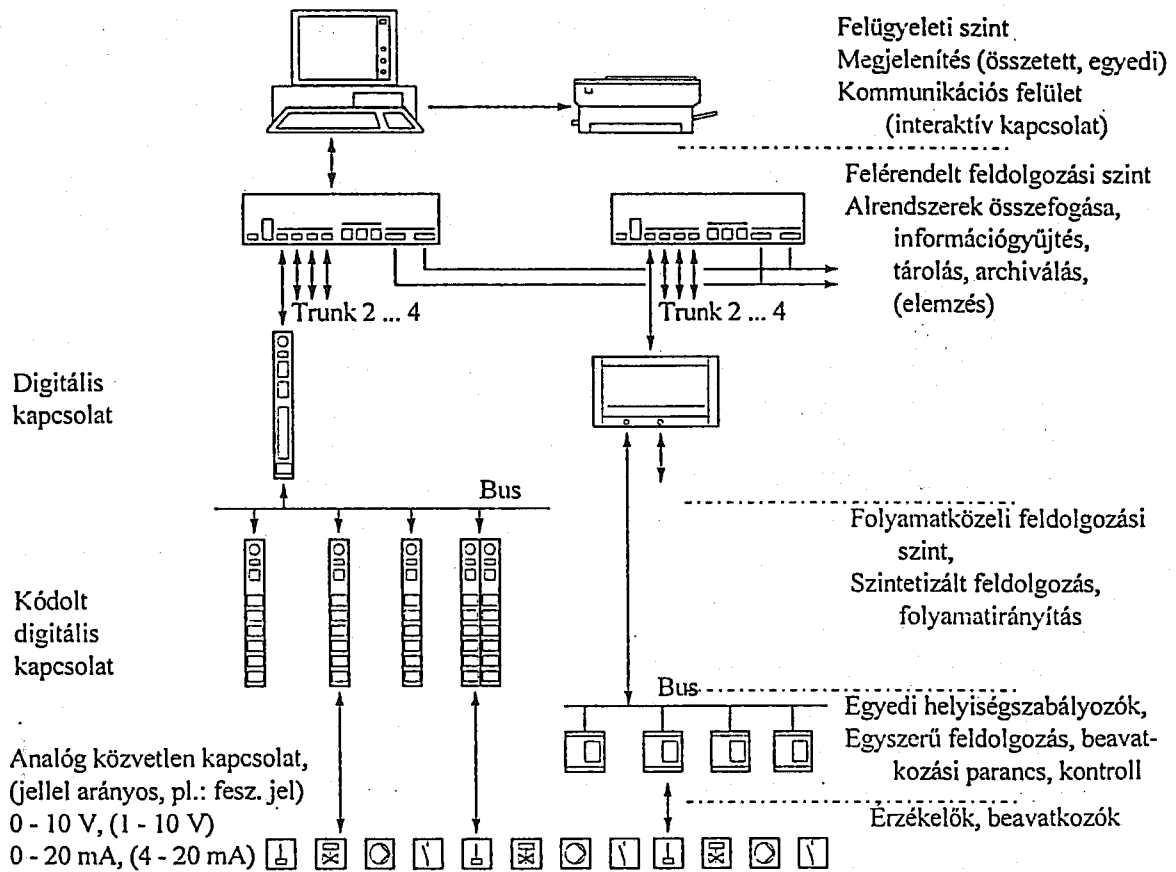
Az épületfelügyeleti rendszert divatos szóhasználattal "PC vezérlőállomással rendelkező energia management rendszer"-nek is nevezik. Ez a rendszer egyesíti a legmodernebb technikát a magas kezelési komforttal együtt és lehetővé teszi a felügyeletet, a szabályozást, a vezérlést és a folyamatos ellenőrzést az épületgépészeti valamint a villamos berendezések üzemeltetése során. A rendszer külsőleg flexibilis felépítést mutat ami azt jelenti, hogy a növekvő feladatok ellátásának megfelelően a bővíthetőség problémamentesen megoldható. Ez egyben moduláris rendszer felépítést, körültekintően meghatározott feladat megosztást, esemény orientált kommunikációt, kezelési szint megosztást, digitális jelforgalmon alapuló szabályzó és vezérlő eljárás alkalmazását



valamint egy nagy teljesítményű kommunikációs rendszer üzembeállítását feltételezi a következők szerint:

- Moduláris rendszerfelépítés.

Mind a négy rendszerszint - felügyeleti állomás, főrendelt feldolgozási szint, folyamat közeli szabályzó és vezérlő ún. RS-modulokkal megvalósított folyamatirányítás és az egyedi helyiség szabályzókkal elérhető beavatkozás - abban a helyzetben van, hogy az adatokat egyidejűleg feldolgozza és prioritásuktól függően tovább adja. Ezzel a következetes feladat megosztással a reakció idő és az elérési idő jelentős csökkentése érhető el.



7-3. ábra A Staefa Control System cég MS 2000 típusú épületfelügyeleti rendszerének felépítési vázlatja

Az MS 2000 típusú rendszer moduláris felépítése a villamos csatlakoztatás szempontjából is kedvező, hiszen a folyamat közeli RS-modulok elhelyezésével az érzékelők és beavatkozók (periférikus készülékek) valamint a rendszer közötti kábel összeköttetés hossza a minimumra csökkenthető.

- Elosztott rendszer intelligencia.

A moduláris rendszer felépítés előnyeit erősíti az elosztott rendszer intelligencia, azaz minden szinten önmagában intelligens elemeket illetve készülékeket alkalmazunk, amelyek már egyedileg is csatlakoztathatók a számítógéphez. Az egyedi rendszer építőelemek a decentralizált adatfeldolgozás következtében nagyobb mértékű önállóságot kapnak. Ez a körülmény emeli a rendszer üzembiztonságát és megbízhatóságát.

- Eseményorientált kommunikáció.

Az MS 2000 típusú rendszer nagy teljesítményű, viszonylag jó hatásfokú kommunikációs rendszerrel rendelkezik. Erre azért van szükség, hogy minden időben gyors, surlódás illetve ütközésmentes adatcsere történjen mindegyik rendszerrész között, amelyet eseményorientáltan szervezett kommunikációval érnek el. Más megfogalmazásban, adatcsere csak akkor van, ha fontos események valóban fellépnek. Ezek a fontos események időben mindenkor megelőzik a ciklikus lekérdezés során meglévő adatforgalmat.

- Különböző kezelési szintek.

A központi és helyi kezelhetőség (felügyeleti rendszer ill. kézi terminállal) egy gyors adatelérési lehetőséget biztosít minden rendszerszinti berendezés adataira vonatkozóan. A központi (diszpécserközponti) kezeléssel a teljes rendszer kezeléséhez és üzemeltetéséhez szükséges minden adat elérhető (lekérdezhető ill. állítható), a ciklikus lekérdezés során a sorra kerülési idő kiváráásával. A kézi terminállal viszont a rendszer felépítésétől függően csak egy részrendszer adatai érhetők el folyamat közeli szinten. Ez utóbbi esetben a részrendszer teljes adatállománya, a beállításhoz, beüzemeléshez szükséges összes részadat és paraméter azonnal elérhető és állítható.

- Digitális szabályozó- és vezérlőeljárások.

Az MS 2000 típusú rendszer intelligens, digitális szabályozó- és vezérlőeljárással működik - röviden DDC-nek (Digital Direct Control) nevezve -, amellyel a hagyományos analógtechnika határait messzemenően meghaladja. A szabad programozással nagymértékben nő a rendszer illeszthetősége a legkülönbözőbb feladatokhoz. Ezáltal több és bonyolultabb funkciót lehet gazdaságosan megoldani.

Nézzük meg ezek után a 7-3. ábrán bemutatott épületfelügyeleti rendszer különböző szintjeinek feladatát, felépítését és kezelését, kiindulva az érzékelés és beavatkozás szintjéről.

a.) Érzékelők, beavatkozók, tartozékok (perifériális készülékek).

Az épületfelügyeleti rendszer legalsó szintjén helyezkednek el ezek az ún. perifériális készülékek, amelyek lehetnek:

- érzékelők (lásd a 6.2.4 pont felsorolását),
- beavatkozók (pl. szelepek, zsalumozgatók, vezérlőkészülékek stb. lásd a 7-2. ábrán),
- tartozékok (pl. teljesítmény fokozatok, erősítő fokozatok, termosztátok, elektro-pneumátikus átalakítók, nyomáskapcsolók, biztonsági kistranszformátorok stb.).

A jel-illesztés és átadás a következő szinten elhelyezett RS kártyamodulok és a folyamatperifériák között egy külső kapocsmodul hordozón és kapocsmodulokon keresztül történik.

A kapocsmodul hordozók, mint az elnevezésük is mutatja a kapocsmodulok üzembiztos felfogását és a gyors cserélhetőséget biztosítják. A hordozók az RS kártyamodulok előlapjához szalagkábelrel csatlakoznak. Ezekhez a modulokhoz fajtától és kiosztástól függően 2 ... 6 db hordozót lehet csatlakoztatni. A folyamatperifériákat közvetlenül a hordozó csavaros kapcsaihoz kell csatlakoztatni. Minden hordozóra max. 8 db kapocsmodul helyezhető el a következő alaptípusokból: 8 db bemenet, 8 db kimenet, 8 db kimenet és 24 V-os csatlakozási lehetőség az RS kártyamodul számára.

A kapocsmodulok azon túl, hogy megteremtik a tulajdonképpeni csatlakozást az RS-modulokhoz, biztosítják a megfelelő illesztést a perifériákhoz, a következő választékkal:

- bemeneti modulok (digitális jelek fogadására, hőmérséklet mérő jelfogadás, impulzusszámláló részére);
- átmenő modulok (0 ... 10 V DC jel átvezetése az RS kimeneti kártyamodultól illetve a kártyamodulhoz, valamint a 15 V DC illetve a 24 V AC feszültség eljuttatása a perifériához);
- kimeneti modulok (fázisvágott jel 26 W illetve 40 W, relés modul, kimenet 3 pont-jelhez /egyik irány, másik irány, illetve mindegyik kikapcsolva/).

b.) Az RS-modulok felépítése és működése.

A szabályzást és vezérlést önmagukon belül végző elemeket RS-moduloknak nevezzük. Mint már az előbb említettük, ezekhez kapcsolódnak a különböző perifériák az ún. kapocsmodulokon keresztül. A kapocsmodulok feladata csak a perifériák jelszintjeinek az illesztése az RS-modulokhoz, valamint a galvanikus leválasztás biztosítása.

Fizikai felépítésüket tekintve négy fajta RS modult különböztetünk meg, amelyet a be- és kimenetek száma illetve típusa határoz meg, különben belső felépítésük szerint teljesen azonosak. Ez a négy fajta a következő:

- 8 db univerzális be- és kimenettel rendelkező egység,
- 8 db univerzális és 8 db digitális be- és kimenettel rendelkező egység,
- 16 db univerzális be- és kimenettel rendelkező egység,
- 16 db univerzális és 8 db digitális be- és kimenettel rendelkező egység.

Az univerzális azt jelenti, hogy a szoftver definiálásától függően analóg vagy digitális típusú a be- és kimenet.

Minden RS-modulban egy SAPIM-programnyelven készült szoftver fut. Ez a program logikai és analóg funkció blokkokból épül fel. A funkció blokkok egy bizonyos struktúra és rendszerterv alapján kapcsolódnak egymáshoz (ezt az informatika rendszer tervezője készíti el és adja át a megrendelőnek). A funkció blokk kimeneti értéke egy időben a következő blokk bemeneti értéke, amely általában egy ún. "köztes regiszter"-ben jelenik meg. A blokkok paraméterei is regiszterek, amelyek a következő típusúak lehetnek: alarm (riasztó) regiszter, üzemmód regiszter, bemenet, kimenet, busz-bemenet, busz-kimenet, köztesérték regiszter, parancsolt regiszter, paraméter regiszter és óracsatorna.

Minden paraméter, parancsolt érték, a modulban EEPROM-ban (villamosan felülírható ROM) van tárolva, amely feszültség kimaradás esetén sem vesz el. Mivel az EEPROM-ba való írás száma korlátozva van, ezért a felügyeleti rendszerből a program szerint automatikusan csak óránként írható felül (kivételt képez ez alól a kézi átállítás, amely azonnal végrehajtható). Ez indokolja, hogy a felügyeleti rendszer programjába ilyen felülírás nem kerül bele.

Végül üzemeltetési szempontból érdemes megemlíteni az RS-modulokon található lát jelzők, azaz a különböző színű LED-ek információ tartalmát, amely a következő:

- zöld szín: a tápláló feszültség meglétét jelzi, villogás esetén sérült a benne futó program;
- sárga szín: bizonyos ritmusú felvillanása a kommunikáció meglétét jelzi, gyors villogás vagy a villogás hiánya a kommunikáció elmaradására enged következtetni;
- piros szín: az RS-modulban található akkumulátor tönkremenetelét illetve egyéb hardver hibát jelzi.

c.) Folyamatközeleli feldolgozási szint.

Több RS-modul összefüggő rendszert alkothat és együttműködhet akkor, ha összekötjük a modulokat egy ún. "RS-busz"-szal, biztosítva ezzel az adatok cseréjét. Minden RS-modul rendelkezik egy fizikai címmel, amely a modul előlapján állítható

be. Egy RS-buszra maximálisan 16 db különböző című RS-modul fűzhető fel, valamint maximálisan 16 kézi terminált lehet hozzá csatlakoztatni.

Az RS modulok elhelyezésénél azt az elvet követhetjük, hogy a lehető legközelebb kerüljenek a szabályozandó vagy vezérelni kívánt rendszerhez. Minden automatika szekrényben lehetőség van a kézi terminállal való csatlakozásra, így a felhasználó lekérdezheti a buszon található modulok lényeges információit (paramétereket, parancsolt értékeket, kapcsolási időket stb.).

Az üzembe helyezés során gyakran alkalmaznak szerviz számítógépet, amely a felhasználói RS-modul program betöltésére szolgál. A rendszer kiépítése után a disz-pécseri kommunikációs számítógép feladatát is elláthatja (hibakeresés, üzemállapot ellenőrzés, működési paraméterek állítása, kapcsolások elvégzése stb.).

#### d.) Felérendelt feldolgozási szint.

Gyakorlatilag a terület felügyelő (field controller) látja el ezt a feladatot, amely egy decentralizált, beépíthető modulú, önálló intelligenciával és működőképességgel rendelkező elem. Információ technikailag nézve hálózati csomópontnak is felfogható, a következő főbb funkciókkal:

- Az önálló intelligenciája alapján képes nagyobb mennyiségű adatot fogadni, önállóan feldolgozni és tárolni, kielégítve ezzel a korszerű épületfelügyelet követelményeit. A terület felügyelet funkció blokkokkal valósítható meg, amelynek a logikai és egyéb változói szabadon kapcsolhatók egymáshoz.
- A terület felügyelőben nagyobb mennyiségű adatok tárolhatók, például az RS-modulok mérési adatai, ciklikusan lekérdezve, szabadon választott időérték szerint. Ezek az adatok további kiértékelés céljára használhatók.
- Terület felügyelet válogatja szét az adatokat előre megadott szempontok alapján. A kigyűjtött és csoportosított adatokat úgy alakítja át, hogy egy helyi nyomtató vagy kezelő PC fogadni tudja.
- Kiemelt feladata az adatcsere részben a felügyeleti rendszerrel, másrészt az RS-modulok egy tetszőleges csoportjával (RS-busz kommunikáció felügyelete, kommunikáció optimalizálás, dátum és órajel /idő/ szinkronizálása stb.).

Négy független trunk teszi lehetővé az alrendszerek összekapcsolását. 32 terület felügyelő egység alkalmazásáig bővíthető a hálózat, kikötés csupán az, hogy a maximális kiterjedés 2400 m lehet. Egy terület felügyelő maximálisan 2 db nyomtatón képes adatokat megjeleníteni.

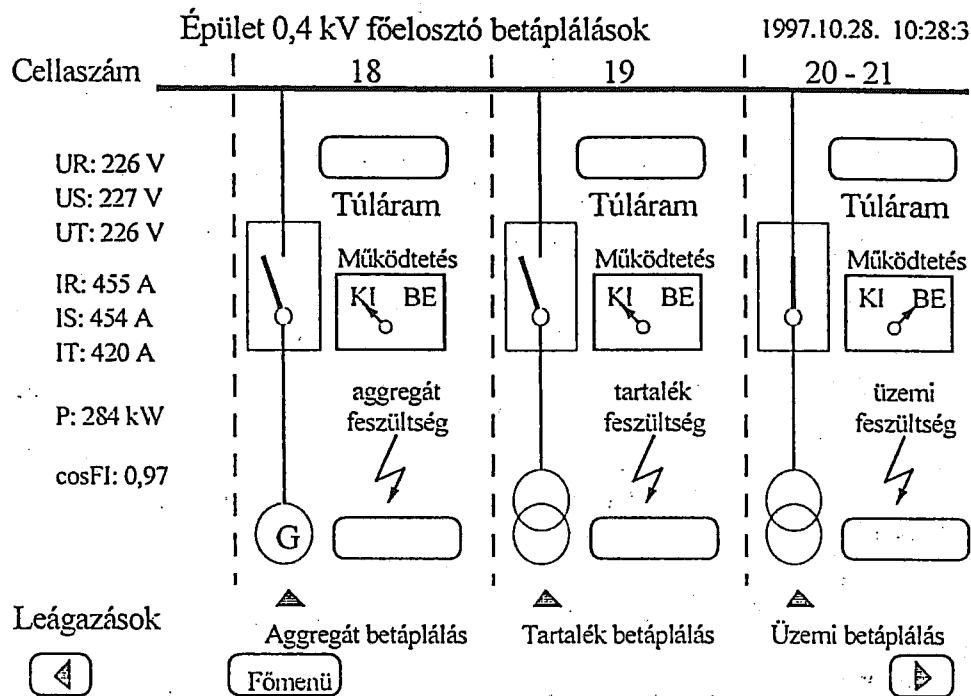
#### e.) Felügyeleti szint.

A felügyeleti állomás ember-gép kapcsolatot teremt az egyedi folyamatokhoz, a terület felügyelőn, az RS-modulokon és a perifériális eszközökön keresztül. Itt történik a gépészeti berendezések, a villamos energia elosztó rendszer üzemállapotának grafikus és numerikus előállítás, a felhasználó számára könnyen elérhető formában. Ehhez két szoftver csomag áll rendelkezésre. Az egyik csomag lehetővé teszi az összes berendezés felügyeletét és kezelését központi helyről. A másik programcsomag segítségével a rendszer tervező mérnök a terület felügyelő programját adja meg, blokk technológia alkalmazásával.

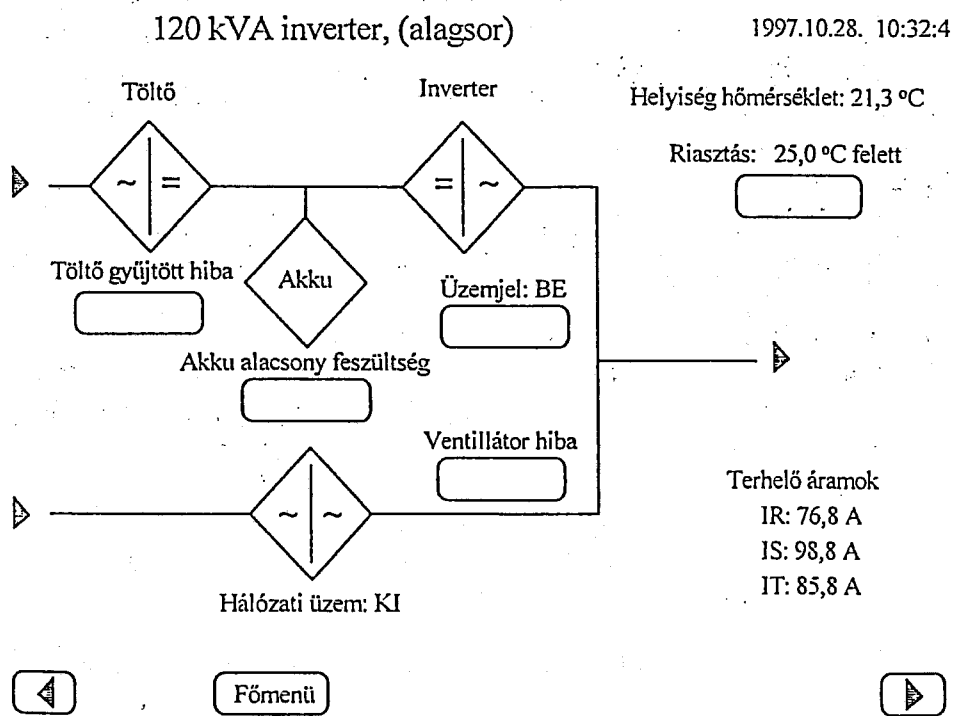
A felügyeleti állomás általában nagy teljesítményű személyi számítógép (PC). A képernyőn a dinamikus és statikus színes jelzések különféle fajtáit állíthatjuk elő, amelyek segítségével a felügyelt épület axonometrikusan megjeleníthető, az adott területrészen az elhelyezkedése topológiailag láthatóvá tehető, a funkcionális összetartozás pedig közérthetően bemutatható, például:

- épület elhelyezkedés az adott területen vagy épülettömbben, alap- és metszetrajzok, nyomvonal tervek, rendszer topológia;

- készülék és berendezés jelképek, egyvonalas vázlatok, funkcionális összetartozási vázlatok, szöveges utasítások, jellemző szám adatok (betáplálási vázlat, kapcsolótéri cellák vázlata feltüntetve a tényleges feszültség és áram valamint zárlati értékeket és hibajeleket, diesel-aggregátoros betáplálás jellemző adatai, szünetmentes betáplálás jellemző adatai, szinti aelosztók elhelyezésének magyarázó ábrája, az egyes szinti aelosztók figyelt jellemzőinek felsorolása, kiemelt fogyasztók villamos jellemzőinek felsorolása stb. lásd a 7-4. ... 7-7. ábrákat);



7-4. ábra Épület 0,4 kV-os főelosztója a betáplálásokkal



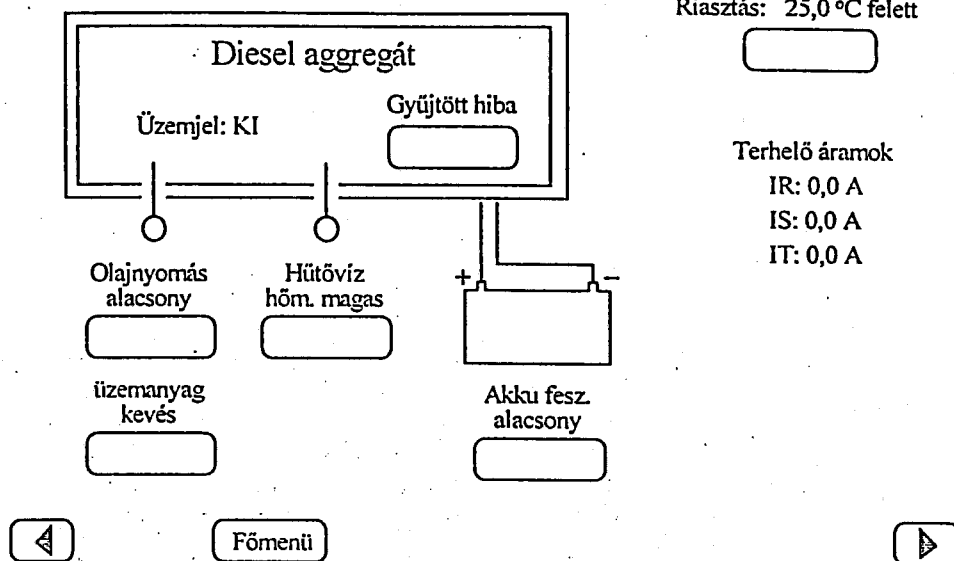
7-5. ábra Az inverter üzemállapot jelzése

## Diesel aggregát megjelenítése

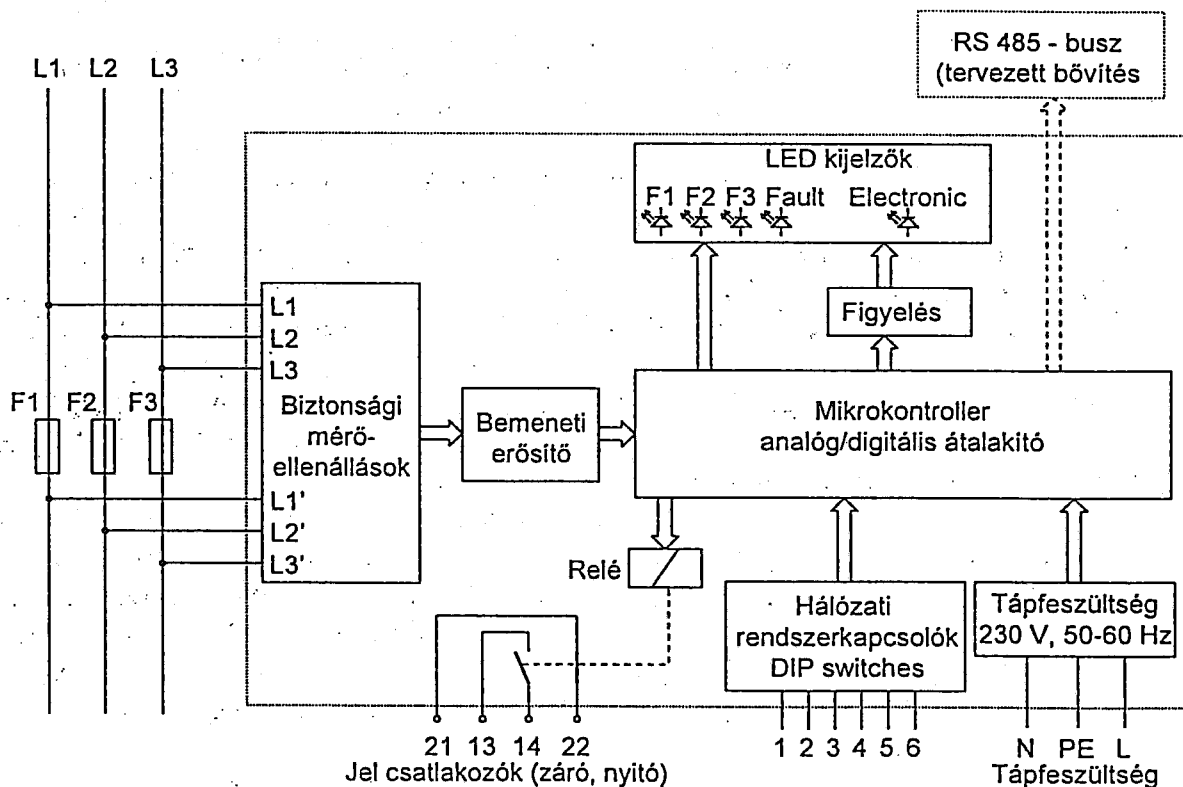
1997.10.28. 10:39:4

Helyiség hőmérséklet: 20,5 °C

Riasztás: 25,0 °C felett

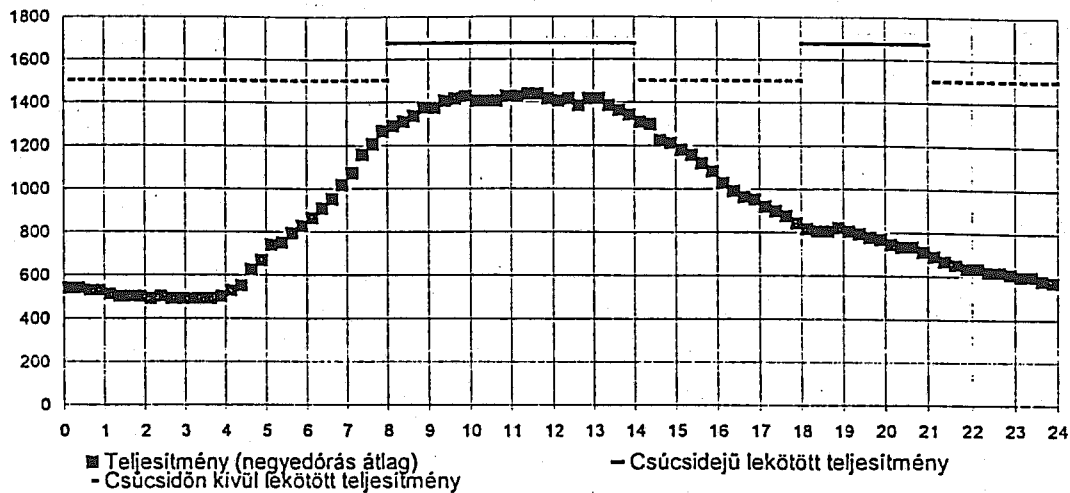


7-6. ábra A diesel-aggregát üzemállapot jelzése



7-7. ábra Biztosítók állapot figyelése az épületinformatikai rendszerben

- táblázatok, függvény-görbék, mért és számított adatok megjelenítése (lásd, pl. egy épületegység 7-8. ábrán bemutatott napi, negyedórás átlagteljesítmény felhasználási jelleggörbéjét, a lekötött teljesítmény határ feltüntetése mellett) stb.



7-8. ábra Több épületből álló épületegyüttes napi villamos terhelési görbéje

A felügyeleti rendszer figyelemmel kíséri, pl. a villamos hálózat zavarait illetve a rendszerben előforduló - szándékosan előidézett vagy véletlenül előforduló - eseményeket (be- vagy kikapcsolás, túlterhelés, zárlati lekapcsolás stb.). Ha üzemzavar következik be, akkor a hibajelzés a képernyőn piros keretben jelenik meg, de villogó jelzés is felhívhatja a kezelő figyelmét a rendellenességre. Ezzel egy időben automatikus riasztásra valamint a hiba regisztrálására (kinyomtatásra) is sor kerülhet.

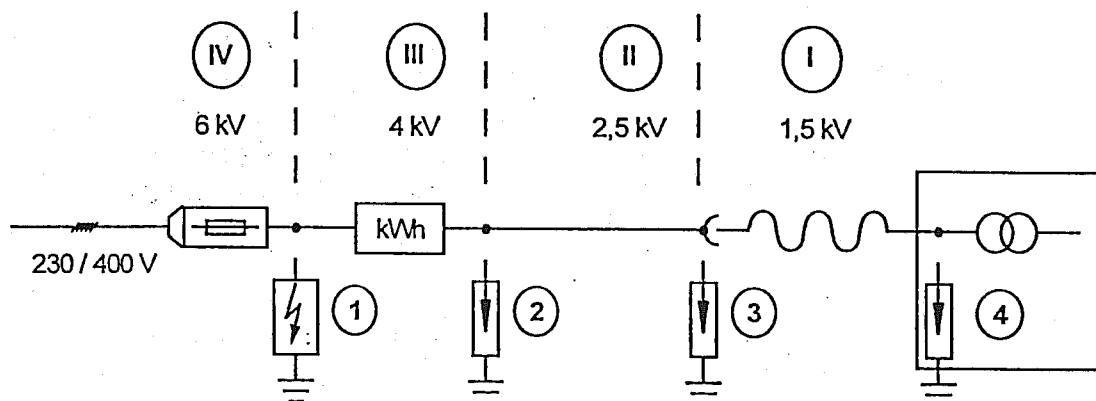
### 7.3. Túlfeszültségvédelemi eszközök beépítése a kiefeszültségű villamos energia elosztó hálózatba és az épületfelügyeleti rendszerbe

A híradástechnikai és az egyéb távközlő berendezések, továbbá a szabályozás- és vezérléstechnikai, valamint a számítástechnikai berendezések elektronikus alkotóelemei érzékenyek a villámcsapás másodlagos hatásaként jelentkező túlfeszültségre. Ezt a vezeték hurkokban indukálódó túlfeszültséget, az épület villámhárítóján lefutó villámáram hozza létre, amely nem okoz kárt az épületben. Az elektromágneses villámimpulzus elleni védelemmel és az elektromágneses összeférhetőséggel (EMC) foglalkozó szabványok ma már tartalmazzák az indukált hatások csökkentésének előírásait, azaz meghatározzák a villámvédelmi zónákat és megadják a földelési, árnyékolási valamint összecsatolási követelményeket.

Az összecsatolás célja a védendő térben levő fém alkatrészek és rendszerek között a villámcsapás hatására fellépő potenciálkülönbség csökkentése. A fém alkatrészek és rendszerek összecsatolását a villámvédelmi zónák határain való áthaladás helyén (pl. az épületbe lépés helyén), vagy egy zóna belsejében (épületen belül a szintek közötti átlépésnél, árnyékolt szobába lépésnél stb.), kell végrehajtani. Összekötő sínekhez vezetőkkel és szorítókkal célszerű csatlakozni vagy ahol szükséges, túlfeszültségvédelemi eszközöket kell beiktatni.

Az elmondottaknak megfelelően az épület villamos energia ellátó valamint informatikai hálózatának villám és túlfeszültség-védelmére - a gyakorlati tapasztalatok alapján - ún. többlépcsős túlfeszültségvédelem ajánlható. A 7-9. ábrán bemutatott rendszerben a betáplálásnál elhelyezett védőelem a villámáram-levezető készülék, amelynek a védelmi szintje 4 kV-nál kisebb. Ez a készülék a villámáram levezetéskor megszólal, azaz működésekor minden egyes fázisvezetőt (szükség esetén a nullát is) a beépített

nemlineáris impedanciákon (párhuzamos kapcsolású varisztor és kúszó szikraköz) keresztül összekapcsolja a földelővel, biztosítva ezzel a maximális 4 kV-os feszültség szintet a földpotenciálhoz viszonyítva. A betáplálást követő vezetéken terjedő túlfeszültség impulzusok korlátozására további, helyi potenciálkiegyenlítő túlfeszültség levezetőt (varisztor, R-C tag, védődióda stb.) kell beépíteni. Ezekkel a túlfeszültség levezetőkkel szemben már nem követelmény a villámáram levezető képesség. Impulzus terhelhetőségük pedig már sokkal kisebb lehet, mint a villámáram levezető készülékeké. A 7-9. ábrán bemutatott védelmi rendszer fordított működésű, ami azt jelenti, hogy mindig hátulról előre felé indul! Elsőként mindig a legalacsonyabb megszólalási feszültségű D-jelű finomvédelem kezd el levezetni. Ezt követően, ha a D és C fokozat közötti vezető szakasz impedanciáján eső feszültség ( $i \cdot R + L \cdot di/dt$ ) hozzáadódva a D fokozat határoló feszültségéhez, eléri a C-jelű közepes védelmi fokozat megszólalási értékét, akkor az is elkezd levezetni. Hasonló módon a B-jelű villámáram levezető is begyűjt és az energia jelentős részét levezeti. Kisebb energiataralmú feszültség impulzusok esetében csak a C és D fokozatok működnek, a B fokozat be sem gyűjt.



7-9. ábra Többlépcsős túlfeszültségvédelmi rendszer felépítése

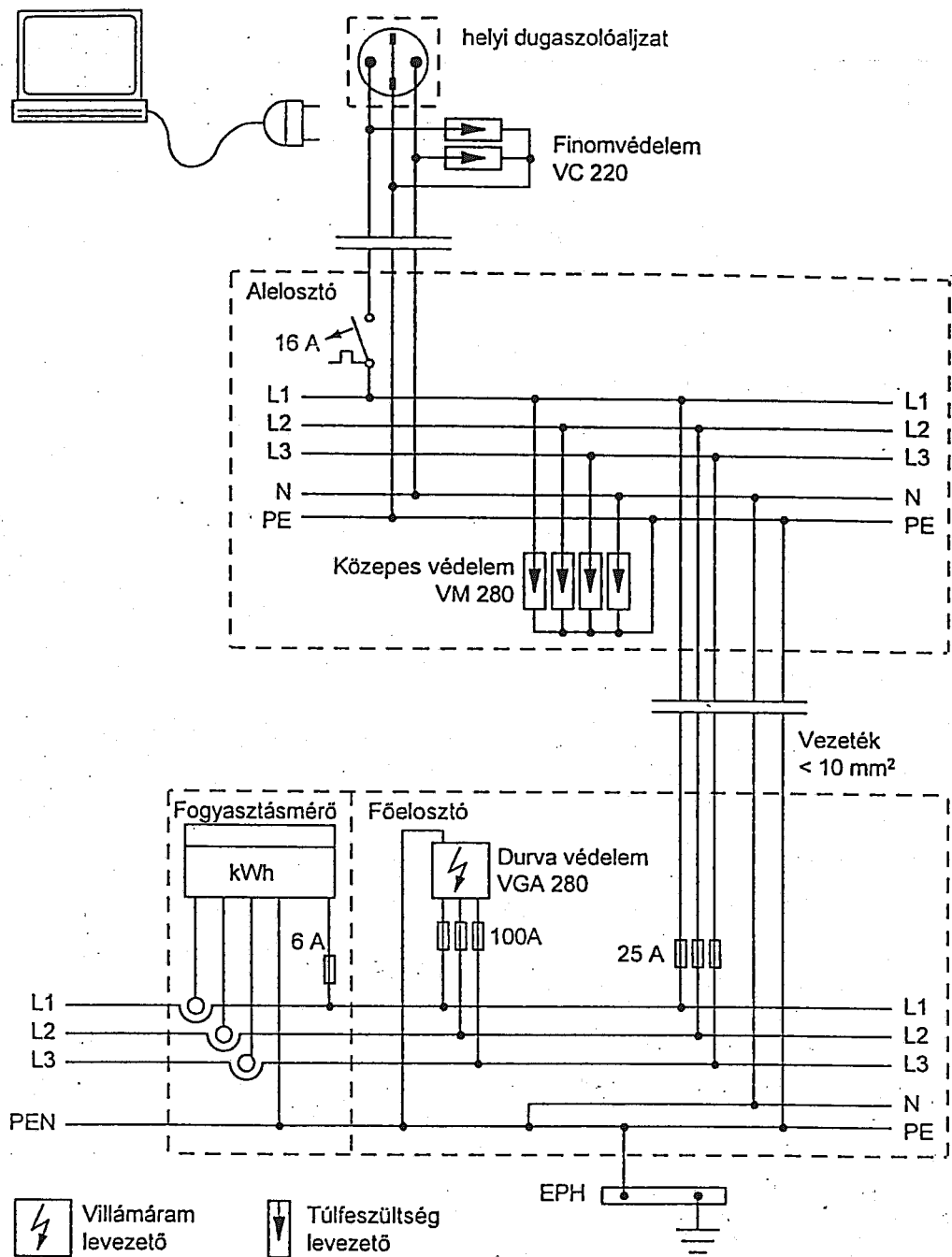
A háromfázisú villamos energia ellátó rendszerbe beépítendő levezetők szükséges darabszámát a PE-vezetőtől független vezetők darabszáma határozza meg. Példaképpen a nullázott érintésvédelmi rendszerű hálózat (TN-hálózat) többlépcsős túlfeszültségvédelmének gyakorlati kivitele a 7-10. ábrán látható.

A 7-10. ábrán látható, hogy az épület főelosztójába a föld és a nulla vezető közös PEN-vezetőként érkeznek, így 3 db B-jelű villámáram levezető beépítésére van szükség. A szinti alelosztóba már a korábban szétválasztott PE (zöld-sárga) védővezető és az N (kék) nullavezető érkeznek. Túlfeszültség védelmi készülékkel ekkor már az N nullavezetőt is el kell látni, azaz ezen a szinten 4 db C-jelű túlfeszültséglevezető beépítésére van szükség.

A D-jelű finomvédelmet - az ábrán látható módon - mindig közvetlenül a védendő készülék csatlakozási pontjánál kell beépíteni, háromfázisú táplálásnál 4 db-ot, egyfázisú táplálásnál 2 db-ot.

Mint érdekesség említjük meg, hogy a 7-9. és 7-10. ábrán nem egyforma a villamos fogyasztásmérő elhelyezése. A 7-9. ábrán elhelyezett fogyasztásmérő már a védett zónába került, szemben a másik elrendezéssel, amikor is a fogyasztó csak a mért hálózati szakaszon jogosult túlfeszültségvédelmi eszközt beépíteni, így a mérő védtelen maradt. Az áramszolgáltató vállalat ma még nem ennek a jogos, - túlfeszültségvédelmi szempontból biztonságosabb - elvárásnak megfelelően szereli a mérőberendezéseket, mert nem vállalja a védelem működésével együtt járó karbantartási kényelmetlenséget.





7-10. ábra TN (nullázott) hálózat többlépcsős túlfeszültségvédelme

A 7-10. ábrán bemutatott 400/230 V, 50 Hz-es villamos energia elosztó hálózatban a B osztályú (durva védelem) villámáram levezető kombinált készülék (Dehnventil VGA 280/4 típusú), mindegyik pólusa egy kúszó szikraközt és egy hővédelemmel ellátott 500 V-os fénoxid varisztort tartalmaz párhuzamosan kapcsolva. 10-20 kA-es áramot a varisztor képes levezetni, ennél nagyobb lököáramnál már begyújt a szikraköz is.

A C osztályú védelem (közepes védelem), a kismegszakítókhoz hasonló modulméretű tokozásban elhelyezett fénoxid varisztor, amelyet hővédelemmel látnak el (pl. DEHNguard vagy VM 280 típusú túlfeszültséglevezető).

A D osztályú (finom) túlfeszültségvédelem céljából a zener- illetve lavina-diódákat - a kis geometriai méretek miatt - közvetlenül már a dugaszolóaljzatokba is beépítik.

## Irodalom

- [1] Szandtner, K.- Kovács, K.: Épületinformatika. Phare HU-94.05. támogatásával készült „A felsőoktatás sokoldalúbbá tétele” című program keretében készült jegyzet, BME, Budapest 1997.
- [2] Kovács, K.: Az *instabus* EIB épületüzemeltetési és felügyeleti rendszer. EIB Felhasználói Club, Budapest, 1998.
- [3] Baumann, P. főszerkesztésében: Villamos szerelőipari kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983.
- [4] Cserny, L.: Mikroszámítógépek. SZÁMALK LSI oktatóközpont, Budapest, 1996.
- [5] Fehér, Z.: EMC villámvédelem, az elektromágneses összeférhetőség (EMC) követelményeinek megfelelő villám- és túlfeszültségvédelem. Dehn+Söhne GMBH+CO. KG. különkiadása, Magyar Mediprint Szakfordító Kft. "Elektroinstallateur", Budapest, 1996. május.
- [6] Frank, K.: EIB: Ein neues Geschäftsfeld für den Elektroinstallateur, 2. aktualisierte Aufl., Verlag Technik, Berlin, 1997.
- [7] Gál, T.: Digitális rendszerek. Egyetemi jegyzet, J5-1429. Tankönyvkiadó, Budapest, 1989.
- [8] Gebäudesystemtechnik mit *instabus* EIB Technik, Siemens, 1995.
- [9] Hainzmann, J.: Elektronikus áramkörök III. Digitális áramkörök. Egyetemi jegyzet, J5-1426. Tankönyvkiadó, Budapest, 1991.
- [10] Hajnal, M. P.: Minőségbiztosítás a villamosmérnöki szakterületen (Quality Assurance in Electrical Engineering), 12. kötet, Kézirat. Phare TDQM HU 9305 1330/B, Budapest-Veszprém, 1996.
- [11] Handbuch Gebäudesystemtechnik, 2. überarbeitete Auflage, ZVEI/ZVEH, Frankfurt am Main, 1994.
- [12] Horváth, T.: Épületek villámvédelme. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1980.
- [13] Istvánfy, Gy.: Erősáramú átalakítók mérése. Tankönyvkiadó, Budapest, 1984.
- [14] Jeanrond, P.F.- Horst, H.H.- Rohrbacher, H.M.: EIB- Gebäudesystemtechnik. Die zukunftssichere Elektroinstallation. Pflaum Verlag, München, 1996.
- [15] Kiss, B.: Ipari folyamatok mérés technikája és műszerei. Egyetemi jegyzet, J5-986. Tankönyvkiadó, Budapest, 1981.
- [16] Kónya, L.: Számítógép hálózatok. SZÁMALK LSI oktatóközpont, Budapest, 1997.
- [17] Leidenroth, H.: EIB-Praxis: standard funktionen und ihre Programmierung. Verlag Technik, Berlin, 1997.
- [18] Lukács, Gy. - Herwert, M. - Kármán, J. - Gábor, L. szerkeszt.: Vagyonvédelmi nagykönyv. CEDIT Információtechnikai Kft., Budapest, 1996.

- [19] Néveri, I. főszerkesztésében: Villamos kapcsolókészülékek kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984.
- [20] Panzer, P.: Elektronikus készülékek túlfeszültség- és zavarfeszültség-védelme. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1990.
- [21] Rose, M.: Gebäudesystemtechnik in Wohn- und Zweckbau mit dem EIB. 2., bearbeitete Auflage, Hüthig Verlag, Heidelberg, 1995.
- [22] Scherg, R.: EIB planen und installieren: Planung und inbetriebnahme von Installationen in der Gebäudesystemtechnik. Vogel Buchverlag, Würzburg, 1995.
- [23] Staefa Control System: Periférikus készülékek. Staefa Control System Kft. Katalógus, Budapest, 1995.
- [24] Stefányi, I.- Szandtner, K.: Villamos kapcsolókészülékek. Tankönyvkiadó, Budapest, 1991. Nívódíjas egyetemi jegyzet, J5-1309.
- [25] Szandtner, K.: A korszerű épületinformatika néhány kérdése. MEE XLIV. Vándorgyűlés Debrecen, 1997. augusztus 25-27., Előadások kivonata.
- [26] Kemény, J.- Tábori, J.: Átkapcsoló automatika rendszerek 0,4 kV-os hálózatokban és üzemi tapasztalataik. Kandó Kálmán Műszaki Főiskola XIV. Tudományos Ülésszak, II. Villamos energetika Szekció, Budapest, 1994. június 6-7.
- [27] Szandtner, K.: Szünetmentes áramforrások alkalmazása és hálózataik kiépítése a nagyfogyasztóknál. Elektrotechnika, 94. évf. 10. szám, Budapest, 2001. október.
- [28] ZVEI: Handbuch Gebäudesystemtechnik, 1993.
- [29] Chapman, D.: Electrical Design - A Good Practice Guide. CDA Publication 123, 1997. Magyar fordítása: Villamos tervezés - Gyakorlati útmutató. Magyar Részpiaci Központ, Budapest, 1998.
- [30] Ipsits, I.: Műszaki szakvélemény a 80 kVA-es Thyrobloc típusú szünetmentes áramforrások műszaki állapotának felméréséről. BME Automatizálási Tanszék, Budapest, 1998.
- [31] Stromversorgungs-Systeme für die Industrie. AEG SVS Power Supply Systems GmbH, A company of Saft S. A., 1999.
- [32] Darrelmann, H.: Lehrgang Netzunabhängige Stromversorgung. USV-Systeme mit rotierenden Umformern. Piller GmbH, 1999.
- [33] Szünetmentes áramellátás, villamos energia kondicionálás. Balmex Kft., Budapest 1999.
- [34] Schöttler, R. - Papst, G. - Vajda, I.: Az ipari energia minőségének javítása szupravezetős energiatárolókkal. Elektrotechnika, 93. évf. 9. szám, Budapest, 2000. szeptember.
- [35] Szandtner, K.: Megbízhatóság az épületek villamos energia ellátó rendszerében. Elektrotechnika, 93. évf. 7-8. szám, Budapest, 2000. július-augusztus.
- [36] Szandtner, K.: Az épületinformatika szerepe a villamos energia ellátásban. Épületvillamosság „trafótól a szatelitantennáig” 2000, szerkesztő Dési, A., GLT Info-Prod Kiadó és Kereskedelmi Kft., Budapest, 2000.

- [37] On-line mikroprocesszoros szünetmentés tápegységek. Schrack Energietechnik Kft. PK 00011-HU 98/04 jelű kiadványa, Budapest, 1998.
- [38] Vajda, I. - Györe, A.: Szupravezetős lendkerekes energiatárolók. Elektrotechnika, 93. évf. 11. szám, Budapest, 2000. november.
- [39] Kádár, A. szerk.: Elektromosipari zsebkönyv 2001-2002. Magyar Mediprint Szakkiadó Kft., Budapest 2001.
- [40] Kármán, J.: Betörés elleni védelem, személyi és tárgyi feltételek. Magyar Elektrotechnikai Egyesület, Budapest 1992. ISBN 963 8141 76 6
- [41] MSZ 172: Érintésvédelmi szabályzat. Kisfeszültségű erősáramú villamos berendezések.
- [42] MSZ 447: Lakóépületek villamos hálózatra kapcsolása.
- [43] MSZ 1600: Létesítési biztonsági szabályzat. 1000 V-nál nem nagyobb feszültségű erősáramú villamos berendezések számára.
- [44] MSZ EN 60439-1: Kisfeszültségű kapcsoló- és vezérlőberendezések. 1. rész: Tipizált és részlegesen tipizált berendezések.
- [45] MSZ EN 60947-1: Kisfeszültségű kapcsoló és vezérlőkészülékek. Általános előírások.
- [46] MSZ EN 50160:2001 A közcélú elosztóhálózatokon szolgáltatott villamos energia feszültségjellemzői.
- [47] MSZ 1:1993 Szabványos villamos feszültségek.